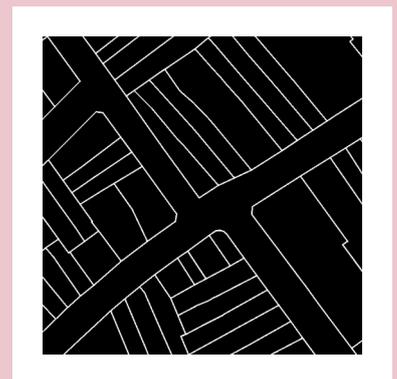
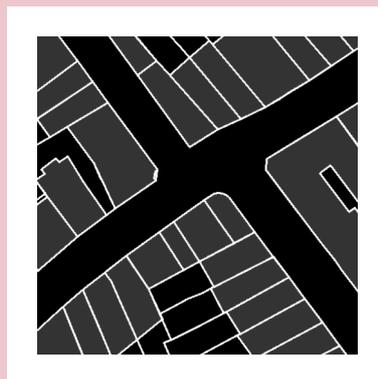
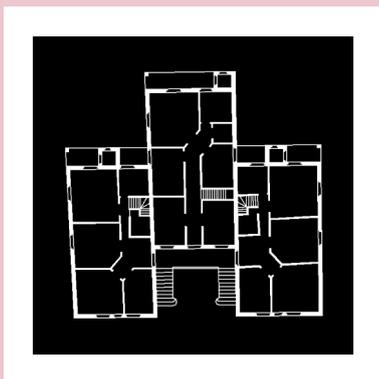


# REVISTA DE MORFOLOGIA URBANA

Revista da Rede Lusófona de Morfologia Urbana

2021  
Volume 9  
Número 1



## Equipe editorial

Editores-chefes: **Júlio Celso Vargas**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**Renato T. de Saboya**, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil  
**Vinicius M. Netto**, Universidade Federal Fluminense, Brasil

Editor Associado: **Vítor Oliveira**, Universidade do Porto, Portugal

Editora Assistente: **Fernanda Careta Ventorim**, Universidade Federal Fluminense, Brasil

Consultores: **Giancarlo Cataldi**, Università degli Studi di Firenze, Itália  
**Ian Morley**, Chinese University of Hong Kong, China  
**Jeremy Whitehand**, University of Birmingham, Reino Unido  
**Kai Gu**, University of Auckland, Nova Zelândia  
**Michael Conzen**, University of Chicago, EUA  
**Peter Larkham**, Birmingham City University, Reino Unido

Quadro Editorial: **Bruno Zaitter**, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Brasil  
**Cláudia Monteiro**, Universidade do Porto, Portugal  
**David Viana**, Nottingham Trent University, Reino Unido  
**Frederico de Holanda**, Universidade de Brasília, Brasil  
**Giuseppe Strappa**, Sapienza Università di Roma, Itália  
**Isabel Martins**, Universidade Agostinho Neto, Angola  
**Jorge Correia**, Universidade do Minho, Portugal  
**José Forjaz**, Universidade Eduardo Mondlane, Moçambique  
**Judite Nascimento**, Universidade de Cabo Verde, Cabo Verde  
**Luísa Batista**, Universidade do Porto, Portugal  
**Luiz Amorim**, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
**Mário do Rosário**, ISCTEM, Moçambique  
**Paulo Pinho**, Universidade do Porto, Portugal  
**Renato Leão Rego**, Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
**Romulo Krafta**, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
**Stael de A. P. Costa**, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil  
**Teresa Calix**, Universidade do Porto, Portugal  
**Teresa Marat-Mendes**, Instituto Universitário de Lisboa, Portugal  
**Vicente C. Sendra**, Universitat Politècnica de València, Espanha  
**Xosé Lois Suarez**, Universidade da Coruña, Espanha

Os autores são os únicos responsáveis pelas opiniões expressas nos textos publicados na ‘Revista de Morfologia Urbana’. Os Artigos (que não deverão exceder as 8.000 palavras, devendo ainda incluir um resumo com um máximo de 200 palavras), as Perspetivas (que não deverão exceder as 1.000 palavras), os Relatórios e as Notícias referentes a eventos futuros deverão ser submetidos pelo sistema da Revista, mediante cadastro do autor correspondente e *login* na plataforma. As normas para contributos encontram-se nas [diretrizes para autores](#).

Desenho original da capa - Karl Kropf. Desenho das figuras - Vítor Oliveira

# REVISTA DE MORFOLOGIA URBANA

Revista da Rede Lusófona de Morfologia Urbana

Volume 9 Número 1 2021

e00237 **Renato T. de Saboya, Vinicius M. Netto e Fernanda Ventorim**  
Revista de Morfologia Urbana: transição para um novo modo de publicação científica (Editorial)

## SEÇÃO ABERTA

e00152 **Marlos Hardt e Fabio Duarte**  
Envelopamento vegetal em cânions urbanos: análise da aplicação de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, Paraná

e00155 **Catarina de Almeida Pinheiro**  
Deteção remota: possibilidades para uma abordagem dinâmica e integrada do ecossistema urbano

e00181 **Valentina de Farias Betemps da Silva , Aline Montagna da Silveira e Franciele Fraga Pereira**  
Villas e Casas de Catálogo no sítio do Primeiro Loteamento de Pelotas-RS: relações entre tipologia arquitetônica e morfologia urbana

## Editorial

# Revista de Morfologia Urbana: transição para um novo modo de publicação científica

Renato T. de Saboya 

Vinicius M. Netto 

Fernanda Careta Ventorim 

Editores da Revista de Morfologia Urbana



<https://doi.org/10.47235/rmu.v9i1.237>

Este número da Revista de Morfologia Urbana representa um marco importante em sua história e nos esforços dos seus editores, desde sua criação, para atingir os níveis mais altos de excelência em publicação científica. Mais especificamente, marca a transição para o modelo de publicação contínua dos artigos aceitos após a revisão por pares, sem a necessidade, portanto, de aguardar o fechamento de um volume completo para a publicação simultânea de todos os artigos que compõem uma edição. Se, por um lado, esse meio tradicional conferia uma unidade maior ao volume (considerando, por exemplo, a numeração de páginas), por outro introduzia um atraso injustificável na publicação de alguns artigos que, já aprovados, ficavam à espera de todos os outros até poderem ser divulgados. Em uma época em que os recursos tecnológicos para a disseminação do conhecimento científico permitem uma agilidade muito maior que a mídia impressa, não faz sentido manter práticas tradicionais que retardam a divulgação desses estudos. Não é por acaso que os periódicos mais importantes da área, e também de outras áreas, vêm fazendo essa transição para a publicação contínua, ou para variações desse conceito tais como o “*online first*” ou “*ahead of print*”.

Essa mudança nos permitiu também atender outra das recomendações e critérios de qualidade das bases indexadoras internacionais, como o Latindex, o *Directory of Open Access Journals* (DOAJ) e Scopus: de que as edições sejam publicadas no início do período a que se referem. Neste número fizemos essa transição, passando a data de publicação da edição para o primeiro mês do período. Como consequência, tivemos um número com menor quantidade de artigos do

que os anteriores, mas que tende a se normalizar nas próximas edições.

Por fim, uma última mudança importante teve início na presente edição da RMU: a implementação do *Crossmark*, um serviço do *Crossref*, entidade responsável pela atribuição dos *Digital Object Identifiers* (DOIs). A partir deste número, todos os artigos contam com o ícone do *Crossmark* na versão em PDF. Quando ele é clicado, os leitores são direcionados a um site que lista todas as modificações feitas no arquivo, se houver, e os redireciona para a versão mais atualizada, quando for o caso. Isso nos traz um novo nível de transparência e organização para lidar com erratas e retratações, documentando o processo e permitindo aos leitores acompanhar de forma detalhada eventuais mudanças, correções e complementações ao que foi publicado na Revista. Esse é mais um recurso possibilitado pelos atuais avanços tecnológicos e institucionais, e a Revista de Morfologia Urbana passa a adotá-lo de forma pioneira no Brasil na área de estudos urbanos.

No que diz respeito aos artigos publicados nesta edição, Marlos Hardt e Fábio Duarte estudam o potencial e a viabilidade de implantação de envelopamento vegetal em situações urbanas concretas, usando um dos eixos de corredores do transporte coletivo de Curitiba como estudo de caso, em “Envelopamento vegetal em cânions urbanos: análise da aplicação de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, Paraná”. Entendido como o revestimento de edificações com vegetação, o envelopamento vegetal pode ser uma alternativa interessante para auxiliar na redução de ilhas de calor e de problemas de

ofuscamento e ruídos em locais em que é difícil ou impossível implantar arborização, como costuma ser o caso dos eixos adensados e verticalizados. Por meio de levantamentos da situação existente, os autores simularam o potencial de envelopamento, mostrando qual a proporção médias das fachadas que poderia ser alterada usando essa técnica, sugerindo valores de referência para legislação específica, diferenciando entre edificações mistas residenciais e comerciais, e aquelas destinadas a serviços.

Catarina de Almeida Pinheiro nos traz, em “Detecção remota: possibilidades para uma abordagem dinâmica e integrada do ecossistema urbano”, um ensaio exploratório sobre o potencial da detecção remota (ou sensoriamento remoto) na Morfologia Urbana e no Planejamento. A maior resolução que esses dados vêm apresentando ao longo do tempo os transformaram em uma ótima opção para estudos na escala intraurbana. Aliado a isso, há outras características que lhe conferem valor destacado: a regularidade com que esses dados são coletados permite análises diacrônicas que revelam mais sobre o processo de transformação urbana, e não ficam limitados à descrição de estados em

tempos específicos. Além disso, a captura de dados espectrais em frequências que vão além do espectro visível abre uma série de novas possibilidades, tais como a considerações sobre a existência e o estado de saúde da vegetação, e geração de dados sobre aspectos microclimáticos. A autora traz exemplos dessas aplicações na pesquisa científica e aponta as limitações ainda existentes no seu uso em processos de planejamento.

Por fim, o artigo “Villas e Casas de Catálogo no sítio do Primeiro Loteamento de Pelotas-RS: relações entre tipologia arquitetônica e morfologia urbana”, de Valentina de Farias Betemps da Silva, Aline Montagna da Silveira e Franciele Fraga Pereira, faz um estudo eminentemente descritivo desses tipos arquitetônicos na cidade de Pelotas, RS. O levantamento mostra e sintetiza algumas das principais características dessas edificações, tais como a existência ou não de recuos, os tamanhos da testada e da profundidade do lote, as ruas para as quais as edificações se abrem e a proporção que já se encontra inventariada. As autoras exploram também algumas relações morfológicas entre o traçado, o tamanho e formato dos lotes e os tipos arquitetônicos resultantes, contextualizando-as no momento histórico.

# **SEÇÃO ABERTA**

Artigos científicos em fluxo contínuo



# Envelopamento vegetal em cânions urbanos: análise da aplicação de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, Paraná

Marlos Hardt<sup>a</sup> e Fabio Duarte<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola de Belas Artes, Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, Curso de Arquitetura e Urbanismo, Curitiba, PR, Brasil.

E-mail: marlos.hardt@pucpr.br

<sup>b</sup> Massachusetts Institute of Technology, Senseable CityLab, Cambridge, MA, EUA; Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Escola de Belas Artes, Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: duarte.fabio@pucpr.br

Submetido em 18 de junho de 2020. Aceito em 10 de novembro de 2020.  
<https://doi.org/10.47235/rmu.v9i1.152>

**Resumo.** *Genericamente interpretados como corredores com edifícios alinhados em ambos os lados de determinada via, os cânions urbanos constituem uma das principais características morfológicas de cidades contemporâneas com eixos de adensamento atrelados ao sistema de mobilidade urbana, acarretando, muitas vezes, relevantes implicações ambientais adversas ao meio urbanizado. Entendendo o envelopamento vegetal como o revestimento de edificações com superfícies vegetadas, a hipótese da pesquisa é de que essa estratégia constitui uma medida viável para políticas públicas voltadas à mitigação desses efeitos. Objetiva-se então analisar o potencial de envelopamento vegetal para aquela configuração morfológica urbana, apoiando-se no estudo de caso dos setores estruturais de Curitiba, Paraná, permitindo, porém, sua replicabilidade em outros cenários. A partir da interpretação da estrutura espacial interna de cada trecho e da análise integrada do conjunto, a avaliação do potencial de envelopamento dos edifícios do espaço específico de estudo permite a proposição de Fator de Envelopamento Vegetal (FEV) mínimo de 0,2 para o revestimento edilício e de 0,3 para a obtenção de incentivos indiretos.*

**Palavras-chave.** cânions urbanos, eixos de adensamento, envelopamento vegetal, superfícies vegetadas.

## Introdução

Na década de 1960, a Prefeitura Municipal de Curitiba optou pelo desenvolvimento linear da cidade, sob a premissa de que o uso do solo misto combinado com adensamento populacional proporciona vantagens em termos ambientais (Rogers e Gumuchdjian, 2016), como a diminuição das distâncias a serem percorridas na cidade e, por consequência, menor dependência de automóveis.

Tal estratégia foi combinada ao chamado *Transit Oriented Development* (Cervero, 2006), agregando o transporte público à equa-

ção, principalmente pelo adensamento construtivo no entorno das estações intermodais ou ao longo dos eixos de transporte coletivo, sendo este último o caso comum de Curitiba. Os eixos de adensamento e de transporte coletivo foram dotados de outra estratégia urbana denominada *Bus Rapid Transit (BRT)*, ou seja, vias exclusivas de ônibus.

Dessa forma, o modelo de planejamento da cidade integra o transporte público, hierarquia do sistema viário e regulamentação do uso do solo privilegiando maior adensamento, verticalização, e uso misto junto aos corredores

destinados ao BRT – denominados eixos estruturais (Curitiba, 2000, Artigo 16). A utilização dessa estratégia definiu a configuração espacial de Curitiba, e permanece até hoje como o conceito fundamental de seu planejamento, sendo replicado em outros locais e na própria cidade, que mais recentemente aproveitou o antigo traçado da rodovia federal BR116, transformando-a em eixo metropolitano tendo como propulsor de seu desenvolvimento imobiliário um corredor de BRT, denominado Linha Verde.

Os eixos estruturais possuem parâmetros urbanísticos específicos, determinados pelo chamado Plano Massa, caracterizado especialmente pelo embasamento comercial na totalidade da projeção edilícia no terreno, elevado coeficiente de aproveitamento e altura livre das edificações. Desde 2000, há ainda obrigatoriedade de recuos laterais, equivalentes, no mínimo, à sua sexta parte da altura do edifício, conhecido como  $H/6$ , onde  $H$  significa *height*, ou altura) (Curitiba, 2000).

Se, por um lado, a configuração dos eixos estruturais tende a incentivar o uso do transporte público e minimizar o de veículos particulares – e, com isso, suas decorrentes implicações ambientais deletérias –, por outro, uma das consequências morfológicas é a constituição de cânions urbanos – que, por sua vez, têm consequências negativas, dentre as quais se destacam os impactos microclimáticos.

Em relação ao microclima, Romero (2016) ressalta efeitos relacionados às superfícies cegas, as quais geralmente apresentam propriedades que podem gerar desconforto em termos visuais, por ofuscamento; de ordem térmica, pelo fenômeno conhecido como “ilha de calor”; e de âmbito acústico, por reflexão, entre outros. Segundo a autora, muitos desses efeitos podem ser minimizados com a presença de vegetação no ambiente urbano.

É relevante notar, porém, que existem poucos mecanismos legais de índices urbanísticos que considerem a presença da vegetação no espaço urbano intralote, seja em Curitiba ou em outras cidades brasileiras. Em geral, o que se encontra são índices de permeabilidade que não garantem, em essência, a inserção do verde. Por outro lado, Hardt (2013) apresenta diferentes mecanismos para aplicação de componentes vegetais em edifícios, aos quais de-

nomina de Envolvimento Vegetal, que podem ser divididos em jardins verticais autoportantes e modulares ou coberturas vegetadas intensivas ou extensivas.

Neste artigo, analisamos os cânions urbanos resultantes da estruturação morfológica dos eixos estruturais de Curitiba. Para isto, escolhemos trechos em avançado estágio de consolidação, com a maioria dos lotes já ocupados aproveitando os parâmetros máximos de ocupação do solo. Mais do que identificar o problema dos cânions urbanos, este estudo pretende focar numa possível medida de amenização de alguns de seus efeitos. Esta medida é a inserção de vegetação urbana através de superfícies vegetadas, denominada aqui de envolvimento vegetal de edificações, aplicada como forma de parâmetros de ocupação do solo.

### Cânions Urbanos

Do ponto de vista morfológico, cânions urbanos são vias urbanas ladeadas por edificações com alta verticalização em relação à largura da via, contíguas ou com estreitos intervalos entre elas (Oke, 1978). Podem ser caracterizados a partir da razão entre a altura ( $H = height$ ) dos edifícios, a largura ( $W = width$ ) e o comprimento ( $L = length$ ) da via (Panão, Gonçalves e Ferrão, 2009; Georgakis e Santamouris, 2006). Além disso, o comportamento ambiental dos cânions poderá variar tanto pelo comprimento, quanto pelos afastamentos laterais das edificações ( $R$ ).

A relação entre esses componentes influenciará características de conforto ambiental urbano, tais como ventilação, acústica, desempenho térmico, qualidade do ar e iluminação (Lobaccaro et. al., 2019). Segundo Sapata (2010), a acentuação da pressão sonora, especialmente proveniente do ruído de tráfego, ocorre especialmente em cânions urbanos com razão  $H/W$  elevadas.

Em estudo realizado nos cânions urbanos formados pelos corredores estruturais de transporte de Curitiba, Suga (2005) verificou que trechos com relação  $H/W$  maior que 0,66 recebem pouca, ou em alguns casos, nenhuma incidência direta de luz solar. As alterações microclimáticas pode ser associado o fato de que as edificações urbanas arranjadas sob a forma de cânions criam barreiras físicas que tendem a alterar a intensidade e a direção de

massas de ar, gerando corredores de vento (Guerra; Cunha, 2005). Outro fenômeno comum aos cânions urbanos são as ilhas de calor urbanas, que segundo Oke (1978), são acentuadas em cânions com razão H/W elevadas.

Para Georgakis e Santamouris (2006), as condições microclimáticas num cânion urbano impactam o balanço térmico de edificações. Portanto, a velocidade e direção dos ventos, assim como a distribuição térmica dentro dos cânions é importante para o correto dimensionamento desses espaços urbanos.

Com a combinação dos fatores de ventilação e da quantidade de fontes poluentes – como resíduos veiculares – os cânions urbanos com elevada razão H/W possuem, usualmente, alta concentração de poluentes e baixa capacidade de dispersão (Ferrari et al., 2019). Duas formas de mitigação dessas situações são a mudança da geometria urbana, aumentando o fluxo de ar dentro do cânion, e a inclusão de vegetação, funcionando como filtro natural destes poluentes (Speak et al., 2012).

Como na grande maioria dos casos a alteração de geometria se torna inviável, a inserção de vegetação nos espaços edificados passa a ser uma alternativa aplicável para regiões com características de cânions urbanos. Porém, à medida que não se pode alterar a geometria das cidades com facilidade, também não há espaço disponível para o plantio de espécies vegetais diretamente conectadas ao solo, razão pela qual o envolvimento vegetal de edifícios torna-se o objeto desta pesquisa.

### **Envolvimento Vegetal de Edifícios**

Envolvimento vegetal é o revestimento de edificações com vegetação, possibilitando a melhoria da eficiência ambiental do edifício (Hardt, 2013). O envolvimento vegetal engloba superfícies horizontais e verticais, como coberturas vegetadas – planas ou inclinadas – e fachadas revestidas com plantas trepadeiras ou a sistemas tecnológicos de módulos ou muros vegetais.

No que concerne à temperatura, as superfícies vegetadas possuem dois benefícios diretos: a diminuição do efeito de ilha de calor e a melhoria do conforto térmico das edificações (Chun; Guldmann, 2018). Alexandri e Jones (2008) afirmam a sua importância para a redução da temperatura do ar em cânions urbanos em Brasília e outras 10 cidades ao

redor do mundo. Os autores concluem que para todos os climas examinados, as superfícies verticais vegetadas são mais eficazes do que as horizontais.

A vegetação resfria edificações e arredores por meio tanto do sombreamento, reduzindo o calor refletido, quanto da evapotranspiração<sup>1</sup>. Por outro lado, em locais muito frios, a vegetação auxilia na manutenção da temperatura interna das edificações, podendo atingir um ganho térmico, segundo Johnston e Newton (2004), de até 30% em relação à externa. Segundo Valesan (2009), ocorre também o controle da umidade do ar e da oxigenação do espaço pelo processo biológico das plantas.

Apesar de o controle térmico depender de vários fatores, como clima, distância entre edificações, orientação dos edifícios, tipo do envelope e densidade da cobertura vegetal (Di Nubila et. al., 2019), é possível afirmar que, por intermédio das plantas, os espaços internos tornam-se menos dependentes de sistemas de calefação e resfriamento, possibilitando menor consumo energético (Mutani; Todeschi, 2020). A vegetação na fachada pode criar uma camada de ar no interior da massa vegetal, isolando-a das condições externas, podendo tanto reduzir a temperatura ambiente a partir do sombreamento e dos processos de evapotranspiração, quanto criar uma proteção contra o vento durante os meses de inverno (Alexandri; Jones, 2008).

Com relação ao conforto acústico, Ngan (2004) cita que superfícies vegetadas absorvem o som por meio da irregularidade da vegetação e do substrato, não permitindo, assim, a reverberação das ondas sonoras.

Os materiais convencionais utilizados como revestimentos refletem em média de 30% a 70% da luz neles incidente, enquanto superfícies vegetadas refletem cerca de 20%, o que contribui para o conforto luminoso (Dias, 2016).

Temperaturas elevadas em ambientes urbanos, aliadas ao aumento do número de veículos, condicionadores de ar e emissões industriais, têm promovido o aumento de óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), compostos orgânicos voláteis (VOCs), monóxidos de carbono (CO) e materiais

particulados (EPA, 2013). A vegetação captura os poluentes e possibilita a deposição atmosférica na superfície das folhas, filtrando gases nocivos. Estudo apresentado por Pugh et al. (2012) comprovam que a utilização de vegetação diminui em até 50% a concentração de poluentes denominados PM10 nos cânions urbanos.

Também se constata a absorção de poluentes circulantes, tais como CO2, fumaças de cigarros, veículos, queimadas e indústrias, além dos diversos tipos de materiais particulados (poeiras), comuns em grande parte dos ambientes urbanos (EPA, 2013). As superfícies vegetadas são capazes de filtrar contaminantes através das plantas e, no caso

da biofiltração, por micro-organismos.

Outras vantagens atribuídas às superfícies vegetadas se referem à criação de microclimas que propiciam a conservação da biodiversidade urbana, melhoria dos aspectos estéticos e psicológicos, acarretando condições de saúde física e mental dos cidadãos e proporcionam diminuição do escoamento superficial nas cidades, amenizando o pico de fluxo hídrico em casos de torrentes d'água (Hardt, 2019).

Dos benefícios acima, alguns têm motivado municipalidades ao redor do mundo para a implementação de políticas relacionadas ao envolvimento vegetal, conforme observa-se no Quadro 1.

**Quadro 1.** Motivações para a definição de legislações sobre superfícies vegetadas (fonte: elaborado com base em Azevedo, 2011; Berlin, 2019; Gutteridge, 2003; London, 2008 e Seattle, 2007).

CIDADE / PAÍS	Eficiência energética	Agricultura urbana	Gestão das águas	Ilhas de calor	Qualidade do ar	Espaços verdes	Qualidade de vida	Biodiversidade	Paisagem Urbana
Montreal									
Toronto									
Vancouver									
Chicago									
Nova York									
Portland									
Seattle									
Basel									
Berlim									
Munster									
Stuttgart									
Tóquio									
Cingapura									
Londres									
Durban									
Curitiba									

Nota: os sombreamentos indicam as motivações e justificativas de cada cidade para a elaboração de leis relacionadas às superfícies vegetadas.

Segundo Ansel e Appl (2010), muitas cidades oferecem incentivos para a implementação do envolvimento vegetal, para edifícios novos ou reformados. Em outros casos, o envolvimento vegetal é compulsório a partir de mecanismos legais, como regulações complementares às leis de uso e ocupação do solo.

As políticas de envolvimento vegetal podem ser divididas em quatro grupos (London, 2008). O primeiro é o incentivo financeiro

direto (Ngan, 2004), que compreende subsídios aplicados diretamente sobre os custos da implantação das superfícies vegetadas. São, por exemplo, benefícios fiscais sobre produtos e serviços relacionados à implantação do jardim. A principal limitação deste incentivo é a omissão de municípios com orçamentos muito limitados.

Um segundo mecanismo é o incentivo financeiro indireto, como é o caso de benefícios fiscais em impostos municipais

sobre a propriedade (London, 2008). No caso brasileiro, pode-se citar os abatimentos sobre o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Outra forma desse incentivo indireto é o chamado bônus de densidade construída, permitindo ao proprietário de imóvel construir mais do que os parâmetros estabelecidos para a área, desde que aumente o envolvimento vegetal da sua edificação. Esse tipo de incentivo possui a vantagem de não configurar um dispêndio direto de recursos. Todavia, o retorno ao proprietário ocorre em longo prazo, o que diminui o seu interesse, e, portanto, a eficácia do mecanismo.

O terceiro mecanismo compreende a medida compensatória, na qual o envolvimento vegetal pode ser utilizado para mitigação de ocupações com potencial de impactos ambientais sobre elementos físicos e bióticos, nos mesmos moldes das medidas já utilizadas em estudos de impactos ambientais no Brasil (Hardt, 2006).

O quarto mecanismo relacionado ao envolvimento vegetal é sua aplicação compulsória, podendo esta ocorrer de duas maneiras. A primeira é a determinação de características – de ocupação, uso ou localização – das edificações que deverão possuir certa parcela de suas fachadas e cobertura envelopadas. A segunda estratégia para a aplicação compulsória do envolvimento vegetal é a sua regulação por leis de uso e ocupação do solo. Alguns benefícios dessa política são sua utilização por municípios com recursos orçamentários reduzidos, sendo efetivos em novas construções, apesar de não serem inviáveis em áreas já consolidadas. Como restrições, não são bem aceitos pela comunidade em geral em função dos custos gerados.

Com base na atenuação de problemas microclimáticos em cânions urbanos com o envolvimento vegetal de edificações e as possibilidades de políticas públicas para sua

implementação no meio urbano, buscou-se então compreender o potencial dos eixos de adensamento de Curitiba de receberem tais políticas.

### Metodologia

Buscamos determinar os parâmetros para implementação de superfícies vegetadas nos edifícios situados nos eixos estruturais de transporte de Curitiba, caracterizados como cânions urbanos. Como recorte espacial foi tomado trecho do Eixo Estrutural da Avenida Sete de Setembro, por ser a sua área mais consolidada.

Foram desenvolvidas as seguintes etapas: mapeamento dos componentes de análise, definição do fator potencial de aplicação de superfícies vegetadas e classificação destes fatores pelas tipologias de cânions.

O mapeamento foi realizado pelo cruzamento da planta cadastral de Curitiba (PMC, 2010) com imagens de satélite extraídas do software Google Earth (2013) e com fotografias de validação, considerando as diferenças entre áreas verdes – com e sem cobertura arbórea – e superfícies inertes. Neste caso, foi também considerada a área de árvores isoladas ( $A_{AI}$ ), sendo computada, para efeito de cálculo, a extensão de cada copa. A partir desse mapeamento, obteve-se a área total de lote ( $A_{TL}$ ), subdividida em área livre do lote ( $A_{LL}$ ) e área vegetada do lote ( $A_{VL}$ ).

Foi, então, realizado o mapeamento das edificações a partir de fotos tomadas de frente para cada edifício. Com base nessas fotografias individuais, foi adotado o critério de altura entre lajes de 2,8 metros, sendo computado o número de pavimentos, considerando cobertura, e altura de 9 metros no seu embasamento com dois pavimentos, sendo, assim, novamente verificadas as suas dimensões planimétricas por intermédio de imagens aéreas, conforme ilustrado nas figuras 1 e 2.

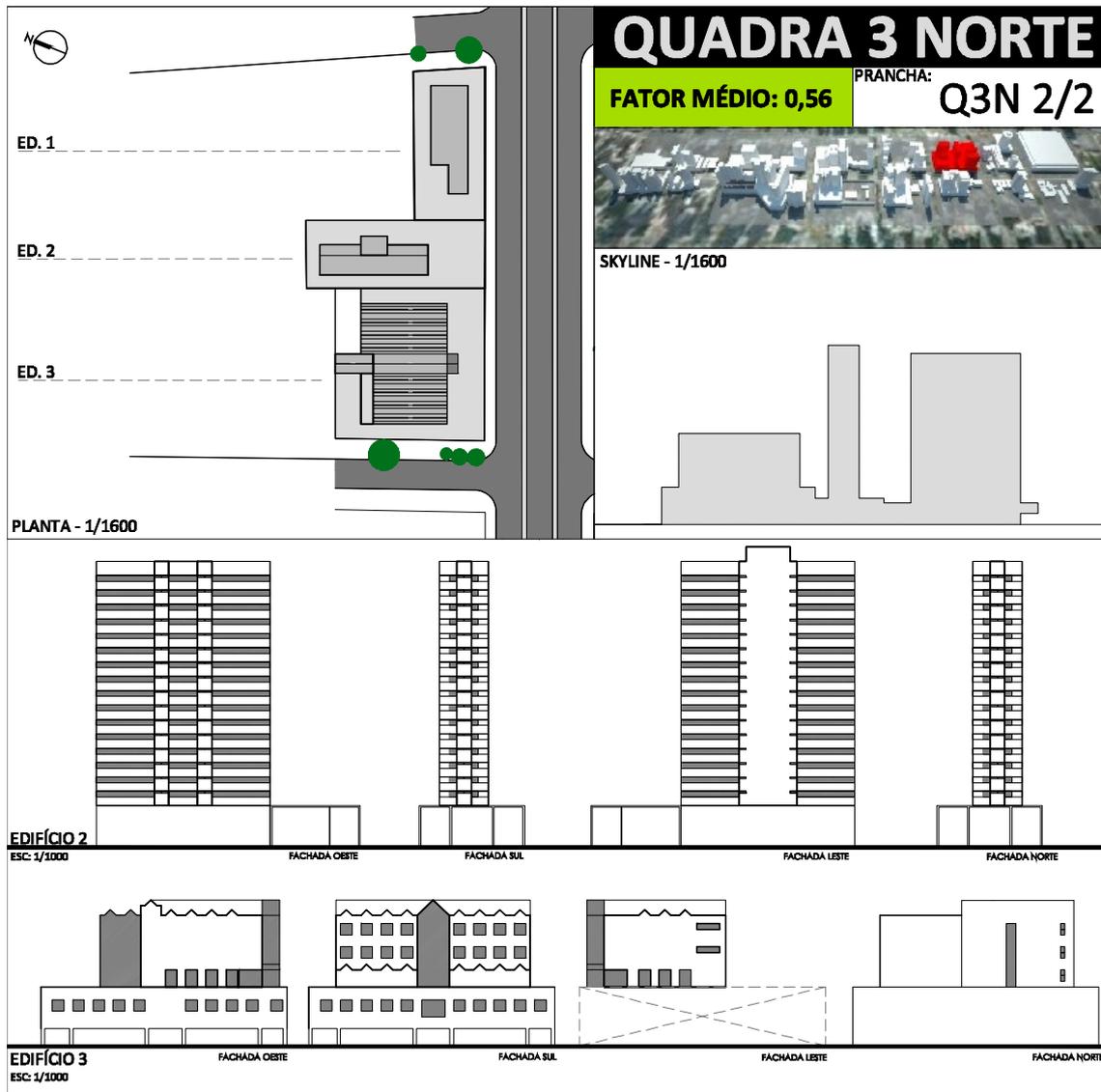
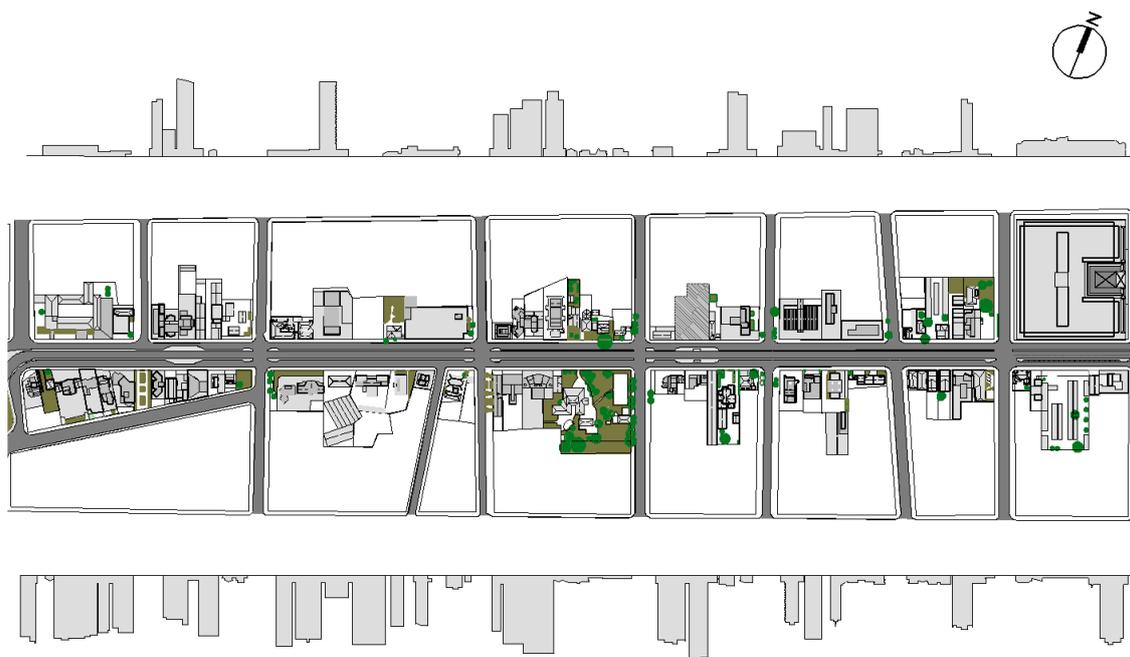


Figura 1. Prancha de mapeamento das edificações de uma quadra no trecho (fonte: elaborada pelos autores).



**Figura 2.** Representação esquemática das *skylines* dos trechos analisados no espaço específico de análise (fonte: elaborada pelos autores).

Como critério para posterior interpretação de potencial de aplicação de superfícies verticais vegetadas, foram mapeadas todas as fachadas da edificação. Em situações em que não foi possível o acesso visual a determinada superfície, adotou-se o critério da similaridade desta com a fachada imediatamente oposta. A soma das áreas resultou na área total vertical ( $A_{TV}$ ).

O passo seguinte consistiu na determinação da área líquida aproveitável da fachada. Para tanto, foram descontadas da  $A_{TV}$ , as aberturas (janelas, portas, respiros e outros vãos), os componentes de infraestrutura (antenas, nichos de ar-condicionado etc.), as superfícies com largura inferior a 30 centímetros e superfícies envidraçadas, pela impossibilidade de aplicação da maior parte das tecnologias de superfícies vegetadas nessas condições. Obteve-se, como resultado, a área útil vertical ( $A_{UV}$ ).

Para a determinação do potencial de aplicação de superfícies horizontais vegetadas, foram inicialmente mapeadas as coberturas das edificações com base em imagens aéreas, resultando na área total horizontal ( $A_{TH}$ ). Foram, então, descontadas da  $A_{TH}$  as aberturas (coberturas de vidro, zenitais etc.), assim como os componentes de infraestrutura (antenas, aparelhos de ar-condicionado, caixas d'água, piscinas etc.) e as superfícies com largura inferior a 30 centímetros, pelas

mesmas razões apontadas acima. Obteve-se, então, a área útil horizontal ( $A_{UH}$ ).

Com base nos dados levantados, tornou-se possível a medição do fator limite de aplicação de superfícies vegetadas nos edifícios localizados nos cânions urbanos do Eixo Estrutural Centro. Levando-se em consideração algumas legislações analisadas, guardadas suas peculiares de fórmulas e elementos de cálculo, o fator varia de 0,3 para áreas comerciais em Berlim, atingindo 0,6 nas áreas residenciais da mesma cidade (Berlin, 2019); 0,5 para zonas urbanísticas semelhantes ao trecho de estudo em Seattle (Seattle, 2007) e Malmö, na Suécia (Malmö, 2019).

Porém, para estas cidades, o valor base da equação para determinação do índice é a área do lote, desconsiderando, assim, a área de fachadas e cobertura para efeito de cálculo. Esta diferença se dá, provavelmente, pela consideração do benefício “gestão das águas” como prioritário nestas leis, o que não é o caso desta pesquisa.

A presente pesquisa leva em consideração, como sugestão de índice próprio, o conjunto das áreas totais de superfícies verticais e horizontais, visando à determinação do índice ideal para o Fator de Envolvimento Vegetal ( $F_{EV}$ ) de Curitiba.

Portanto, a área total considerada correspondeu à seguinte equação:

$$A_{TG} = A_{TV} + A_{TH} + A_{LL}$$

Onde:

$A_{TG}$	=	área total geral
$A_{TV}$	=	área total vertical
$A_{TH}$	=	área total horizontal
$A_{LL}$	=	área livre do lote

Neste caso, utiliza-se a área líquida do lote, e não sua área total, para evitar duplicidade de somatória, uma vez que a área total horizontal corresponde à projeção da edificação sobre o lote. Os fatores de multiplicação de área foram utilizados com base no cruzamento daqueles constantes das três leis supracitadas, conforme evidenciado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Coeficientes de fator de multiplicação conforme tipos de superfície (Fonte: elaborada com base em Berlin, 2019; Malmö, 2019 e Seattle, 2007).

Tipo de superfície	Berlim	Malmö	Seattle	Valor convenionado
Área inerte (selada)	0,0	0,0	0,0	0,0
Vegetação ligada ao solo (área verde do lote)	1,0	1,0	0,2 a 0,7	1,0
Árvores isoladas	1,0	1,0	0,5	1,0
Superfície vertical vegetada	0,5	0,7	0,7	0,7
Superfície horizontal vegetada	0,7	0,6	0,7	0,7

Como o trabalho volta-se à análise do potencial de envolvimento vegetal, outras superfícies foram consideradas inertes, ou seja, com fator nulo. Portanto, a equação final definida foi a seguinte:

$$F_{EV} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{(A_{UV_i} + A_{UH_i}) * 0,7 + A_{LV_i} + A_{AI_i}}{A_{TGi}} \right]$$

Onde:

**F<sub>EV</sub>** = Fator de Envolvimento Vegetal

$A_{UV}$  = área útil vertical

$A_{UH}$  = área útil horizontal

$A_{LV}$  = área de lote vegetada

$A_{AI}$  = área de árvores isoladas

$A_{TG}$  = área total geral

A fórmula acima foi aplicada para cada lote inserido na área de estudo. De posse dos resultados, avaliou-se o potencial do envolvimento de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, mais especificamente no Eixo Estrutural Centro.

Com esses procedimentos de interação, pretendeu-se, em primeira instância, a comprovação da hipótese central da investigação de que o envolvimento vegetal constitui uma medida viável para políticas públicas voltadas à mitigação de efeitos ambientais negativos dos cânions urbanos.

Como decorrência, buscou-se a formulação de parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo voltados aos benefícios do envolvimento vegetal em edifícios situados em cânions urbanos. Inicialmente, foi realizada a média aritmética de todos os lotes da área, com vistas à aferição da média máxima do Fator de Envolvimento Vegetal.

Visando ao cálculo da razão H/W/L, W (largura) é igual a 30 metros (distância entre alinhamentos prediais), e o L (comprimento) igual a 120 metros (comprimento de cada quadra). Quanto ao H (altura), a Avenida Sete de Setembro, mesmo que seja o trecho mais consolidado das estruturais de Curitiba, possui diferença nas alturas das edificações nos dois lados da via.

Portanto, buscando uma aproximação teórica

das geometrias homogêneas, foram consideradas as médias aritméticas dos lotes com edificações em alturas aproximadas, referenciando a sua relação com a largura dos cânions, conforme segue:

- a) geral;
- b) edifícios com mais de 20 pavimentos ( $H/W > 2$ );
- c) edifícios entre 10 e 20 pavimentos ( $1 < H/W < 2$ );
- d) edifícios entre 5 e 10 pavimentos ( $0,5 < H/W < 1$ );
- e) edifícios com menos de 5 pavimentos ( $H/W < 0,5$ ).

Para cada categoria de razão  $H/W$ , identificou-se a porcentagem de sua área útil de fachada em função da área total, e da mesma maneira para a cobertura, vislumbrando as relações entre o porte das edificações e seu potencial de envolvimento, em números relativos.

O mesmo método foi adotado para os usos do solo, classificando-os em comercial (comércio em geral, *shopping center*, estacionamentos, hotéis etc.); residencial (uso estritamente habitacional); comunitário (instituições de ensino, saúde, religiosas etc.); misto (prioritariamente residencial e comercial) e de serviços (escritórios em geral). Inicialmente, foi identificado o Fator de Envolvimento Vegetal das edificações por uso e, num segundo momento, suas proporções de envolvimento de superfícies verticais e horizontais.

Visando à comparação entre usos, ocupação e FEV, foram, então, realizadas representações volumétricas das três variáveis e efetivado o seu cruzamento por meio da apresentação de três imagens sob a mesma perspectiva.

Por fim, com o objetivo de sugerir um fator mínimo para o setor estrutural de Curitiba, foi realizada a simulação do potencial construtivo da área segundo legislação existente. Com

base nos volumes determinados de ocupação, executou-se o cruzamento das informações alcançadas sobre porcentagens de envolvimento por usos e ocupação, em superfícies verticais e horizontais, para, assim, determinar o  $F_{EV}$  máximo de novas edificações nos eixos estruturais de Curitiba.

## Resultados

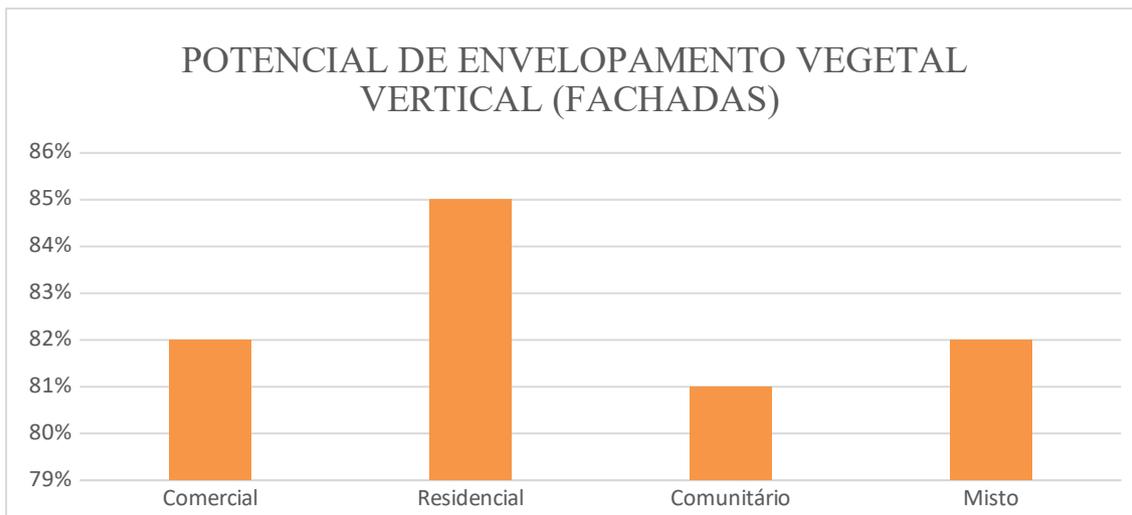
A aplicação do Fator de Envolvimento Vegetal ( $F_{EV}$ ) resultou numa média geral de 0,53. Levando em consideração esse resultado, pode-se afirmar que os edifícios localizados no trecho objeto de estudo - independentemente de seus usos e ocupações - possuem potencial máximo de envolvimento na ordem de 0,5.

Em termos de ocupação do solo, os edifícios foram classificados de acordo com a sua altura ( $H$ ) em relação à largura ( $W$ ) da Avenida Sete de Setembro (30 metros). Assim, tem-se para os edifícios com relações:

- a)  $H/W \geq 2$ , ou seja, altura ( $H$ ) superior a 60 metros;
- b)  $2 > H/W \geq 1$  ( $H$  entre 60 e 30 metros);
- c)  $1 > H/W \geq 0,5$  ( $H$  entre 30 e 15 metros);
- d)  $H/W < 0,5$  ( $H$  inferior a 15 metros).

Um aspecto importante a ser observado é que a maioria dos edifícios analisados possui altura inferior a 15 metros (52%), o que demonstra que o Eixo Estrutural Centro, mesmo sendo o mais consolidado de Curitiba, ainda se encontra em processo de consolidação.

Há somente quatro edifícios (5% do total) de altura entre 15 e 30 metros, que atingiram maior  $F_{EV}$  (0,56), enquanto aqueles com mais de 30 metros – categorias  $2 > H/W \geq 1$  e  $H/W \geq 2$  – possuem 21% e 22% do total, respectivamente. Com referência à proporção de área potencial para envolvimento vegetal vertical, os edifícios possuem as relações apresentadas no Gráfico 1.



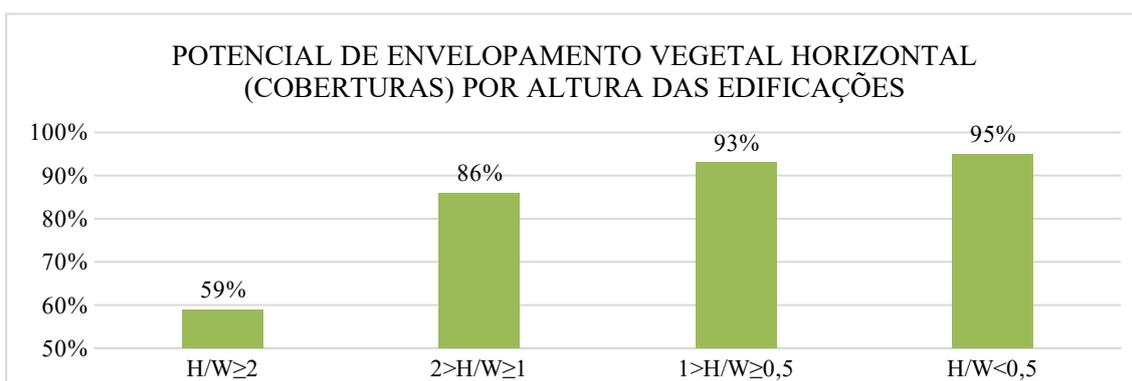
**Gráfico 1.** Relação entre altura dos edifícios e porcentagem de área potencial para envolvimento vegetal vertical no espaço específico de análise (fonte: elaborado pelos autores).

Assim, diagnostica-se que as fachadas dos edifícios mais altos e mais baixos possuem maior potencial de envolvimento. No caso das edificações com altura inferior a 15 metros, esta alta porcentagem deve-se à grande quantidade de muros presentes nos lotes, que não seguem os preceitos do Plano Massa previsto para a área. Para as edificações com mais de 60 metros de altura, atribui-se a proporção à existência de grandes empenas cegas e de outras fachadas com reduzidas aberturas, com exceção às torres de vidro, cujas fachadas envidraçadas foram consideradas não envolváveis.

De acordo com Alexandri e Jones (2008), os valores acima descritos poderiam reduzir os

efeitos de ilha de calor no setor estrutural estudado, assim como Pugh et al. (2012) consideram que 80% – porcentagem média de potencial de envolvimento vegetal para todas as edificações – poderia contribuir para a minimização da quantidade de partículas suspensas PM10 na ordem de 40% para cânions com razão  $H/W=2$  e de 15% para aqueles com razão  $H/W=1$ . Vale ressaltar novamente a complexidade morfológica do cânion urbano da área de estudo. Portanto, os dados obtidos são referenciais.

Quanto à proporção de área potencial para envolvimento vegetal horizontal, os edifícios possuem as relações apresentadas no Gráfico 2.



**Gráfico 2.** Relação entre altura dos edifícios e porcentagem área potencial para envolvimento vegetal horizontal no espaço específico de análise. (fonte: elaborado pelos autores).

Dessa maneira, afere-se que quanto mais baixa a edificação, maior o seu potencial de envolvimento horizontal. Tais resultados são surpreendentes, uma vez que edifícios de menor porte tendem a possuir aberturas zenitais

mais eficientes. A razão para esta diminuição proporcional à altura pode ser atrelada a infraestrutura alocada sobre os edifícios. Os valores médios são de 85%.

A cobertura do solo com vegetação é pouco observada em todo o trecho, por ser dispensada nas torres projetadas de acordo com os parâmetros do Plano Massa. Porém, é constatada em edificações de baixa altura, que não adotam esses parâmetros. Ressalta-se, entretanto, que grande parte dessas edificações são anteriores ao zoneamento de uso e ocupação do solo em vigência (CURITIBA, 2000), sendo várias delas destinadas a estacionamentos térreos. No que concerne à relação do Fator de Envolvimento Vegetal com os usos das edificações, verifica-se os seguintes fatores médios:

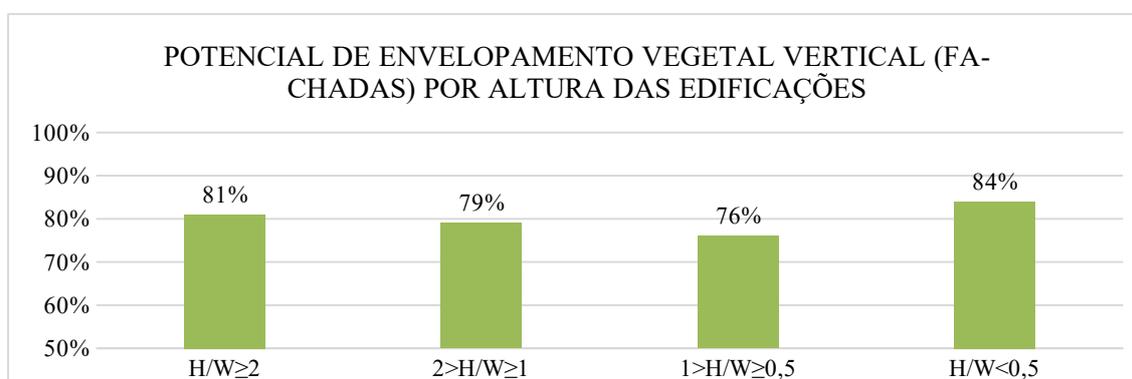
- a) comercial – 0,48;
- b) residencial – 0,61;
- c) comunitário – 0,56;
- d) misto – 0,54;
- e) serviços – 0,50.

Os usos mistos e comerciais são os mais recorrentes no trecho, com 24 edifícios cada, ou 31%, sendo que esses últimos se referem geralmente à relação  $H/W < 0,5$  e os primeiros a  $H/W > 1$ .

Os edifícios destinados a serviços são os mais incentivados pela legislação municipal (Curitiba, 2000), o que amplia o potencial construtivo do lote em uma vez e meia para edificações que utilizem a torre para escritórios; porém, percebe-se que, mesmo que em sua maioria sejam altos ( $H/W > 1$ ), possuem baixo  $F_{EV}$ , especialmente por se tratarem de torres com elevadas taxas de revestimento em vidro. Outro fato constatado é que, mesmo que sejam os mais incentivados, esses usos não são os mais recorrentes, uma vez que totalizam 12 edifícios, equivalendo, portanto, a 16%.

O uso residencial, detentor do maior  $F_{EV}$  dentre as destinações dos edifícios, representa em torno de 15% do total e, em sua maioria, têm baixa altura, salvo em casos particulares de torres de apartamentos sem embasamento comercial. O uso menos recorrente no trecho é o comunitário, representando aproximadamente 5% das edificações.

Em termos de proporção de área potencial para envolvimento por superfície vertical, têm-se os resultados apresentados no Gráfico 3.

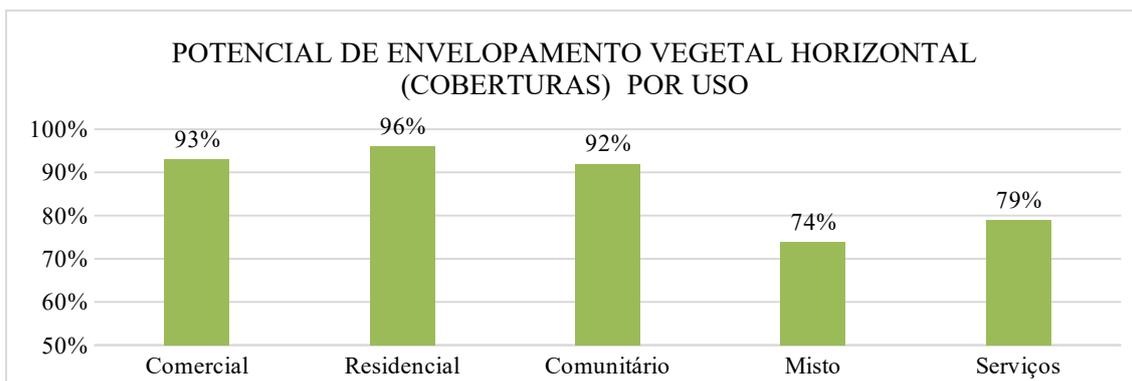


**Gráfico 3.** Relação entre usos dos edifícios e porcentagem de área potencial para envolvimento vegetal vertical no espaço específico de análise. (fonte: elaborado pelos autores).

Logo, identifica-se relativa homogeneidade nas porcentagens de potencial de envolvimento horizontal. Novamente, atrela-se aqui a relativa baixa porcentagem com a existência de fachadas de vidro, relacionadas com torres de escritórios, vinculadas à prestação de servi-

ços, e com a alta proporção de muros de residências existentes no trecho.

Com relação à proporção de área potencial para envolvimento por superfície horizontal, tem-se os resultados expostos no Gráfico 4.



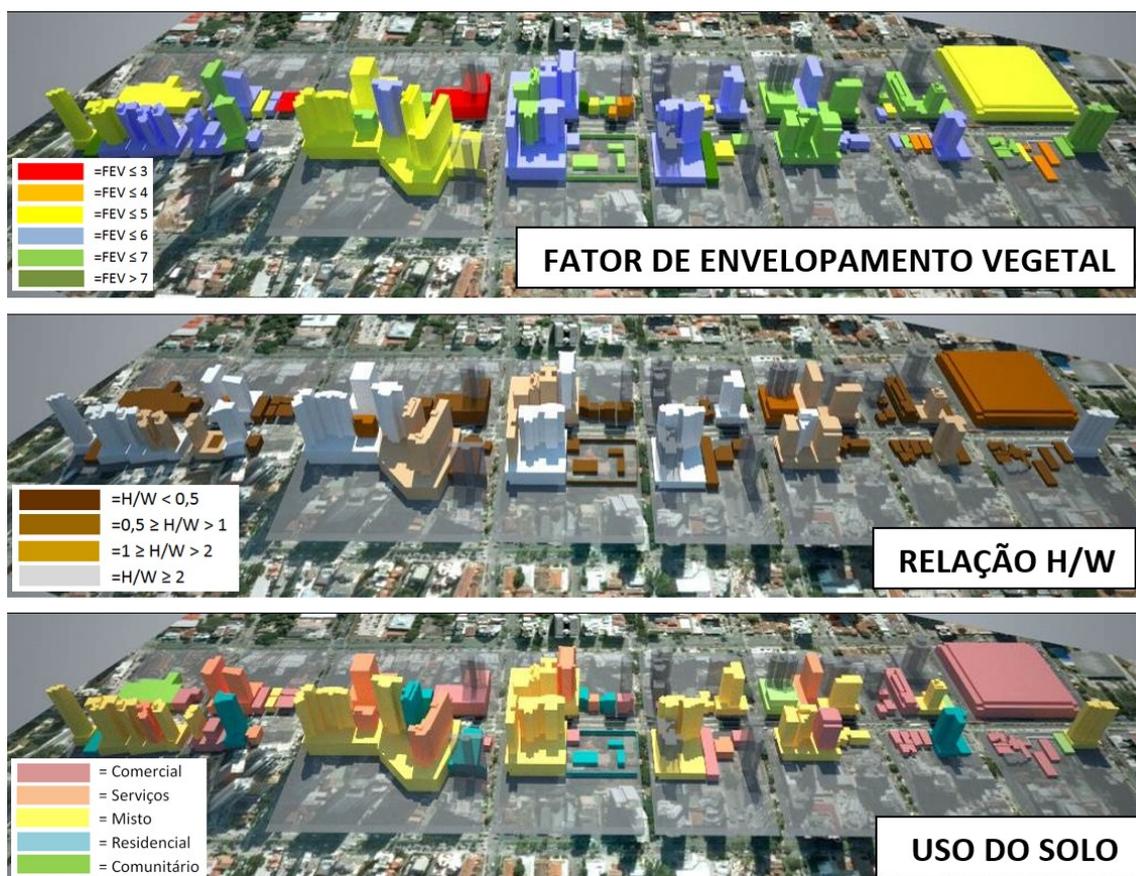
**Gráfico 4.** Relação entre usos dos edifícios e porcentagem de área potencial para envolvimento vegetal horizontal no espaço específico de análise (fonte: elaborado pelos autores).

Constata-se que os usos mais vinculados a edifícios altos – mistos e de serviços – possuem proporcionalmente menor potencial de envolvimento por superfícies vegetadas horizontais, também pela grande quantidade de infraestrutura alocada em suas coberturas.

Com relação à quantidade de vegetação disposta no lote, os usos comunitários e residenciais se destacam, com 11% e 29% de área

verde, respectivamente, o que também condiciona o resultado dos fatores de envolvimento para essas utilizações, aumentando o seu valor.

A Figura 3 apresenta o comparativo entre os fatores de envolvimento, as condições de ocupação pela relação H/W e os usos das edificações na área de estudo.



**Figura 3.** Representação volumétrica de fatores de envolvimento, condições de ocupação pela relação H/W e usos das edificações na área de estudo (fonte: elaborada pelos autores).

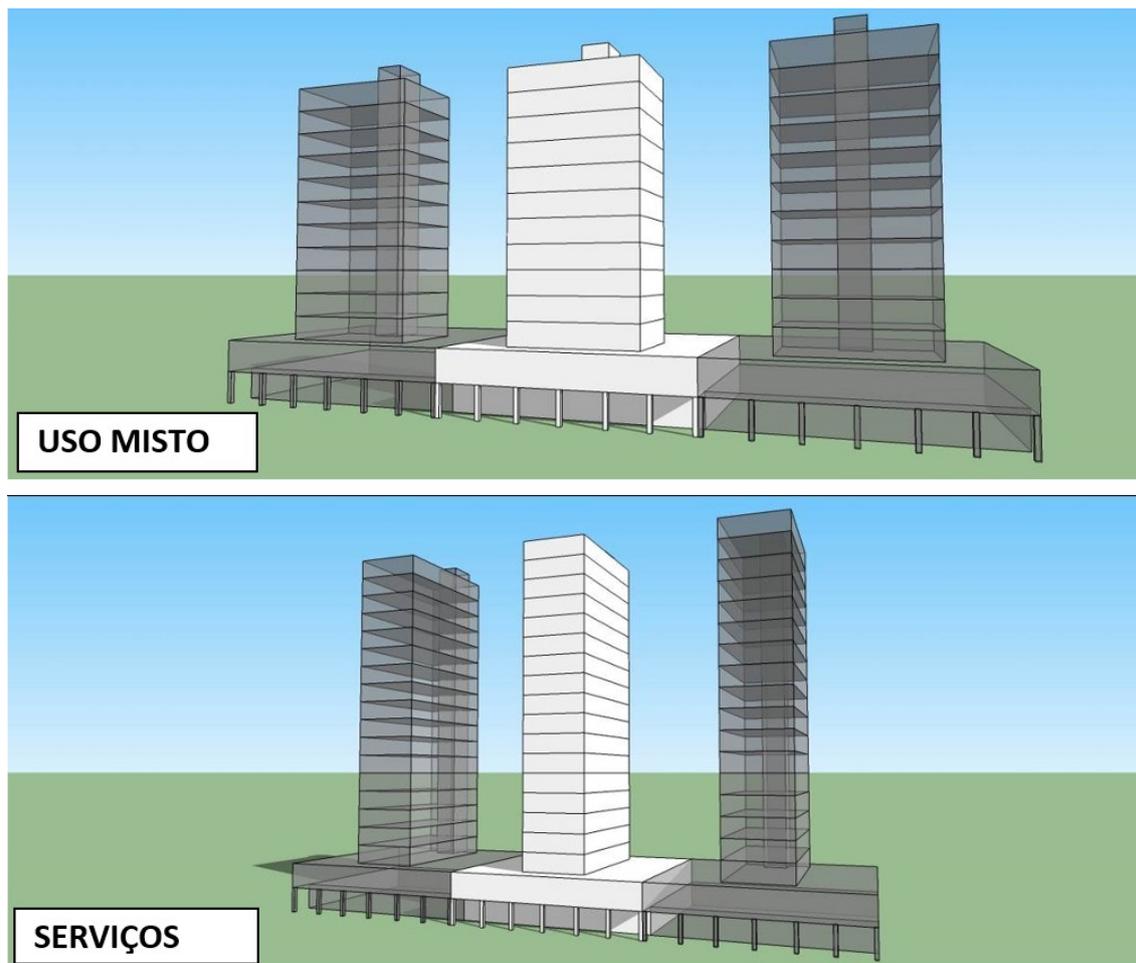
Com vistas à proposição de um fator de envolvimento vegetal para cânions urbanos de

Curitiba, foi desenvolvida, com base nos parâmetros legais de uso e ocupação do solo para

os eixos estruturais (Curitiba, 2000), a simulação do potencial máximo de envolvimento considerando o Plano Massa (Curitiba, 2000), com usos mistos e de serviços, adotando-se os potenciais construtivos adicionais para o segundo caso.

A simulação levou em consideração os parâmetros estabelecidos para testada e área mínimas do lote (15 m e 450 m<sup>2</sup>, respectivamente). Porém, observou-se que, com estes parâmetros mínimos de lote, a configuração dos cânions urbanos fica comprometida, uma vez

que o afastamento lateral de H/6, ou seja, um sexto da altura da edificação, inviabiliza edifícios com mais de 24 metros, enquadrados, desta maneira, na razão H/W menos observada na área. Portanto, adotou-se a utilização de dois lotes mínimos, com testada de 30 metros e área total do lote de 900m<sup>2</sup>, aplicando-se sobre ele os parâmetros de coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação e afastamentos laterais previstos em lei (Figura 4).



**Figura 4.** Representação volumétrica de edifícios com potencial construtivo básico para uso misto e serviços previsto no Plano Massa dos setores estruturais de Curitiba (fonte: elaborada pelos autores).

No primeiro caso, ao edifício de uso misto, com embasamento comercial e torre residencial, foi atribuído o coeficiente de aproveitamento equivalente a 4, referente ao embasamento mais 11 pavimentos, totalizando uma altura de 42 metros, sendo, assim, enquadrado na razão  $2 > H/W \geq 1$ , cujo potencial médio de envolvimento para fachada é de 79% e para cobertura é de 86%. Por meio de média aritmética, estes valores foram cruzados com os

do uso misto, ou seja, com potencial de envolvimento vegetal vertical de 82% e horizontal de 74%, sendo a área livre vegetável do lote igual a zero, em função dos parâmetros previstos em lei.

O mesmo raciocínio foi utilizado para o uso de serviços, com torre de escritórios e coeficiente de aproveitamento igual a 6, referente ao embasamento mais 17 pavimentos, totalizando uma altura de 60 metros, enquadrado, as-

sim, na razão  $2 \leq H/W$ , cujo potencial médio de envolvimento para fachada é de 81% e para cobertura é de 59%. Estes valores foram cruzados com os do uso de serviços, ou seja, com potencial de envolvimento vegetal vertical de 78% e horizontal de 79%, sendo a área livre vegetável do lote igual a zero, em função dos parâmetros previstos em lei.

$$F_{EV} = \frac{(A_{UV} + A_{UH}) * 0,7 + A_{LV} + A_{AI}}{A_{TV} + A_{TH} + A_{\square}}$$

Considerando estes números, o Fator de Envolvimento Vegetal da edificação padrão nas duas situações é calculado da seguinte maneira, com seus componentes detalhados na Tabela 2:

**Tabela 2.** Fator de Envolvimento Vegetal de edificação-padrão (fonte: elaborada pelos autores).

		Uso misto	Serviços
$F_{EV}$	fator de envolvimento vegetal	0,58	0,54
$A_{UV}$	área útil vertical	(80%) 1,425 m <sup>2</sup>	(80%) 2,203 m <sup>2</sup>
$A_{UH}$	área útil horizontal	(80%) 720 m <sup>2</sup>	(69%) 621 m <sup>2</sup>
$A_{VL}$	área de lote vegetada	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
$A_{AI}$	área de árvores isoladas	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>
$A_{TV}$	área total vertical	1,782 m <sup>2</sup>	2,754 m <sup>2</sup>
$A_{TH}$	área total horizontal	900 m <sup>2</sup>	900 m <sup>2</sup>
$A_{LL}$	área livre do lote	0 m <sup>2</sup>	0 m <sup>2</sup>

Nota: os valores são resultantes da simulação descrita acima, utilizando como base as médias identificadas nas análises anteriores.

Com base nessa simulação, percebe-se que, em áreas a serem consolidadas nos setores estruturais de Curitiba, para os edifícios de uso misto, o fator potencial de envolvimento máximo é de 0,58, e para o uso de serviços, é de 0,54. Frente aos resultados anteriores e aos preceitos legais relativos ao tema, sugere-se o atrelamento de medidas compulsórias e de incentivos ao envolvimento vegetal nos cânions urbanos.

Com vistas à fundamentação do processo de planejamento urbano para Curitiba, sugere-se um índice mínimo de 0,2, com base no menor fator diagnosticado na área de estudo, e a partir do índice 0,3 – pouco superior a 50% dos fatores máximos encontrados na simulação anterior – para incentivos, a exemplo da redução de Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), já previstos em algumas cidades em âmbito internacional, tais como Seattle, Estados Unidos, Dusseldorf, Alemanha, e Shanghai, China, e em alguns centros urbanos brasileiros, como São Paulo e Poços de Caldas (Ansel; Appl, 2010; Azevedo, 2011; Ngan, 2004; Seattle, 2007).

## Conclusão

Estratégias como o *Transit Oriented Development* (TOD) propõem áreas adensadas próximas aos acessos ao transporte coletivo. No caso de Curitiba, tal adensamento se deu de forma linear, com a formação de eixos que, por sua vez, tornaram-se cânions urbanos. Essa condição morfológica possui implicações ambientais indesejáveis. Todavia, a dificuldade de simulação em laboratório da realidade dessa tipologia de configuração urbanística em toda a sua complexidade tem impedido o adequado avanço do conhecimento na área, agravado pela eventual irregularidade dos cânions urbanos, ou seja, quando não possuem em todo o seu trecho a mesma relação entre altura, largura e comprimento (H/W/L).

Por outro lado, nota-se um conjunto de medidas mitigadoras indicadas para as interferências adversas dos cânions em regiões urbanizadas, dentre as quais cabe destaque à modificação da geometria urbana e à implantação extensiva de vegetação. Entretanto, em áreas de adensamento edilício consolidado, ambas se tornam impraticáveis em determinadas situações.

Neste artigo mostramos que o envolvimento vegetal constitui uma medida viável para políticas públicas voltadas à mitigação de efeitos ambientais negativos dos cânions urbanos, uma vez que existe por um lado existe área suficiente nas edificações para incorporação de vegetação, e por outro, compatibilidade dos parâmetros urbanísticos atuais com uma eventual incorporação de um fator verde da maneira como foi proposto por esse estudo.

Ainda que a seleção do espaço específico de análise, compreendendo oito quadras consecutivas da Avenida Sete de Setembro, tenha sido baseada na máxima intensidade prevista para ocupação do solo em Curitiba, ela ainda não está completamente consolidada. A heterogeneidade morfológica no trecho estudado é decorrente de se tratar de uma área antiga, com edifícios anteriores à legislação vigente, e também decorrente de recentes alterações de uso e ocupação do solo, que introduziu, por exemplo, recuos progressivos da edificação proporcionais à sua altura.

Mesmo diante da heterogeneidade morfológica diagnosticada, os fatores referentes a potenciais de envolvimento das edificações do Eixo Estrutural Centro são paradoxalmente similares para os diversos trechos analisados, levando à conclusão sobre a validade do estabelecimento de índices específicos para essa finalidade.

Assim, novamente depreende-se a forte ingerência das normas legais vigentes, que privilegiam a ampliação do potencial construtivo para uso comercial e de serviços, com consequente ampliação de superfícies passíveis de recepção de vegetação, especialmente verticais.

A proposta apresentada de criação de fator de envolvimento vegetal levou em consideração não só a extensão do lote, mas também as áreas de fachada e de cobertura, diferenciando-se, assim, dos índices pesquisados.

Para Curitiba, os resultados refletem potencial de envolvimento vegetal de até 80% e 75% das superfícies verticais e horizontais, respectivamente, excluindo-se aberturas de janelas ou portas, áreas envidraçadas e componentes de infraestrutura instalados que impossibilitem a aplicação dessas superfícies. Da mesma forma, os fatores máximos de envolvimento encontrados no trecho pesquisado são da or-

dem de 0,7, enquanto os mais baixos ficam em torno de 0,2.

Visando à interpretação das diferenças entre o trecho estudado e as áreas a serem consolidadas nos eixos estruturais de Curitiba, especialmente em função das novas regras urbanísticas citadas, a avaliação do potencial de aplicação de superfícies vegetadas em simulações de ocupação realizadas com base nos potenciais construtivos básicos do setor urbanístico em questão, permite concluir que o fator máximo de envolvimento vegetal de edificações nos setores estruturais de Curitiba são da ordem de 0,54 para edifícios de uso misto (residencial e comercial) e de 0,58 para aqueles destinados a serviços (torres de escritórios).

Por fim, ressalta-se aqui que a utilização dessa técnica de mapeamento manual das edificações se deu visando analisá-las em suas particularidades e relações com o eixo da Avenida 7 de Setembro. Porém, se mostrou pouco eficaz, imaginando a replicabilidade do processo, por conta da necessidade de desenhar os edifícios isoladamente. Numa eventual reprodução da técnica para escalas maiores, o método pode ser substituído pela utilização de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas, ou ainda mapeamentos digitais.

Nesse sentido, afirmamos que a incorporação de um fator verde aos parâmetros urbanísticos convencionais é uma medida viável não só para Curitiba, mas também para outras cidades brasileiras que possuam configuração morfológica de Cânions Urbanos, ou ainda problemas acarretados pela escassez de vegetação no meio urbano. Para isso, aventa-se a possibilidade de adoção de outros métodos e técnicas de investigação, na busca da simplificação de procedimentos para o incentivo à sua ampla utilização, mesmo por municipalidades ainda não plenamente capacitadas para o adequado processo de gestão urbana.

## Notas

<sup>1</sup> A evapotranspiração é o conjunto de dois processos – evaporação, transformação de calor sensível em latente pela perda de água pelo solo, e transpiração, pela redução hídrica da vegetação através das folhas pelos estômatos –, os quais ocorrem concomitantemente (Silva et al., 2011).

## Referências

- Alexandri, E. e Jones, P. (2008) Temperature decreases in an urban canyon due to green walls and green roofs in diverse climates. *Building and Environment*, 43(4), 480-493. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2006.10.055>.
- Ansel, W. e Appl, R. (2010) Green roof policies - an international review of current practices and future trends. Em: *International Green Roof Congress, IGRA 2010, Nürtingen, Alemanha*. Nürtingen, IGRA. pp.1-4. Disponível em: <https://doi.org/10.3850/s2382581211010167>. [Consultado em: 07 de outubro de 2017].
- Azevedo, P. M. F. (2011) Montagem de Laboratório para estudo experimental de coberturas verdes. Dissertação de Mestrado em Engenharia do Ambiente. Universidade de Aveiro, Portugal. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/15568746.pdf>. [Consultado em: 14 de outubro de 2017].
- Berlin, City of Berlin. (2019), Biotope Area Factor, Disponível em: [http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index\\_en.shtml](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/index_en.shtml). [Consultado em: 25 de janeiro de 2019].
- Chun, B. e Guldmann, J. M. (2018). Impact of greening on the urban heat island: Seasonal variations and mitigation strategies. *Computers, Environment and Urban Systems*, 71(1), 165-176. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.05.006>.
- Cerveiro, R. (2006). Public transport and sustainable urbanism: global lessons. Em: *Science Council of Japan – SCJ, Tokyo, Japan, 2006. Annals*. Tokyo, SCJ pp.1-10. Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/4fp6x44f#main>. [Consultado em: 16 de junho de 2020].
- Curitiba. (2000). Lei Municipal N° 9.800, de 03 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o zoneamento, uso e ocupação do solo no município de Curitiba e dá outras providências. Diário Oficial [do] Município de Curitiba, Paraná, 2000. Disponível em: <http://www.curitiba.pr.gov.br/pmc/servicos/legislacao/zoneamento/index.html>. [Consultado em: 15 fevereiro de 2018].
- Di Núbila, C., Krüger, E.; Hardt, M., Corrêa, J. N., Rose, J. L., Nascimento, E. L. F. e Tamura, C. A. (2019). Desempenho térmico de um sistema de cobertura vegetada para condições subtropicais. *Anais do XV ENCAC - Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*. João Pessoa. Pp 345-360. ISBN: 978-85-89478-45-8. Disponível em: <https://www.even3.com.br/encac2019/>. [Consultado em: 18 de janeiro de 2020]
- Dias, A. R. D. (2016). Análise do impacto do sombreamento vegetal no conforto termo-luminoso em edificações no clima quente e úmido. 278f. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo não publicada, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- EPA – Environmental Protection Agency (2008). Reducing urban heat islands: compendium of strategies. Disponível em: <https://www.epa.gov/heatlands/heat-island-compendium>. [Consultado em: 12 de novembro de 2019].
- Georgakis, C. e Santamouris, M. (2006) Experimental investigation of air flow and temperature distribution in deep urban canyons for natural ventilation purposes. *Energy and Buildings*. 38(4), 367-376. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.07.009>
- Google Earth. (2019). *Imagens aéreas dos eixos estruturais de Curitiba, Paraná*. [Consultado em: 19 de junho de 2019].
- Guerra, A. J. T. e Cunha, S. B. (orgs.) (2005) *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. 3.ed. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil. (Publicado originalmente em 2001)
- Gutteridge, B. (2003). Toronto's green roof demonstration project. Em: *Greening Rooftops for Sustainable Communities Symposium, Chicago, United States. Proceedings...* Chicago, GRHC. s.p. Disponível em: <http://www.greenroofs.com/projects/pview.php?id=59>. [Consultado em: 19 de março de 2019].
- Ferrari, S., Badas, M., Garau, M., Salvadori, L., Seoni, A., e Querzoli, G. (2019) On The Effect Of The Shape Of Buildings And Chimney stacks on Ventilation and Pollutant Dispersion. *EPJ Web of Conferences*, 213, 02017. Disponível em: <https://doi.org/10.1051/epjconf/201921302017>.
- Hardt, L. P. A. (2006) Gestão do desenvolvimento metropolitano sustentável. Em: Silva, C. A., Freire, D. G. e Oliveira, F. J. G. (orgs.). *Metrópole: governo, sociedade e território*. Rio de Janeiro, DP&A, pp.137-149.
- Hardt, M. (2013) Envelopamento vegetal em cânions urbanos: análise da aplicação de superfícies vegetadas em edificações dos setores estruturais de Curitiba, Paraná. 282f. Dissertação de Mestrado em Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. Disponível em: [http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=2571](http://www.biblioteca.pucpr.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2571).
- Hardt, M. (2019) Vegetação no desenho de cidades: relações entre teoria e prática na análise e

- concepção do espaço urbano. 519f. Tese de Doutorado em Gestão Urbana, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba. Disponível em: <https://arquivum.grupomarista.org.br/pergamumweb/vinculos//00007f/00007ffc.pdf>.
- Johnston, J. e Newton, J. (2004) *Building green: a guide to using plants on roofs, walls and pavements*. Londres, London Ecology Unit. (Publicado originalmente em 1993)
- Lobaccaro, G., Acero, J., Padro, A., Laburu, T. e Fernandez, G. (2019) Effects of Orientations, Aspect Ratios, Pavement Materials and Vegetation Elements on Thermal Stress inside Typical Urban Canyons. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19), 3574. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph16193574>.
- London City (2008) Living roofs and walls technical report: supporting London Plan Policy. Londres, Greater London Authority. Disponível em: <https://www.london.gov.uk/sites/default/files/living-roofs.pdf>. [Consultado em: 15 de março de 2019].
- Malmö Stad (2019) Quality Programme Bo01 City of Tomorrow. Disponível em: [http://www.malmo.se/download/18.4a2cec6a10d0ba37c0b800012615/kvalprog\\_bo01\\_dn\\_eng.pdf](http://www.malmo.se/download/18.4a2cec6a10d0ba37c0b800012615/kvalprog_bo01_dn_eng.pdf). [Consultado em: 20 de janeiro de 2019].
- Mutani, G. e Todeschi, V. (2020) The Effects of Green Roofs on Outdoor Thermal Comfort, Urban Heat Island Mitigation and Energy Savings. *Atmosphere*, 11(2), p.123. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/atmos11020123>.
- Ngan, G. (2004) *Green roof policies: tools for encouraging sustainable design*. Toronto, Landscape Architecture Canada Foundation – LACF.
- Oke, T. R. (1978) *Boundary layer climates*. New York, Methuen.
- Panão, M. J. N. O., Gonçalves, H. J. P. e Ferrão. P. M. C. (2009) Numerical analysis of the street canyon thermal conductance to improve urban design and climate. *Building and Environment*, 44(1), 177-187. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2008.02.004>.
- PMC – Prefeitura Municipal de Curitiba. (2010). *Planta cadastral do município de Curitiba*. Curitiba, Prefeitura Municipal de Curitiba.
- Pugh, T. A. M., Mackenzie, R. A., Whyatt, D. J. e Hewitt, N. C. (2012) Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environmental Science & Technology*. 46(14), 7692–7699. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/es300826w>.
- Rogers, R. e Gumuchdjian, P. (eds.) (2016) *Cidades para um pequeno planeta*. Tradução de Anita Regina Di Marco. 2.ed. Barcelona, Gustavo Gili. (Publicado originalmente em 1995)
- Romero, M. A. B. (2016) *Arquitetura bioclimática do espaço público*. 4.ed. Brasília, Editora da Universidade Nacional de Brasília – UnB. (Publicado originalmente em 2000)
- Sapata, A. M. A. (2010) Monitoramento, modelagem e simulação dos impactos e efeitos do ruído de tráfego em trecho de cânion urbano da Avenida Horácio Racanello da cidade de Maringá – PR. 120f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá. Disponível em <http://www.peu.uem.br/Ana2.pdf>.
- Seattle City (2007) *Green Factor*. Disponível em: <http://www.seattle.gov/dpd/cityplanning/completenesslist/greenfactor/documents/default.htm>. [Consultado em: 20 de março de 2019].
- Silva, A. C., Lima, L. A., Evangelista, A. W. P. e Martins, C. P. (2011) Evapotranspiração e coeficiente de cultura do cafeeiro irrigado por pivô central. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 15(12), 1215–1221. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1415-43662011001200001>.
- Speak, A. F., Rothwell, J. J., Lindley, S. J., Smith, C. L (2012) Urban particulate pollution reduction by four species of green roof vegetation in a UK city. *Atmospheric Environment*, 61(1), 283-293. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.07.043>.
- Suga, M. (2005) Avaliação do potencial de aproveitamento de luz natural em cânions urbanos: estudo realizado nos eixos estruturais de Curitiba. 211f. Dissertação de Mestrado em Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba. Disponível em: <http://www.utfpr.edu.br/cursos/coordenacoes/stricto-sensu/ppgte/defesas/ppgte-mestrado-mauro-suga>
- Valesan, M. (2009) Percepção Ambiental de moradores de edificações residenciais com peverde em Porto Alegre. 178f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. Disponível em <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/23933>.

## Tradução do título, resumo e palavras-chave

*Green enveloping in urban canyons: an analysis of the application of vegetated surfaces in buildings of the BRT corridor in Curitiba, Brazil*

**Abstract.** *Generically interpreted as corridors with aligned buildings on both sides of a certain street, urban canyons are one of the main morphological features of contemporary cities that present linear axes of densification associated with the urban movement system, often resulting in adverse environmental implications to urban areas. Based on the central hypothesis that vegetal enveloping of building surfaces is a viable procedure for public policies aimed at mitigating the deleterious effects of urban canyons, the overall goal of the research consists in analyzing the potential of this solution applied to that urban morphological configuration, leaning on the case study of the structural sectors of Curitiba, Brazil. From the interpretation of the internal spatial structure of each section and the integrated analysis of the whole set, the evaluation of the enveloping potential of the buildings in the study area enables the proposition of a Vegetal Enveloping Factor (VEF) minimum of 0,2 to overlay buildings and of 0,3 to obtain indirect incentives.*

*Keywords: urban canyons. densification axes. vegetal enveloping, vegetated surfaces.*

*Editor responsável pela submissão: Vinicius de Moraes Netto.  
Licenciado sob uma licença Creative Commons.*





# Deteção remota: possibilidades para uma abordagem dinâmica e integrada do ecossistema urbano

Catarina de Almeida Pinheiro

Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, Porto, Portugal.

E-mail: catarina-pinheiro@mail.com

Submetido em 22 de junho de 2020. Aceito em 12 de janeiro de 2021.

<https://doi.org/10.47235/rmu.v9i1.155>

---

**Resumo.** *A parca existência de dados espaciotemporais contínuos desde sempre impôs consideráveis restrições a abordagens transversais e diacrónicas do fenómeno urbano. Todavia, avanços tecnológicos, mais ou menos recentes, que diariamente incrementam colossais bases de dados com informação geográfica explícita (e.g., satélites, redes sociais, dados oficiais), vieram possibilitar a desmultiplicação dos estudos de caso. Com efeito, a lógica dedutiva, hegemónica até então, é substituída pela indutiva – que desenvolvida no sentido bottom-up veio colocar em evidência particularismos locais. Nascida ainda antes do apogeu dos ‘Big Data’, a observação sinótica e repetitiva da Terra facultada pela Deteção Remota assume uma importância fulcral no (re)interesse e na renovação metodológica e concetual dos Estudos Urbanos verificada no advento do novo milénio – mormente o enfoque cronogeográfico que é dado aos estudos de morfologia urbana. A par disto, importa notar que a visão multiespectral dos satélites fornece variada informação (e.g., humidade do solo, temperatura de superfície, poluentes), que se estende muito para além da mera extração do tecido urbano. Face ao exposto, procura-se colocar em evidência as mutações que a Deteção Remota – alicerçada nos Sistemas de Informação Geográfica – desencadeou nos Estudos Urbanos, dando-se particular enfoque ao domínio da Geografia, visto aí a abordagem integrada do ecossistema urbano se encontrar maximizada.*

**Palavras-chave.** *deteção remota, ecossistema urbano, dinâmicas espaciotemporais, consequências ecológicas, planeamento territorial.*

---

## Introdução

As áreas urbanas podem ser examinadas em função de uma intrincada múltipla de perspetivas e dimensões (e.g., física, social, económica, ecológica), e sob a égide de diversas disciplinas científicas (e.g., geografia, urbanismo, arquitetura), que em unísono formam o que se entende por Estudos Urbanos. Contudo, a parca existência de dados espaciotemporais contínuos desde sempre impôs consideráveis restrições a abordagens transversais e diacrónicas, predominando nestes estudos a lógica dedutiva desenvolvida no sentido *top-down* (Herold *et al.*, 2005).

Avanços tecnológicos, mais ou menos recentes, incrementam diariamente colossais bases de dados com informação geográfica explícita. Salientando-se, a este respeito, os satélites de Observação da Terra, a informação cedida voluntariamente de modo ubíquo nas redes sociais (e.g., Panoramio, Flickr, Twitter), bem como a que é reunida em plataformas *peer-to-peer* (como o Airbnb). A tudo isto, juntam-se ainda os dados oficiais, disponibilizados por entidades públicas no âmbito da política de dados abertos encetada nos últimos anos.

A enorme quantidade de elementos disponível para o passado, presente e futuro (tratando-se neste último caso de projeções),

transversal à quase totalidade do global, aliada aos ganhos na capacidade de processamento computacional e/ou em *cloud* (e.g., plataformas *online* como o Google Earth Engine), possibilita nos dias de hoje a quantificação de dimensões do fenómeno urbano até então imensuráveis, como por exemplo o consumo turístico dos lugares (Kádár, 2014), dinâmicas sociais (Yang e Rim, 2014), ou mesmo sentimentos (Cao *et al.*, 2018). Tudo isto fomentou o interesse pelas áreas urbanas enquanto eventos espaciais (Sui, 2011) e contribuiu para um refinamento de múltiplas geografias urbanas.

Em vista disso, assiste-se a uma desmultiplicação dos estudos de caso, sendo a lógica dedutiva, hegemónica até então, substituída pela indutiva (Herold *et al.*, 2005). A perspectiva *bottom-up* veio colocar em evidência os particularismos intrínsecos a cada território, pelo que as cidades encaradas – metaforicamente – como máquinas, parecem assemelhar-se cada vez mais aos organismos (Batty, 2012).

Nascida ainda antes do apogeu dos ‘*Big Data*’, a Observação da Terra, a partir de satélites posicionados no Espaço, assume uma importância fulcral no (re)interesse e na renovação metodológica e concetual dos Estudos Urbanos verificada no advento do novo milénio (Herold *et al.*, 2005). Os satélites possuem uma visão sinótica, que desde há décadas se repete sistematicamente, em função da resolução temporal do satélite (Kadhim *et al.*, 2016). Atente-se que o Programa Landsat, iniciado em 1972 com o lançamento do Landsat 1 MSS, mantém-se ainda hoje operacional, com o Landsat 8 OLI. De mais a mais, a sua manutenção futura, com o lançamento do Landsat 9 previsto para 2021, assegura a continuidade das investigações.

Vale lembrar que, numa primeira fase a Deteção Remota esteve afastada das temáticas urbanas, devido à fraca resolução espacial das imagens, que eram essencialmente utilizadas à escala regional, nacional ou mundial, mormente para o estudo das grandes unidades morfológicas, pedológicas, biogeográficas, geológicas e de ocupação e uso do solo (Rocha e Sousa, 2007). Todavia, os ganhos de resolução espacial e espectral verificados, especial com o Programa Landsat, promoveu o interesse, a

confiança e, mesmo, a dependência relativamente aos dados de Deteção Remota, considerando a facilidade de aquisição da informação para extensas áreas e longos períodos, a possibilidade de processamento digital por via da integração com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Bhatta, 2010).

As imagens de satélite viabilizaram o enfoque cronogeográfico dos Estudos Urbanos, pois a visão estática do território cede lugar a uma abordagem dinâmica (como se de um filme se tratasse). Dessarte, o foco da investigação estende-se para além do padrão (e.g., a morfologia urbana), abrangendo de igual modo o processo de mudança (i.e., a evolução urbana). A par disto, importa notar que a visão multiespectral dos satélites – do visível às micro-ondas, passando pelo infravermelho térmico, dependendo do sistema de sensoriamento (Kadhim *et al.*, 2016) – fornece variegada informação (Chrysoulakis *et al.*, 2014), muito além da mera extração do tecido urbano (Carlson e Arthur, 2000; Gluch e Ridd, 2010).

Face ao exposto, procura-se colocar em evidência as mutações que a Deteção Remota, sempre alicerçada nos SIG, desencadeou nos Estudos Urbanos. É dado particular enfoque ao domínio da Geografia, visto aí a abordagem integrada do ecossistema urbano (Ridd, 1995; Bhatta, 2010; Almeida, 2018) – i.e., a diversas escalas espaciais e temporais – possibilitada pelas imagens multiespectrais e multitemporais dos satélites, se encontrar maximizada.

### Deteção Remota de áreas urbanas

A Deteção Remota – observando a Terra de fora para dentro – regista sucessivamente as modificações ocorridas no território, a diferentes escalas espaciais, temporais e espectrais. Por conseguinte, permite descrever, medir e modelar a evolução da configuração espacial das áreas urbanas, bem como inferir mudanças ecológicas resultantes do crescimento urbano (Weeks, 2010). Atente-se que estas consequências não são bem conhecidas (Miller e Small, 2003; Stefanov e Netzband, 2010), pois investigações assentes em dados parcos (espacial e temporalmente) sempre

redundaram em representações pobres e simplistas (Coppin *et al.*, 2004). Esta indagação assume importância acrescida nos locais onde nas últimas décadas se verificaram intensos processos de urbanização (*e.g.*, China, Estados Unidos da América, e mesmo Portugal).

#### *Abordagem dinâmica das áreas urbanas*

A extração das coberturas/usos do solo, e particularmente do tecido urbano, constitui uma das principais aplicações das imagens de satélite, ainda que nas áreas urbanas esta tarefa se tenha revelado deveras complexa por causa da acentuada heterogeneidade de materiais (Rocha *et al.*, 2007; Weng, 2012; Fugate *et al.*, 2010; Viana *et al.*, 2019), imposta pela miscelânea de usos do solo. Mesmo assim, o estudo da componente física da *urbe* – *i.e.*, as áreas edificadas, as vias rodoviárias, os passeios, os parques de estacionamento (enfim, todas as superfícies impermeáveis) – encontra-se entre as mais proeminentes linhas de investigação dos Estudos Urbanos assentes em Deteção Remota.

Decorrente da fertilização cruzada com outros domínios científicos, assiste-se à implementação de novos métodos de análise da forma urbana, bem como dos processos que lhe estão subjacentes. A este respeito sobressai, pela imensidão de estudos de caso, a adaptação dos índices de estrutura espacial, originários da Ecologia da Paisagem (Forman, 1995), às manchas de tecido urbano (*e.g.*, Dietzel *et al.* 2005a, 2005b; Herol *et al.*; 2005; Dahal *et al.*, 2017). Ademais, verifica-se a aplicação de técnicas de deteção de mudança (*e.g.*, Xiao e Weng, 2016) e a introdução da geoestatística (*e.g.*, Fan e Myint, 2014), sempre tendo por base informação do tecido urbano extraído das imagens de satélite.

No campo teórico, a hipótese proposta por Dietzel *et al.* (2005a, 2005b) de que o crescimento de urbano se desenvolve segundo fases cíclicas de difusão e de coalescência, recebeu nos últimos anos especial atenção (*e.g.*, Liu *et al.*, 2010; Dahal *et al.*, 2017), contribuindo para tal a aplicação do *Landscape Expansion Index* (LEI). Esta métrica, desenvolvida por Liu *et al.* (2010), fornece uma resposta concreta sobre o modo como o crescimento urbano se

processa. Segundo este índice, aplicado ao padrão de mudança verificado entre duas datas (e não à imagem de uma determinada data, como sucede com as métricas tradicionais), a adição de tecido urbano pode ocorrer: (i) por via da colmatação urbana, quando as novas manchas de edificação se localizam nos interstícios remanescentes; (ii) em contiguidade com o tecido urbano já implementado no território, podendo ser aglomerados ou vias rodoviárias; ou (iii) por dispersão, quando as novas manchas surgem isoladas de qualquer tecido urbano.

Seguindo a explanação de Liu *et al.* (2010), o valor do LEI, que varia entre 0 e 100, é definido pelo seguinte conjunto de regras heurísticas aplicadas a *buffers* criados no entorno das novas manchas urbanas, assim: (i) se a área do *buffer* é ocupada maioritariamente pelas manchas urbanas preexistentes ( $\geq 50 \text{ LEI} \leq 100$ ), então considera-se o crescimento urbano do tipo colmatação; (ii) se a área do *buffer* é preenchida por um misto de espaço vacante e de tecido urbano ( $0 < \text{LEI} < 50$ ) então a nova mancha corresponde ao tipo contiguidade; (iii) se a área do *buffer* é composta exclusivamente por espaços não urbanos ( $\text{LEI} = 0$ ), então a nova mancha enquadra-se no disperso.

Concomitantemente, Liu *et al.* (2010) propuseram duas variantes do LEI: o *Mean Expansion Index* (MEI) e o *Area-weighted Mean Expansion Index* (AWMEI). O valor médio LEI (que pode ser ponderado pela área das manchas) quantifica eficazmente a preponderância relativa de cada um dos modos de crescimento urbano ao longo de uma série temporal, traduzindo com efeito a maior ou menor compacidade do processo de urbanização (Liu *et al.*, 2010). Destarte, fornece uma resposta direta, quantificável e comparável à questão formulada por Dietzel *et al.* (2005a, 2005b). Esta standardização dos estudos é fundamental à comparação de resultados, na qual assenta a comprovação ou refutação de teorias, segundo a qual o conhecimento científico avança.

A informação extraída das imagens de satélite fornece ainda as bases para uma investigação de base quantitativa das *driving forces* do crescimento urbano, convencionalmente analisadas numa perspetiva qualitativa (Chen *et al.*, 2018), e

ainda parcamente compreendidas (Miller e Small, 2003). Estes estudos assentam no cruzamento do tecido urbano com indicadores de ordem demográfica, económica, sociocultural ou política, por via de correlações simples e/ou múltiplas, da análise fatorial ou da geoestatística (e.g., Chen *et al.*, 2018; Meneses *et al.*, 2017). Em concreto, são utilizados dados estatísticos (e.g., crescimento populacional, dimensão média das famílias, rendimento familiar), fatores de ordem espacial (e.g., distância ao núcleo urbano central, estradas, barreiras naturais, como rios ou áreas com declive muito acentuado) ou decorrentes da política territorial (e.g., zonamento, condicionantes, servidões).

Os fatores responsáveis pelo crescimento urbano variam significativamente no espaço (Meneses *et al.*, 2017) e no tempo, pelo que os indicadores são selecionados em função da realidade local. Este apuramento é pré-requisito para o desenvolvimento de modelos realísticos de projeção do crescimento urbano (Veldkamp e Lambin, 2001).

As inovações metodológicas descritas fornecem indicações sobre o onde (localização), quando, quanto (ritmo), modo e porquê (*drivers*) do crescimento urbano – que em conjunto permite dar resposta a uma das questões basilares dos Estudos Urbanos – *i.e.*, ‘*how do cities form over time*’ (Herold *et al.*; 2005). A abordagem dinâmica das áreas urbanas, iniciada por Batty e Longley (1994), com a teoria da ‘Cidade Fractal’, vem mitigar uma das principias críticas apontadas às teorias urbanas predecessoras – justamente o facto de não incluírem o fator tempo, que modifica as condições gerais como salienta Beaujeu-Garnier (1995).

#### *Estudo integrado do ecossistema urbano*

As imagens de satélite além de permitirem discernir a estrutura física (*i.e.*, dimensão) e a morfologia (*i.e.*, forma) das áreas urbanas – e, portanto, traçar a sua evolução espaciotemporal (Dahal *et al.*, 2017; Chen *et al.*, 2018; Viana *et al.*, 2019) –, proporcionam uma multiplicidade de indicadores biofísicos (Ridd, 1995). Neste sentido, atente-se que as áreas urbanas, mais ou menos compactas, não se restringem às superfícies impermeabilizadas, em verdade são compostas por uma ampla gama de

materiais naturais, seminaturais e antrópicos, pelo que Bhatta (2010) considera o ecossistema urbano um sistema híbrido.

A diversidade de materiais que compõe o ecossistema urbano detém propriedades muito heterogéneas e interações complexas (Ridd, 1995), ainda assim, existem componentes e processos que podem ser generalizados. Ridd (1995) propôs um modelo teórico – denominado V-I-S (*Vegetation–Impervious Surface–Soil*) – que oferece a necessária simplificação do ecossistema urbano, subdividindo-o em três componentes biofísicas fundamentais: (i) vegetação; (ii) superfícies impermeáveis antrópicas; e, (iii) solo nu. Trilogia a que ainda se soma a água. Estas componentes biofísicas – ou coberturas do solo – exibem características muito contrastadas, quer ao nível dos processos biofísicos (*i.e.*, fluxos de energia e de água), quer da percepção humana sobre elas (Gluch e Ridd, 2010).

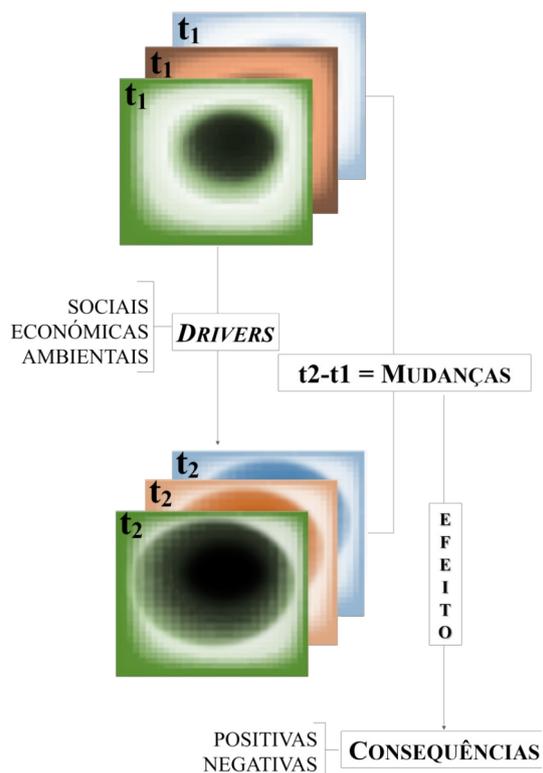
Em concreto, o modelo V-I-S, que pode ser aplicado a várias escalas de observação (e.g., subpixel, pixel, grupos de pixéis similares, ou até mesmo à cidade como um todo), efetua a ligação entre a composição das áreas urbanas e as características espectrais das imagens de satélite. Deste modo, possibilita a identificação das componentes biofísicas de modo objetivo e quantitativo a partir dos dados de Deteção Remota (Gluch e Ridd, 2010). Esta standardização dos estudos, tal como referido a propósito do LEI, possibilita um escrutínio detalhada da ‘anatomia das cidades’ (Ridd, 1995) – tanto no espaço (*i.e.*, diferentes territórios), como no tempo (*i.e.*, evolução cronológica). Esta abordagem desenvolve-se num espetro mais amplo (ou seja, para além da morfologia urbana), pois permite uma análise sincrónica do crescimento urbano com a situação ecológica do território, recuperando tradição dos estudos integrados da Escola de Sociologia de Chicago, fundada por Park em 1920. Ademais, esta abordagem parece contribuir para a superação da visão tradicional das cidades enquanto ‘ilhas estéreis’ no ‘mar’ composto pelos sistemas naturais (Czamanski *et al.*, 2008).

Nesta perspetiva a urbanização é entendida em sentido estrito como a conversão de áreas permeáveis, com maior ou menor cobertura vegetal, em superfícies impermeáveis

antrópicas. Em vista disso, a análise do processo de urbanização deverá começar pelas modificações na cobertura do solo que o crescimento urbano desencadeia, nomeadamente os consumos de solo que acarreta, por constituírem mudanças irreversíveis. Esta questão tem sido estudada com recurso a matrizes de transição (Bhatta, 2010), que indicam todas as alterações possíveis no seio do sistema de classificação adotado (*i.e.*, de  $\rightarrow$  para), e, como tal, possibilitam a quantificação dos ganhos e perdas de cada classe (Liu e Yang, 2015; Xiao e Weng, 2016; Pinheiro *et al.*, 2018). Para além do conhecimento do tipo e da magnitude das mudanças, assume igual importância a cartografia da sua localização.

O seguimento dos fenómenos no espaço e no tempo pela Deteção Remota possibilita a determinação das consequências ecológicas da urbanização (Coppin *et al.* 2004) por comparação da situação observada em dois momentos distintos (*e.g.*,  $t_1$ , situação inicial, e  $t_2$ , depois da urbanização; *vide* Figura 1). Os limites desta análise residem na longevidade do(s) satélite(s) utilizado(s). Hodiernamente, é possível uma monitorização em contínuo destes efeitos, numa lógica de *story-telling* (Sui, 2011).

Uma das principais preocupações decorrentes da expansão urbana centra-se na depleção da vegetação, particularmente a arbórea (*e.g.*, Ryznar e Wagner, 2001; Zhou e Wang, 2011), atendendo aos inúmeros benefícios que proporciona (Parker e Baro, 2019), designadamente para: (i) o ambiente (*e.g.*, sequestro do carbono, filtragem de partículas, fonte de alimento, manutenção de habitats e da biodiversidade), (ii) a saúde e bem-estar (*e.g.*, redução do stress, melhoria da saúde física e mental, aumento da capacidade cognitiva); (iii) a economia (*e.g.*, redução do consumo de energia, aumento da produtividade laboral); e, (iv) a sociedade (*e.g.*, aumento da coesão, redução do crime).



**Figura 1.** Abordagem dinâmica e integrada dos efeitos da urbanização viabilizada pela Deteção Remota (fonte: elaboração própria).

Efetivamente, a urbanização constitui um dos exemplos mais profundos das modificações humanas na superfície terrestre (Weng, 2011). Os efeitos no sistema climático encontram-se entre os mais bem documentados, particularmente no que se refere à formação da ilha de calor urbano (Roth, 2013). Este fenómeno assenta na existência de valores de temperatura mais elevados nas áreas urbanas por comparação com a sua envolvente rural, decorrente das alterações no balanço energético entre a atmosfera e a superfície terrestre, desencadeadas pela substituição de coberturas naturais por materiais artificiais, assim como pela libertação de calor antrópico, que apesar de ser em menor grau não pode ser descurada (García-Cueto *et al.*, 2007).

Para o conhecimento do efeito climático da urbanização em muito contribuiu a incorporação do infravermelho térmico nos satélites de média resolução (*e.g.*, Landsat, ASTER, MODIS). Neste espetro a radiação emitidas pelas superfícies, é passível de ser convertida na temperatura de superfície ( $T_s$ ), por via da inversão da Lei de Planck – tendo

vido Rao (1972) o primeiro autor a demonstrar que tal era possível. Verdade seja dita, a Ts é praticamente a única variável relevante que se encontra ampla e explicitamente disponível para estudos climáticos com enfoque cronogeográfico (Miller e Small, 2003), pelo que constitui um dos parâmetros biofísicos mais utilizados na determinação dos impactes da urbanização (Sharma *et al.*, 2013; Pinheiro *et al.*, 2016; Amorim, 2017; Pinheiro e Laranjeira, 2020).

Noutro cômputo, e em número mais reduzido, os dados diurnos e noturnos dos satélites têm sido utilizados para a realização de estimativas populacionais, no que se refere ao seu tamanho, densidade e distribuição espacial. Esta análise quantitativa revela-se especialmente importante em países que não possuem dados de censos da população recentes e fiáveis, esperando-se que no futuro a informação derivada a partir das imagens de satélite possa contribuir para estimativas intercensitárias, particularmente nos países que verificam um crescimento populacional muito acelerado.

Ainda no domínio das Ciências Sociais (Urbanas), a investigação com recurso à Detecção Remota tem-se voltado para a compreensão da relação do ambiente físico urbano (no qual se incluem os espaços verdes) com os diversos aspetos, designadamente: (i) processos demográficos (*e.g.*, Huang *et al.*, 2011), (ii) temáticas sociais, como a qualidade de vida (*e.g.*, Fung e Siu, 2000) ou a criminalidade (*e.g.*, Al-Awar e El-Baz, 2010); (iii) questões de saúde pública (*e.g.*, Dousset *et al.*, 2011; Depietri *et al.*, 2013); e, (iv) situações de (in)justiça ambiental, como o acesso a espaços verdes (*e.g.* Dadvand *et al.*, 2014).

Outrossim, a visão sincrónica que a Detecção Remota fornece do ecossistema urbano propicia uma avaliação das implicações que as decisões de planeamento urbano – *e.g.*, o zonamento funcional (Wilson *et al.*, 2003, Pinheiro e Laranjeira, 2020) – têm no ambiente. Deste modo, auxilia na resposta a um dos principais desafios que os atores envolvidos no processo de planeamento territorial enfrentam, especificamente como equilibrar as demandas do crescimento urbano com o correto funcionamento ecológico do território, dependente da

manutenção dos fluxos de matéria e energia (*e.g.*, água), através de estruturas contínuas, ou em algumas situações elementos descontínuos (Magalhães, 2007).

### **Aplicação da Detecção Remota ao planeamento territorial**

O processamento das imagens captadas pela constelação de satélites destinados à Observação da Terra fornece, *per si* ou em conjunto com outras fontes, um conhecimento sem precedentes sobre as múltiplas dimensões do fenómeno urbano (Chrysoulakis *et al.*, 2014; Kadhim *et al.*, 2016). Esta informação, mais do que aplicável à resolução de problemas científicos, revela-se fundamental para a elaboração de estratégias de gestão ambiental e medidas de planeamento e ordenamento do território, particularmente à escala local onde o detalhe espacial e temporal dos dados se revela quase sempre insuficiente. Tanto mais que, as mudanças no território, presenciadas a um ritmo sem precedentes na história (Mayaux *et al.*, 2008; Seto *et al.*, 2010), obrigam a constantes atualizações das bases de dados.

Note-se que, as imagens de satélite apresentam cobertura temporal contínua e sincrónica (*e.g.*, no Landsat a captura ocorre por volta das 10h/11h), pelo que ao contrário dos registos tradicionais que efetuam medições pontuais, sobre as quais é necessário efetuar generalizações e correções, apresentam valores homogéneos para a seu grau de resolução, captados numa fração de segundos. A ausência de custo na aquisição da quase totalidade dos arquivos da NASA e da Agência Espacial Europeia, somada à periodicidade da captura (*e.g.*, 16 dias no Landsat, quatro vezes ao dia no MODIS), facilita a atualização da informação. Este *update* é particularmente importante em situações de catástrofe – *e.g.*, terremotos, inundações, incêndios florestais, ondas de calor – uma vez que permite avaliar os danos e direcionar de modo mais eficaz os meios de socorro. Por certo, esta informação poder ser aplicada antes, durante ou depois da ocorrência destes eventos, focando na prevenção, gestão e recuperação destas situações, respetivamente. Assim, é possível avaliar não só as áreas urbanas, como também a sua envolvente, sem os

constrangimentos dos limites administrativos ou políticos, que impõe limitações a outros tipos de dados (Miller e Small, 2003).

Em suma, apesar do elevado custo-benefício, continua a ser notória a lacuna entre a aplicação da Deteção Remota na investigação científica e a sua inclusão no processo de planeamento (Netzband *et al.*, 2007; Wentz *et al.*, 2012), em virtude da complexidade dos métodos de processamento envolvidos, particularmente num quadro de técnicos diminuto e pouco capacitado, como sucede em Portugal (Ferrão, 2014). Como alertam Zhao *et al.* (2011), os técnicos de planeamento apoiam-se em técnicas facilmente acessíveis, concretizadas em diretrizes e gráficos visuais. Com efeito, os esforços devem ser dirigidos para a estandardização das técnicas de processamento das imagens de satélite, e ainda mais importante para o desenvolvimento de produtos finais (históricos e atuais) que facilitem o processo de decisão dos *stakeholders* (Wentz *et al.*, 2012).

### Nota final

Os ‘*Big Data*’, ao fornecerem informação com elevado detalhe espacial e temporal, promoveram o enfoque cronogeográfico dos Estudos Urbanos. Em específico, a visão sinótica e repetitiva da Deteção Remota tem sido amplamente utilizada para estudar o passado (estudo retrospectivo), o presente (monitorização) e o futuro (previsão) dos territórios urbanos, independentemente da sua localização geográfica. Assim, relativamente ao passado (mais ou menos longínquo) a extração das coberturas do solo permite recriar a trajetória das áreas urbanas (a partir de sucessivos retratos), e com efeito descortinar os processos e *drivers* que conduziram ao cenário atual, bem como os

### Referências

- Al-Awar, M., El-Baz, F. (2010) Using Satellite Images in Policing Urban Environments. Em: Rashed, T. e Jürgens, C. (eds.) *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Heidelberg, Dordrecht, London & New York, Springer, 313-328.
- Almeida, R. (2018) Cities, Systems and Structures: an ontological approach to urban studies. *CIDADES, Comunidades e Territórios*. 37, 1-15.

respetivos efeitos ecológicos. No presente contribui para uma gestão mais eficiente do território urbano (*e.g.*, a monitorização da qualidade do ar, avaliação das consequências das inundações). Para futuro, os modelos de previsão, que permitem projetar diferentes cenários (como por exemplo o Modelo de Markov, no caso das mudanças do uso do solo), suportam decisões políticas, com vista à construção de um território mais resiliente e sustentável.

A despeito das mudanças e avanços registados nas últimas décadas, a imensidão de dados adquiridos pelos satélites continua a não ser cabalmente explorada, devido à complexidade dos métodos de processamento envolvidos. No quadro específico dos Estudos Urbanos, importa notar que a extração do tecido urbano permanece uma tarefa muito laboriosa (Rocha *et al.*, 2007; Kadhim *et al.*, 2016; Viana *et al.*, 2019), sendo reduzido o consenso quanto aos procedimentos que fornecem o melhor *trade-off* entre a complexidade do processamento e a precisão da informação. Neste sentido, a disponibilização de produtos processados – como sucede, por exemplo, ao nível europeu com as *High Resolution Layers*, no âmbito do Programa Copernicus –, constitui um importante *input* para a elaboração de estudos transversais, que coloquem em evidência as (dis)similaridades urbanas entre distintas realidades territoriais, espaciais e temporais.

Concluindo, a visão sinótica e repetitiva da Deteção Remota permite extrair o DNA urbano (Wilson, 2010). Sem embargo, dada a complexidade e constante mutação deste sistema não linear (Wilson, 2010), a sua cabal compreensão encontra-se longe de ser alcançada. Em razão disso, assume-se como uma como um dos principais desafios científicos do presente e do futuro (cada vez mais urbano).

Disponível em:

<http://journals.openedition.org/cidades/794>.  
[Consultado em: 15 de dezembro de 2020].

Amorim, M. (2007). Deteção Remota de ilhas de calor superficiais: exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. *Finisterra*. LII(105), 11-133. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18055/Finis6888>.

- Batty, M. (2012) Building a science of cities. *Cities*. 29, S9-S16. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.11.008>.
- Batty, M., Longley, P. (1994) *Fractal Cities: geometry of form and function*. London, Academic Press.
- Beaujeu-Garnier, J. (1995) *Géographie Urbaine*. Paris, Armand Colin Éditeur.
- Bhata, B. (2010) *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data*. Heidelberg, Dordrecht, London, New York, Springer.
- Cao, X., MacNaughton, P., Deng, Z., Yin, J., Zhang, X., Allen, J. G. (2018) Using twitter to better understand the spatiotemporal patterns of public sentiment: a case study in Massachusetts, USA. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 15(2), 250. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph15020250>.
- Carlson, T., Arthur, S. (2000) The impact of land use-land cover changes due to urbanization on surface microclimate and hydrology: a satellite perspective. *Global and Planetary Change*. 25(1), 49-65. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(00\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(00)00021-7).
- Chen, L., Ren, C., Zhang, B., Wang, Z., Liu, M. (2018) Quantifying Urban Land Sprawl and its Driving Forces in Northeast China from 1990 to 2015. *Sustainability*. 10(1), 188. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su10010188>.
- Chrysoulakis, N., Feigenwinter, C., Triantakostas, D., Penyevskiy, I., Tal, A., Parlow, E., ... Marconcini, M. (2014) A conceptual list of indicators for urban planning and management based on earth observation. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 3(3), 980-1002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0921-8181\(00\)00021-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8181(00)00021-7).
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., Lambin, E. (2004) Review Article – Digital change detection methods in ecosystem monitoring: a review. *International Journal of Remote Sensing*. 25(9), 1565-1596. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0143116031000101675>.
- Czamanski, D., Benenson, I., Malkinson, D., Marinov, M., Roth, R., Wittenberg, L. (2008) Urban sprawl and ecosystems—can nature survive. *International Review of Environmental and Resource Economics*. 2(4), 321-366. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/now/jirere/101.00000019.html>. [Consultado em: 15 de dezembro de 2020].
- Dadvand, P., Wright, J., Martinez, D., Basagaña, X., McEachan, R. R., Cirach, M., ... Nieuwenhuijsen, M. J. (2014) Inequality, green spaces, and pregnant women: roles of ethnicity and individual and neighbourhood socioeconomic status. *Environment International*. 71, 101-108. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.06.010>.
- Dahal, K. R., Benner, S., Lindquist, E. (2017) Urban hypotheses and spatiotemporal characterization of urban growth in the Treasure Valley of Idaho, USA. *Applied Geography*. 79, 11-25. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.12.002>.
- Depietri, Y., Welle, T., Renaud, F. G. (2013) Social vulnerability assessment of the Cologne urban area (Germany) to heat waves: links to ecosystem services. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 6, 98-117. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2013.10.001>.
- Dietzel, C., Herold, M., Hemphill, J., Clarke, K. (2005a) Spatio-temporal dynamics in California's Central Valley: Empirical links to urban theory. *International Journal of Geographical Information Science*. 19(2), 175-195. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13658810410001713407>.
- Dietzel, C., Oguz, H., Hemphill, J. J., Clarke, K. C., Gazulis, N. (2005b) Diffusion and coalescence of the Houston Metropolitan Area: evidence supporting a new urban theory. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 32(2), 231-246. Disponível em: <https://doi.org/10.1068/2Fb31148>.
- Dousset, B., Gourmelon, F., Laaidi, K., Zeghnoun, A., Giraudet, E., Bretin, P., ... Vandentorren, S. (2011) Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area. *International Journal of Climatology*. 31(2), 313-323. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/joc.2222>.
- Fan, C., Myint, S. (2014) A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation. *Landscape and Urban Planning*. 121, 117-128. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2013.10.002>.
- Ferrão, J. (2014) *O Ordenamento do Território como Política Pública*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.
- Forman, R. (1995) *Land Mosaics: The ecology of landscapes and regions*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Fugate, D., Tarnavsky, E., Stow, D. (2010) A survey of the evolution of remote sensing imaging systems and urban remote sensing applications. Em: Rashed, T. e Jürgens, C. (eds.) *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Heidelberg, Dordrecht, London & New York, Springer, pp. 119-140.

- Fung, T., Siu, W. (2000) Environmental quality and its changes, an analysis using NDVI. *International Journal of Remote Sensing*. 21(5), 1011-1024. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/014311600210407>.
- García-Cueto, O., Jauregui-Ostos, E., Toudert, D., Tejada-Martinez, A. (2007) Detection of the urban heat island in Mexicali, BC, México and its relationship with land use. *Atmósfera*. 20(2), 111-131.
- Gluch, R., Ridd, M. (2010) The VIS model: quantifying the urban environment. Em: Rashed, T. e Jürgens, C. (eds.) *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Heidelberg, Dordrecht, London & New York, Springer, pp.85-116.
- Herold, M., Hemphill, J., Dietzel, C., Clarke, K. (2005) Remote sensing derived mapping to support urban growth theory. *3rd International Symposium Remote Sensing and Data Fusion Over Urban Areas (URBAN 2005) and 5th International Symposium Remote Sensing of Urban Areas (URS 2005)*. 7pp.
- Huang, Y., Yuan, M., Lu, Y. (2019) Spatially varying relationships between surface urban heat islands and driving factors across cities in China. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*. 46(2), 377-394. Disponível em: <https://doi.org/10.1177%2F2399808317716935>.
- Kádár, B. (2014) Measuring tourist activities in cities using geotagged photography. *Tourism Geographies*. 16(1), 88-104. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14616688.2013.868029>.
- Kadhim, N., Mourshed, M., Bray, M. (2016) Advances in remote sensing applications for urban sustainability. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*. 1(1), 7. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s41207-016-0007-4>.
- Liu, T., & Yang, X. (2015) Monitoring land changes in an urban area using satellite imagery, GIS and landscape metrics. *Applied Geography*. 56, 42-54. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.10.002>.
- Liu, X., Li, X., Chen, Y., Tan, Z., Li, S., Ai, B. (2010) A new landscape index for quantifying urban expansion using multi-temporal remotely sensed data. *Landscape Ecology*. 25(5), 671-682. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10980-010-9454-5>.
- Magalhães, M. (Coord.) (2007). *Estrutura Ecológica da Paisagem, Conceitos e Delimitação – Escala Regional e Municipal*. Lisboa, IsaPress.
- Mayaux, P., Eva, H., Brink, A., Achard, F., Belward, A. (2008) Remote sensing of land-cover and land-use dynamics. Em: Chuvieco, E. (ed.) *Earth Observation of Global Change*. Dordrecht, Springer, pp. 85-108.
- Meneses, B., Reis, E., Pereira, S., Vale, M., Reis, R. (2017) Understanding driving forces and implications associated with the land use and land cover changes in Portugal. *Sustainability*. 9(3), 351. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su9030351>
- Miller, R., Small, C. (2003) Cities from space: potential applications of remote sensing in urban environmental research and policy. *Environmental Science & Policy*. 6(2), 129-137. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.04.001>.
- Netzband, M., Stefanov, W., Redman, C. (2007) Remote sensing as a tool for urban planning and sustainability. Em Stefanov, W e Redman, C. (eds.) *Applied remote sensing for urban planning, governance and sustainability*. Berlin/Heidelberg, Springer, pp. 1-23.
- Parker, J., Baro, M. (2019) Green Infrastructure in the Urban Environment: A Systematic Quantitative Review. *Sustainability*. 11(3182). 20pp. Disponível em <https://doi.org/10.3390/su11113182>.
- Pinheiro, C., Laranjeira, M. (2020) Avaliação por detecção remota da influência ambiental do zonamento no ecossistema urbano de Baga. Em: Remoaldo, P., Caldeira, M., Teles, V., Scalabrini, E., e Fernandes, J. (eds.) *Livro de Atas do XII Congresso da Geografia Portuguesa, “Geografias De Transição Para A Sustentabilidade”*, 13 a 15 de novembro de 2019. Guimarães, Universidade do Minho e Associação Portuguesa de Geógrafos. pp.127-132.
- Pinheiro, C., Laranjeira, M., Bandeira, M. (2016) Mudança no Ambiente Térmico em Guimarães (1984-2014): o impacto da urbanização difusa. Em: Correia, J., e Bandeira, M. (eds.) ‘*Os Espaços da Morfologia Urbana*’ – Atas da 5ª Conferência Internacional da Rede Lusófona de Morfologia Urbana, PNUM 2016., 15 a 16 de julho de 2016. Guimarães, Escola de Arquitectura da Universidade do Minho/ Laboratório de Paisagens, Património e Território (Lab2PT). pp.409-415.
- Pinheiro, C., Laranjeira, M., Bandeira, M. (2018) Observação da área urbana de Braga e Guimarães pelo Landsat: mudanças espaciotemporais nas componentes biofísicas (1984-2016). Em: Vieira, A., Gonçalves, A., e Costa, F. (eds.) *Atas do II Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente – “Desafios Para Afirmer a Lusofonia na Geografia Física e Ambiente*, 4 a 8 de junho de 2018. Guimarães, CEGOT-UMinho. pp., 751-758.
- Rao, P. (1972) Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. *Bulletin of the American Meteorological Society*. 53, 647-648.

- Ridd, M. (1995) Exploring a V-I-S (vegetation-impervious surface-soil) model for urban ecosystem analysis through remote sensing: comparative anatomy for cities. *International Journal of Remote Sensing*. 16, 2165-2185. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431169508954549>.
- Rocha, J., Sousa, P. (2007) *Integração de dados estatísticos na classificação de imagens de satélite*. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa.
- Rocha, J., Tenedório, J., Estanqueiro, R. Sousa, P. (2007) Classificação de uso do solo urbano através da análise linear de mistura espectral com imagens de satélite. *Finisterra*. XLII(83), 47-62. Disponível em: <https://doi.org/10.18055/Finis1438>.
- Roth, M. (2013) Urban heat islands. Em: Fernando, H. (ed.) *Handbook of Environmental Fluid Dynamics - Volume Two*. New York, CRC Press/Taylor & Francis Group, pp. 143-162.
- Ryznar, R., Wagner, T. (2001) Using remotely sensed imagery to detect urban change: Viewing Detroit from space. *Journal of the American Planning Association*. 67(3), 327-336. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01944360108976239>.
- Seto, K., Sánchez-Rodríguez, R., Fragkias, M. (2010) The new geography of contemporary urbanization and the environment. *Annual Review of Environment and Resources*. 35, 167-194. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-100809-125336>.
- Sharma, R., Ghosh, A., Joshi, P. (2013) Spatio-temporal footprints of urbanisation in Surat, the Diamond City of India (1990–2009). *Environmental Monitoring and Assessment*. 185(4), 3313-3325. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2792-9>.
- Stefanov, W., Netzband, M. (2010) Characterization and Monitoring of Urban/ Peri-urban Ecological Function and Landscape Structure Using Satellite Data. Em: Rashed, T. e Jürgens, C. (eds.) *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Heidelberg, Dordrecht, London & New York, Springer, pp. 219-244.
- Sui, D. (2011) Rethinking progress in urban analysis and modeling: models, metaphors, and meaning. Em: Yang, X (ed.) *Urban remote sensing: Monitoring, synthesis and modelling in the urban environment*. New Jersey, John Wiley & Sons, pp.372-382.
- Veldkamp, A., Lambin, E. (2001) Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 85(1-3), 1-6. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00199-2)
- Viana, C., Oliveira, S., Oliveira, S., Rocha, J. (2019) Land use/land cover change detection and urban sprawl analysis. Em Pourghasemi, H., e Gokceoglu, C (eds.) *Spatial Modeling in GIS and R for Earth and Environmental Sciences*. Elsevier, pp. 621-651. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815226-3.00029-6>
- Weeks, J. (2010) Defining Urban Areas. Em: Rashed, T. e Jürgens, C. (eds.) *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*. Heidelberg, Dordrecht, London & New York, Springer, pp.33-46.
- Weng, Q. (2011) Remote Sensing of Urban Biophysical Environments. Em Weng, Q. (ed.) *Advances in Environmental Remote Sensing: Sensors, Algorithms, and Applications*. New York, CRC Press, pp.503-516.
- Weng, Q. (2012) Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. *Remote Sensing of Environment*. 117, 34-49. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.02.030>.
- Wentz, E., Quattrochi, D., Netzband, M., Myint, S. (2012). Synthesizing urban remote sensing through application, scale, data and case studies. *Geocarto International*. 27(5), 425-442. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10106049.2012.687400>.
- Wilson, A. (2010) Remote sensing as the ‘X-ray crystallography’ for urban ‘DNA’. *International Journal of Remote Sensing*. 31(22), 5993-6003. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431161.2010.512308>.
- Wilson, J., Clay, M., Martin, E., Stuckey, D., Vedder-Risch, K. (2003) Evaluating environmental influences of zoning in urban ecosystems with remote sensing. *Remote Sensing of Environment*. 86(3), 303-321. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00084-1](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00084-1).
- Xiao, H. Weng, Q. (2016) A tale of two cities: Urbanization in Greensboro, North Carolina, USA, and Guiyang, Guizhou, China. Em: Weng, Q. (ed.) *Remote Sensing for Sustainability*. New York, CRC Press, pp.81-99.
- Yang, M., Rim, H. (2014) Identifying interesting Twitter contents using topical analysis. *Expert Systems with Applications*. 41(9), 4330-4336. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2013.12.051>.
- Zhao, C., Fu, G., Liu, X., Fu, F. (2011). Urban planning indicators, morphology and climate indicators: A case study for a north-south transect of Beijing, China. *Building and Environment*. 46(5), 1174-1183. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.12.009>

Zhou, X., & Wang, Y. (2011) Spatial-temporal dynamics of urban green space in response to rapid urbanization and greening policies. *Landscape and Urban Planning*. 100(3), 268-277. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.12.013>.

### Tradução do título, resumo e palavras-chave

*Remote Sensing: Possibilities for a dynamic and integrated approach to the urban ecosystem*

**Abstract.** *The limited existence of continuous spatiotemporal data always imposed considerable restrictions on transversal and diachronic approaches to the urban phenomenon. However, recent technological advances daily increase colossal databases with explicit geographic information (e.g., satellites, social networks, official data), enabling the multiplication of case studies. So, the deductive logic, hegemonic until then, is replaced by the inductive one. This approach applied from bottom-up perspective highlights local particularisms. Born even before the splendidity of 'Big Data', the synoptic and repetitive view of the Earth provided by Remote Sensing constitutes a key element in the reinterest and in the methodological and conceptual renewal of Urban Studies verified in the begin of the new millennium. In particular, the chronogeographic focus that is given to studies of urban morphology. Along with this, satellites multispectral view provides diverse information (e.g., soil moisture, surface temperature, pollution), which extends far beyond the mere extraction of urban fabric. In this sense, we seek to highlight the mutations that Remote Sensing - anchored on Geographic Information Systems - promoted in the Urban Studies. We focus on Geography domain were the integrated approach of the urban ecosystem is maximized.*

**Keywords:** *remote sensing, urban ecosystem, spatiotemporal dynamics, ecological consequences, land management.*

*Editor responsável pela submissão: Vinicius de Moraes Netto.  
Licenciado sob uma licença Creative Commons.*





# Villas e Casas de Catálogo no sítio do Primeiro Loteamento de Pelotas-RS: relações entre tipologia arquitetônica e morfologia urbana

Valentina de Farias Betemps da Silva<sup>a</sup> , Aline Montagna da Silveira<sup>b</sup>   
e Franciele Fraga Pereira<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Núcleo de Estudos de Arquitetura Brasileira, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: betempsvalentina@gmail.com

<sup>b</sup> Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Núcleo de Estudos de Arquitetura Brasileira, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: alinemontagna@yahoo.com.br

<sup>c</sup> Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Núcleo de Estudos de Arquitetura Brasileira, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Pelotas, RS; IFSUL Campus Avançado Jaguarão, Jaguarão, RS, Brasil.  
E-mail: franfragap@gmail.com

Submetido em 16 de novembro de 2020. Aceito em 05 de fevereiro de 2021.  
<https://doi.org/10.47235/rmu.v9i1.181>

---

**Resumo.** A chegada do século XX trouxe significativos avanços de infraestrutura urbana, que repercutiram nas maneiras de habitar a cidade e consequentemente as residências. As exigências salutaras do novo século impulsionaram a conformação de uma nova tipologia arquitetônica, as villas e casas de catálogo. Essas residências, caracterizadas pela sua premente ventilação e iluminação naturais buscam, por sua natureza, a característica de grandes lotes para suas implantações. Este artigo analisa como esse novo tipo edilício se implantou na região mais antiga da cidade de Pelotas-RS, o sítio do Primeiro Loteamento, que possui a característica de lotes estreitos e compridos. A investigação proposta pretende compreender como essa arquitetura se inseriu na malha urbana mais antiga da cidade, estabelecendo relações entre a tipologia arquitetônica e a morfologia urbana. A análise dos resultados foi realizada a partir dos dados coletados através de um inventário de varredura, que permitiu entender as principais características do sítio e das edificações estudadas.

**Palavras-chave.** morfologia urbana, tipologia arquitetônica, villas, casas de catálogo, Pelotas/RS.

---

## Introdução

Situada na região Sul do estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), a cidade de Pelotas se consolidou há pouco mais de 200 anos. O município conta com significativo acervo de edificações reconhecidas como patrimônio cultural, no âmbito municipal, estadual e federal. O período áureo do desenvolvimento econômico (e consequentemente arquitetônico) da cidade é representado pelo

apogeu do ciclo charqueador, no final do século XIX (Magalhães, 1993).

Nas primeiras décadas do século XX foram construídas edificações que representavam uma tipologia arquitetônica diferenciada das propostas anteriores. As villas e casas de catálogo, últimas remanescentes do período eclético, eram edificações residenciais que se localizavam principalmente nas proximidades dos limites urbanos, devido à

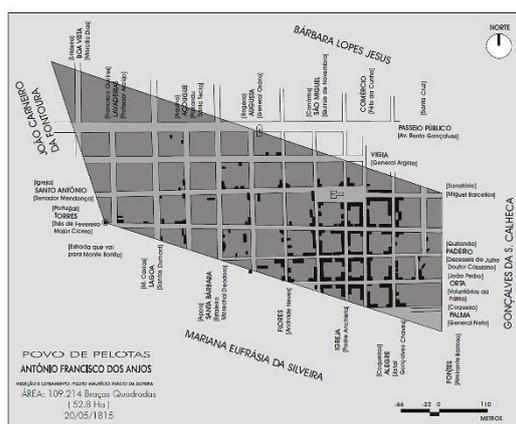


## Caracterização da área de estudo

A área de estudo deste trabalho foi determinada a partir de uma leitura morfológica da cidade de Pelotas-RS. O sítio do Primeiro Loteamento foi a primeira área de ocupação urbana da cidade. Os terrenos, pertencentes ao loteamento da charqueada de José Gonçalves da Silveira Calheca, foram parcelados nas primeiras décadas do século XIX, para implantação do núcleo urbano (Gutierrez, 2001). Pelotas foi classificada por Yunes (1995) como uma cidade de capela, que são aquelas:

originadas do parcelamento de terreno em área de sesmaria, por iniciativa de particulares, os proprietários de terras doam área para o estabelecimento de uma capela, podendo assim regimentar lotes para venda e gerar ou impulsionar a formação de núcleos iniciais das povoações (Yunes, 1995, p.52).

Essa primeira ocupação urbana ocorreu em um platô, uma região alta entre os arroios Pepino (ao leste) e Santa Bárbara (ao oeste) e o canal São Gonçalo (ao sul). A primeira planta, da então freguesia de São Francisco de Paula, foi elaborada por Maurício Inácio da Silveira, em 1815 (Figura 3). Oliveira (2012) comenta que o autor da planta era um piloto de sesmarias que buscou, no desenho proposto para a freguesia, uma regularização do traçado.

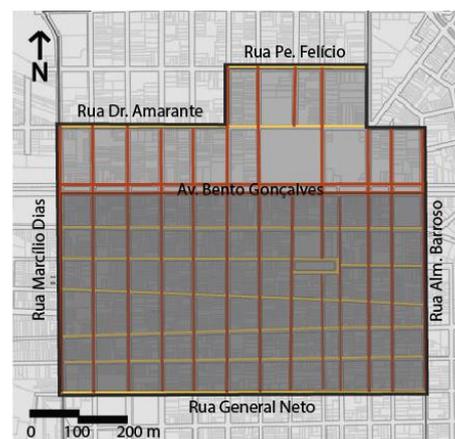


**Figura 3.** Planta da freguesia de São Francisco de Paula (fonte: Gutierrez, 2001, p.167).

O Primeiro Loteamento era delimitado ao norte pelo Passeio Público (atual Avenida Bento Gonçalves), ao leste pela Rua das Fontes (atual Almirante Barroso), ao oeste pela Rua da Boa Vista (atual Marcílio Dias) e

ao sul pela Rua da Palma (atual General Neto). Neste trabalho, considerou-se a área de estudo definida pela AEIAC/ZPPC (Pelotas, 2008), que incorpora ao perímetro original, na área do Primeiro Loteamento, os quarteirões que contornam a Avenida Bento Gonçalves e o Parque Dom Antônio Zattera, no limite norte do recorte espacial (Figura 4). Esses quarteirões, ao norte da Avenida Bento Gonçalves, possuem diferenças nas dimensões dos lotes e quarteirões em relação àqueles encontrados no Sítio do Primeiro Loteamento, devido a sua ocupação em período posterior.

As ruas traçadas no sentido norte-sul eram denominadas ruas principais e aquelas implantadas no sentido leste-oeste eram chamadas de secundárias (Figura 4) ou travessas (Cruz, 1992). Essas travessas possuíam caimento para condução das águas pluviais na direção leste (em direção ao Arroio Pepino) e oeste (conduzidas para o Arroio Santa Bárbara). A exceção dessa conformação ocorre na Avenida Bento Gonçalves. Essa avenida, que delimita ao norte o Sítio do Primeiro Loteamento, é uma via principal traçada no sentido leste-oeste. Na planta de 1815 era identificada como Passeio Público. Até os dias atuais conserva sua largura avantajada, em uma conformação de duas pistas com canteiro central arborizado.



**Figura 4.** Mapa com indicação de ruas principais (em laranja) e secundárias (em amarelo) na zona de estudo. O Sítio do Primeiro Loteamento encontra-se demarcado em cinza escuro e a área incorporada pela AEIAC/ZPPC em cinza claro. O limite entre as duas áreas é o antigo Passeio Público (fonte: elaborado pelas autoras com base nos parâmetros estabelecidos em Oliveira, 2012, p. 323).

O traçado reticulado e regular foi alterado em frente ao largo onde implantou-se a primeira capela da povoação, em homenagem a São Francisco de Paula. O viajante Augusto de Pinho, ao percorrer o sul da província na segunda metade do século XIX, já relatava a expansão da cidade rumo ao sul, ao descrever que:

o arruamento de Pelotas é talvez o mais bem traçado que possui o Império do Brasil, e bem poucas cidades da Europa o terão tão perfeito e regular. Dezoito ruas de boa largura e quatro praças muito bem alinhadas são o que por enquanto formam o que se pode chamar de cidade (Pinho, 1869, *apud* Magalhães, 2000, p.150).

Na ocupação inicial o destaque era a edificação da capela primitiva que, segundo Rossi (1999), configura-se como um fato urbano. No terreno aos fundos da capela localizava-se o antigo cemitério (Aires, 2018), elemento também importante na composição urbana desse período.

A leitura morfológica desse trecho da cidade foi realizada a partir da análise da planta urbana e do referencial teórico proposto por Lamas (1992) e por Costa e Gimmler Netto (2015). As características determinantes desse sítio são compreendidas por Lamas (1992) como componentes da dimensão espacial na morfologia urbana, mais especificamente a escala do bairro. Essa escala compreende as partes homogêneas identificáveis da cidade, como no caso do trecho urbano aqui estudado. Lamas (1992) especifica que a escala do bairro é formada pelo conjunto de quarteirões com características comuns. Esses, por sua vez, são formados pelos elementos morfológicos do espaço urbano.

Os elementos morfológicos apontados por Lamas (1992) que permitiram uma compreensão da área de estudo foram o solo, o edifício, o lote, o quarteirão, a fachada, o traçado da rua, a praça e a vegetação. Esses elementos constituíram as categorias de análise da morfologia urbana da área de estudo - Sítio do Primeiro Loteamento.

Segundo Lamas (1992) o solo e sua topografia desenham as cidades e, a partir deles, já é possível identificar elementos morfológicos urbanos. No caso de Pelotas, o terreno plano possibilitou a implantação de

uma malha regular e retilínea. O pavimento e os revestimentos também são expressivos na leitura da paisagem urbana sendo, porém, os elementos mais suscetíveis às alterações. Nessa região ainda é possível identificar alguns pavimentos do século XIX: os leitos das ruas calçadas com pedra de granito, regular ou irregular, os meios-fios executados no mesmo material e as calçadas, em grande parte, revestidas com tapetes de ladrilhos hidráulicos.

Os edifícios possuem um papel importante no conceito do autor, o qual considera que são eles que dão forma à cidade e aos outros elementos desse espaço, como por exemplo a rua e a praça. As características desse elemento (o edifício) são construtoras da paisagem da cidade e, conseqüentemente, determinantes da forma urbana.

Também para Costa e Gimmler Netto (2015), a interpretação do ambiente construído começa na análise da escala do edifício, que podem ser classificados em “tipos edifícios especializados” (que têm uma função diferenciada) ou “tipos edifícios básicos” (representados pelas residências multifamiliares e unifamiliares).

Outro conceito abordado por Lamas (1992) é a definição de lote. O lote é o resultado do parcelamento dos quarteirões (elemento mínimo), fundamental na concepção da separação entre espaço público e privado. É também um elemento condicionante da edificação e, por consequência, da cidade. Os lotes do sítio do Primeiro Loteamento da cidade de Pelotas tiveram seu parcelamento original regular, a partir da divisão de quarteirões homogêneos.

A unidade morfológica do quarteirão, que agrega e organiza a malha urbana (Lamas, 1992), é um elemento que possibilita uma leitura nítida do sítio de estudo. A retícula regular projetada nos primeiros anos da freguesia, e que hoje configura o centro da cidade, ainda conserva muitas das características do traçado original que é identificado inclusive pela própria população com essa atribuição.

No limiar entre o espaço público e o privado encontra-se o elemento que proporciona a identificação do edifício: a fachada. Ela é divisão e também comunicação entre o exterior e interior, e por trás dela o programa da edificação se desenrola de diversas formas. No caso do Primeiro Loteamento,

muitas vezes, as fachadas dos prédios são também o limite do lote, característica do contexto urbano e construtivo no qual o sítio surgiu. A conformação de edificações implantadas no alinhamento predial é marcante nessa configuração urbana. Essa característica é inclusive reforçada pela legislação municipal de preservação do patrimônio cultural, que incentiva a manutenção dessa implantação no local (Pelotas, 2008).

O traçado é um dos elementos morfológicos mais resistentes à alterações, sendo comum sua persistência com o passar do tempo. É ele que delimita as escalas e níveis, as direções de expansão e é o orientador dos transeuntes. No sítio de estudo esse elemento se manteve pouco alterado, preservando não só a conformação regular do traçado, mas também a largura das ruas.

A praça é um elemento importante na zona de estudo, pois é o elemento morfológico central do primeiro plano urbano da localidade, a partir do qual se organizam e distribuem as demais ruas e quarteirões. Conhecida popularmente como Praça da Catedral, a Praça José Bonifácio (antiga Praça da Matriz) foi elemento fundamental na elaboração do Primeiro Loteamento.

Em torno da capela primitiva, que posteriormente foi elevada à catedral, formou-se o contexto da primeira malha urbana da cidade. Esse edifício-monumento é um elemento marcante da ambiência do sítio. O interesse desse edifício para o estudo ocorre pela sua importância como polo estruturante do traçado da zona estudada. Já para Rossi (1999), esse elemento pode ser interpretado como um fato urbano, uma edificação/monumento que evoca a memória coletiva e toma forma como a “alma da cidade” (Rossi, 1999, p. 17). Nos entendimentos da Escola Italiana de Morfologia Urbana, esse elemento é interpretado como um tipo edilício especializado, pois além de sua função específica, é um marco da paisagem urbana, que contrasta com o tipo básico, que são os edifícios residenciais (Costa e Gimmler Netto, 2015).

A vegetação é um elemento morfológico importante que, no entanto, se destaca pela sua escassez na área de estudo. Apesar do caráter da vegetação como componente de sentido organizador e estético da paisagem, a

ZPPC 1 é, até os dias de hoje, uma área com pouca ocorrência de vegetação nas vias públicas. As ruas e calçadas estreitas dificultam a inserção das massas vegetais. No entanto, essa característica faz com que se destaquem a Praça José Bonifácio, o Parque Dom Antônio Zattera e a Avenida Bento Gonçalves, as quais ainda hoje conservam sua vegetação. A Rua General Osório, que se sobressai pelo seu gabarito, foi uma avenida com canteiro central arborizado, que perdeu essa característica em prol de melhoramentos viários.

Os elementos morfológicos descritos por Lamas (1992) auxiliam a leitura da conformação da área de estudo. Atualmente, o sítio do Primeiro Loteamento abriga uma série de edificações de diferentes temporalidades. Apesar da preservação de muitas das características morfológicas iniciais, é possível caminhar pela localidade e encontrar edificações de pequeno e grande portes e de temporalidades distintas. Essa particularidade reforça um dos conceitos da Escola Inglesa de Morfologia Urbana, que M. R. G. Conzen denomina de palimpsesto. As autoras destacam que para Conzen “quanto maior for o número das camadas envolvidas maior será a quantidade de períodos sucessivos que inscreveram suas formas na paisagem urbana, como um palimpsesto” (Costa e Gimmler Netto, 2015, p.65).

A investigação proposta busca compreender como esse sítio fortemente historicizado recebeu a tipologia de edificações das *villas* e casas de catálogo, sobre as quais as análises deste estudo se debruçaram.

### **Caracterização da tipologia: as *villas* e casas de catálogo**

As transformações urbanísticas e as instalações de redes de infraestrutura urbana que ocorreram na virada do século XIX para o século XX mudaram a forma de construir e habitar. O período marcado pelos grandes planos urbanos higienistas e pelo sanitarismo nas grandes capitais repercutiu em Pelotas, período em que a cidade também passou por essas transformações (Soares, 2000).

A rua, que no Brasil daquela época era mero resultado das edificações nela alinhadas e de seus usos, passou a ganhar relevância nesse processo de “reuropeização” (Freyre, 2003), e não só as praças eram foco de qualificação, mas a própria rua passou a ser pavimentada e

iluminada. Uma nova forma de viver o espaço urbano estava se instaurando, e com ela um novo modo de pensar a edificação.

As mudanças no âmbito residencial ocorreram quando essas transformações do urbano chegaram ao lote: a urbanidade transpôs o limite do público-privado e mudou a vida doméstica. O pensamento sanitizador trouxe a busca pela iluminação e aeração natural das residências, que se tornou cada vez mais presente. Essas modificações ocorreram não só pela ressonância de intervenções sanitárias decorrentes das epidemias, que assolavam os centros urbanos (Soares, 2001), mas também pelo caráter estético idealizado das *villas* europeias e das casas de campo e veraneio Brasil afora.

A casa no alinhamento predial, com pouca luz e ventilação naturais, já não condizia mais com a cidade que se modernizava. A moradia nesse momento buscava os ares salubres e românticos dos jardins, que deixaram de ser apenas o jardim-horta-pomar da casa brasileira do século XIX, descrita por Aragão (2008) e viraram um adereço da casa, como explica a autora:

No interior do lote, para que os dormitórios recebessem iluminação e fossem melhor ventilados, estabeleceu-se o recuo de um ou de ambos os lados da construção; para garantir maior privacidade aos moradores, a casa afastou-se da rua, por meio do estabelecimento do recuo frontal – ideal para a implantação do jardim em frente à residência como elemento de valorização da arquitetura. A passagem do jardim dos fundos para o jardim lateral ou frontal levou também a alterações na concepção desse espaço livre, que deixou de estar misturado às hortas e pomares, tornando-se fundamentalmente ornamental (Aragão, 2008, p.2).

Essas transformações nas mais diversas escalas, que repercutiram em modificações no ambiente urbano e domiciliar, levaram ao surgimento de uma nova tipologia edilícia nas cidades. O estudo dos tipos edifícios é prática recorrente nas pesquisas em Arquitetura e Urbanismo no Brasil. A primeira menção ao termo, no sentido o qual conhecemos atualmente, é atribuída ao teórico Quatremère de Quincy (Pereira, 2008).

A definição de tipo edilício foi expressa formalmente pela primeira vez no início do século XIX por Quincy com a publicação do terceiro volume de *Encyclopédie Méthodique - Architecture* (Pereira, 2008). O autor faz uma vasta reflexão sobre a simbologia e os significados do termo. Em suma, o tipo é um elemento fundamental que imprime o caráter distintivo aos edifícios (Pereira, 2008).

Ainda para Oliveira e Seibt (2005), o critério das características tipológicas é definido pelos tipos construídos, as quais, por sua vez são condicionados pelas características do lote, da função, das técnicas, dos materiais empregados, do clima, da topografia, da situação, da distribuição do programa de necessidades na planta baixa, pelas normas construtivas e condições financeiras do proprietário.

Costa e Gimmler Netto (2015) indicam que Muratori aponta a existência de uma maneira de edificar, concebida pela sociedade através de sua herança cultural e intrínseca ao seu saber. Esse conceito de "tipo", desenvolvido pela Escola Italiana de Morfologia Urbana, interpreta o modelo de edificações produzidas em determinado tempo e em determinado local, como um modo de construir que é manifestado às pessoas através da "consciência espontânea".

Ainda para Muratori, a construção de edificações que representam o "tipo", podem ser explicadas por meio de uma analogia com o próprio ser humano (Costa e Gimmler Netto, 2015). Nesse sentido, é possível interpretar esse processo com a analogia de que a edificação faz parte do indivíduo, de forma que as transformações do tipo ao longo do tempo são correspondentes a mutações biológicas.

Os estudos de Jantzen et al. (2010), fundamentados no legado de Muratori, debruçaram-se sobre as tipologias recorrentes no Sul do Rio Grande do Sul. Essas investigações apontaram que os tipos edifícios mais encontrados foram as casas de porta e janela, corredor lateral e corredor central, em linguagens luso-brasileira, eclética e proto-moderna, que formam a maioria do tecido (ou arquitetura de acompanhamento) das cidades estudadas. Nos estudos que antecederam este trabalho, foram identificadas algumas *villas* e casas de catálogo, que motivaram a pesquisa sobre esse recorte tipológico ainda pouco estudado.

As primeiras *villas* implantaram-se no Sudeste do Brasil no último quartel do século XIX, após a Abolição da Escravatura, em 1888 e no contexto da chegada de imigrantes europeus como força de trabalho assalariado (Reis Filho, 2000). Tal tendência se consolidou, de forma paulatina, após a Proclamação da República, em 1889 (Schettino, 2012). Segundo Homem (1994), loteamentos paulistanos foram construídos na década de 1890 inspirados nos *boulevards* dos arredores de Paris, os quais acomodaram esse tipo de residências:

As avenidas Paulista (1892), Higienópolis, Angélica, e as ruas Maranhão e São Luís (1898) contaram, em geral, com algumas de suas características: amplos traçados (com mais de 30 metros de largura), lotes grandes tipo chácaras, passeios largos e arborizados, pista para cavaleiros, água, luz, esgotos e bondes à tração animal. A maioria situava-se em locais aprazíveis, perto de abundante vegetação, de onde, por se tratar de terras mais altas, se podia desfrutar de belos panoramas. [...] Com o tempo, tornaram-se áreas exclusivas de palacetes, graças a uma legislação específica (Homem, 1994, p.3).

Essa casa semi-urbana trazia então as vantagens do isolamento do campo, mas com a estrutura dos equipamentos urbanos. Com o tempo, o modelo dos recuos frontais e laterais foi se expandindo, e em 1934 a legislação municipal de São Paulo tornou-os aplicáveis a toda a cidade (Homem, 1994). Assim, esse tipo edilício não ficou restrito apenas às margens da cidade, mas pôde ser replicado também na malha urbana consolidada. O mesmo movimento foi observado por Schettino (2012) em seu estudo no Rio de Janeiro, com destaque para o bairro de Botafogo.

Em Pelotas, os primeiros exemplares foram construídos no início do século XX (Figura 5). Até o momento já foi identificado um número significativo de construções edificadas na década de 1920 na cidade de Pelotas (Pereira, 2020). Para Schlee (1993), esse era o novo modelo residencial das grandes e/ou ascendentes famílias burguesas locais. De acordo com o autor, a nova moradia da classe abastada era conhecida

como *villa*, e tinha características bem definidas:

As *VILLAS* eram construções, preferencialmente, de dois pavimentos, edificados em meio a um jardim à inglesa, construídas tradicionalmente na periferia do núcleo central da cidade (ao longo da rua Benjamin Constant, Barroso e Gonçalves Chaves) e que adotavam uma série de inovações e diferenciações em relação à arquitetura que se vinha fazendo até então: a exploração plástica dos jogos de telhado, dos volumes recortados e dos desníveis; a utilização de pequenas varandas ou alpendres cobertos; a construção de pequenas torres ou de volumes que sugerem torres; o emprego de materiais brutos e aparentes como o vigamento de madeira, a pedra, e o tijolo; a adoção de sacadas, terraços e “bow-windows”; e o emprego dos mais variados e exóticos estilos arquitetônicos que garantiam às construções um ar pitoresco (Schlee, 1993, p. 120).



**Figura 5.** Exemplo de *villa* identificada na zona de estudo, localizada na Rua Dr. Amarante (fonte: autoras).

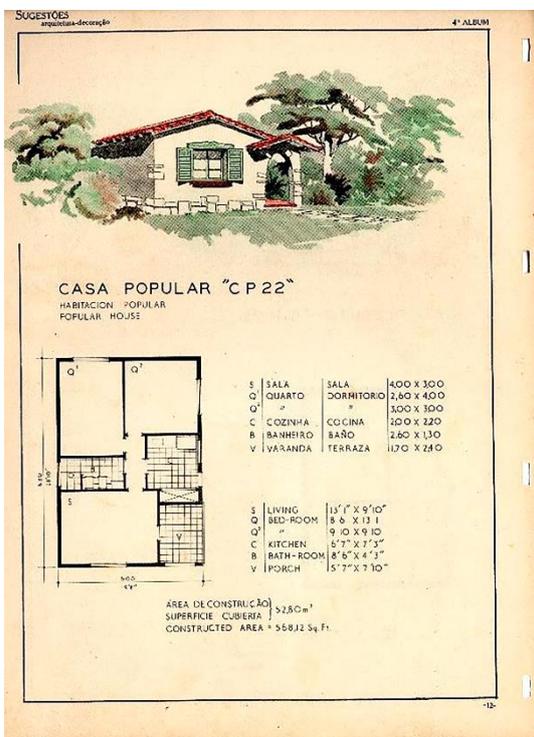
A popularização desse tipo edilício deu origem a uma versão acessível dessas edificações, as chamadas casas de catálogo (Figura 6). De acordo com Costa e Gimmler Netto (2015), com base na análise da Escola Italiana de Morfologia Urbana, essa simplificação pode ser considerada uma diversificação do processo tipológico. Essas residências surgiram em período correlato as *villas* e com a mesma conformação tipológica: utilizando um ou dois recuos laterais e recuos frontais e de fundos, em suma, preferencialmente isoladas no lote. Em

relação às *villas*, as casas de catálogo se diferenciam pelo menor porte.



**Figura 6.** Exemplo de casa de catálogo, identificada na zona de estudo, localizada na Rua Santa Cruz (fonte: autoras).

Outros detalhes semelhantes como o jogo de telhados aparentes, a marcação das entradas e até pequenas *bow-windows* também foram percebidos. O nome se dá em função da semelhança desses exemplares com catálogos construtivos (Figura 7) que circulavam na época (Pereira, 2020).



**Figura 7.** Tipologia representada em um catálogo de edificações que circulava na primeira metade do século XX no Rio Grande do Sul (fonte: Sugestões, s.d., p.12. Acervo de João Marcelo Appel Müller).

As edificações conformadas por essa tipologia edilícia (*villas* e casas de catálogo) foram as primeiras, na zona urbana da cidade, a utilizar recuos frontais e laterais intencionalmente. Seus remanescentes ainda hoje são identificáveis na paisagem urbana.

Com base nas reflexões até aqui apontadas, é possível refletir sobre o impacto da inserção dessas edificações na malha urbana. Sob esse aspecto, cabe destacar a afirmação de Aragão (2006) de que “o estudo dos tipos abre caminhos para leituras e descobertas das estruturas sociais, dos antagonismos e características inerentes à sociedade, da estrutura urbana e da paisagem, sendo, portanto, campo de conhecimento” (Aragão, 2006, p.41).

### Metodologia

A identificação das *villas* e casas de catálogo na malha urbana foi realizada através de um inventário de varredura ou de conhecimento (IPHAN, 2020), visto que se trata de uma tipologia pouco estudada no município em questão. Alguns exemplares foram objeto de estudo na disciplina Projeto de Arquitetura VI (anteriormente denominada de Técnicas Retrospectivas - Projeto de Arquitetura e Urbanismo) e, em função disso, foram documentados, registrados através de levantamentos fotográfico e métrico-arquitetônico e subsidiaram reflexões no campo da preservação patrimonial (Tomaz, Silveira, 2019). Esses estudos integram o acervo do NEAB, da FAUrb/UFPel. Alguns edifícios fazem parte da lista de imóveis inventariados pela Prefeitura Municipal de Pelotas, mas observa-se que são um número pouco expressivo e que não contemplam exemplares significativos dessa tipologia.

O inventário de varredura foi realizado de maneira remota, devido ao isolamento social imposto pela pandemia de Covid-19.

Inicialmente, o planejamento era percorrer presencialmente as ruas da cidade em busca de exemplares dessa tipologia. No entanto, com a impossibilidade dessa prática usualmente empregada nesses estudos, o percurso tornou-se virtual. A ferramenta utilizada para a identificação das obras foi o *Google Maps*, através do recurso do *Street View*. Desse modo, foi possível dar continuidade a pesquisa e ter o apoio de mais uma ferramenta, que contribuiu além do previsto inicialmente para os resultados do estudo.

Através do *Street View*, a área de estudo foi percorrida e foram identificados vários exemplares de interesse. Quando selecionados, esses eram registrados através de capturas de tela. Os dados de identificação de cada exemplar, como endereço e cadastro de quarteirão (CQ), foram catalogados para posterior registro e pesquisa sobre o imóvel. No entanto, o que não se imaginava era que seria possível descobrir outras informações das edificações através desse instrumento virtual. O *Street View* possui uma aba de registros, semelhante a uma biblioteca de documentos, com imagens anteriores do mesmo local. A cidade de Pelotas possui registros do *Google* de 2011 e 2019, o que possibilitou o acesso à imagens desse recorte temporal. Algumas ruas possuem ainda registros de temporalidades intermediárias.

Essa ferramenta contribuiu para a identificação dos imóveis estudados e de alterações que foram realizadas no decorrer do tempo. Observou-se que muitas obras vem sistematicamente passando por substituições e/ou demolições, que repercutem na descaracterização de ambiências significativas que compõem a paisagem urbana da cidade (Figuras 8 e 9).



**Figura 8.** Exemplo de substituição por edificação em altura, identificada na zona de estudo. O conjunto de casas de catálogo conformava toda a face do quarteirão da rua Gen. Argolo e parte da rua Santa Cruz. Remanescente do conjunto localizado na Rua Gen. Argolo esquina Rua Gonçalves Chaves (fonte: autoras).



**Figura 9.** Vista da esquina da Rua Sta. Cruz, que torna evidente o quanto essa substituição alterou a paisagem e dificultou a leitura das edificações como um grupo (fonte: autoras).

A partir do trabalho de reconhecimento dos remanescentes tipológicos na zona de estudo, foi possível estabelecer algumas categorias de análise, que foram sistematizadas em uma planilha. As categorias estabelecidas para a leitura das edificações foram: dimensões do lote (registrada em metros), número de pavimentos e conformação de conjunto, que buscava identificar se o exemplar era único, se formava um conjunto de casas geminadas ou um conjunto de construções semelhantes implantadas lado a lado por duas, três ou mais vezes.

Também foi identificada a presença ou ausência de edícula e a implantação em relação ao lote, que buscou analisar se a edificação ocupava ou não algum dos recuos. A presença ou ausência de recuo frontal também foi analisada, além da classificação da rua (principal ou secundária) e da implantação em relação ao quarteirão (observando se o lote encontrava-se na esquina ou no meio de quadra). Por fim, o quesito da proteção legal foi tratado através da identificação na lista de imóveis inventariados do município.

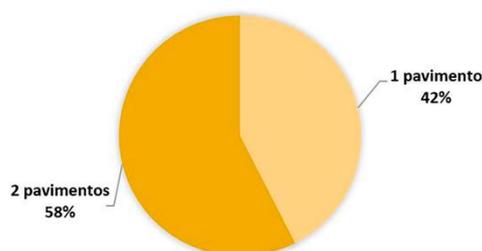
As categorias de análise foram essenciais para entender como essa tipologia implantou-se no sítio de estudo. Essa compreensão fundamenta-se no pressuposto de que “se por um lado, os tipos determinam a forma urbana, por outro lado, a forma urbana os condiciona” (Aragão, 2006, p. 41). As aproximações para a leitura dessas relações serão apresentadas a seguir.

### Análise tipo-morfológica

As categorias de análise foram estruturadas e apresentadas através de gráficos, elaborados a partir dos dados coletados no Sítio do Primeiro Loteamento.

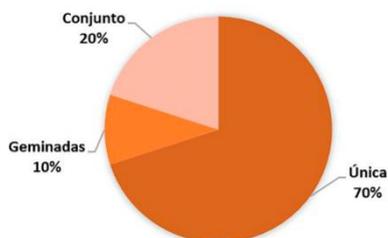
Foram identificados 40 exemplares de interesse no perímetro definido. Inicialmente, observa-se que existe uma quantidade superior de edificações de dois pavimentos em relação às edificações térreas (Figura 10), bem como a predominância dos exemplares únicos, embora ainda existam alguns conjuntos e um número menos expressivo de edificações geminadas (Figura. 11).

#### QUANTO AO NÚMERO DE PAVIMENTOS



**Figura 10.** Gráfico de exemplares de interesse quanto ao número de pavimentos (fonte: elaborado pelas autoras).

#### QUANTO À CONFORMAÇÃO DE CONJUNTO



**Figura 11.** Gráfico de exemplares de interesse quanto à sua conformação (fonte: elaborado pelas autoras).

Observou-se que a solução projetual de implantação dessas edificações em dois pavimentos é recorrente na área de estudo. Essa decisão pode estar relacionada ao tamanho dos lotes, já que se trata da região mais antiga da cidade (e com lotes mais estreitos). Essa suposição pauta-se na análise da dimensão da testada dos lotes, que indica que um número maior de exemplares localiza-se em lotes de testada pequena ou média, ou seja, com até 13,20 m de largura.

Outra estratégia projetual identificada foi a construção de residências geminadas, solução

em que a edificação parece estar isolada no lote, mas se for observada mais detalhadamente percebe-se que são duas unidades com recuos laterais (Figura 12).



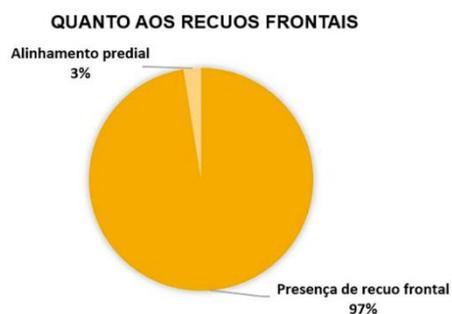
**Figura 12.** Exemplar de edificações geminadas, localizado na Rua Gonçalves Chaves (fonte: autoras).

Sobre a relação da edificação com o lote, percebe-se pelos dados coletados que a característica da casa isolada no lote não foi predominante. No primeiro gráfico (Figura 13) observa-se a porcentagem de exemplares isolados no lote, utilizando os recuos laterais e o recuo frontal. Entretanto, nesse trecho da cidade devido a conformação dos lotes estreitos, observou-se que muitos exemplares, apesar de adotarem essa tipologia, ocupavam algum dos recuos laterais. Isso se deve à presença predominante de lotes de testada médias, quesito analisado na sequência. Um outro fator que interferiu nessa situação foi o surgimento de edículas, que muitas vezes ocupam um dos recuos (Figura 14).

Já sobre a utilização do recuo frontal, foi identificado que esse é massivamente utilizado. Observou-se em apenas um exemplar a sua ocupação, que representa o percentual de 3% da amostra do gráfico (Figura 15). Esse gráfico focou na análise de ocupação do recuo frontal, já que a ausência desta ocupação é uma das características que mais fortemente identificam a tipologia na zona de estudo.



**Figuras 13 e 14.** Gráficos quanto aos recuos laterais e às edículas encontradas nos lotes dos exemplares de interesse (fonte: elaborado pelas autoras).



**Figura 15.** Gráfico quanto aos recuos frontais dos exemplares de interesse (fonte: elaborado pelas autoras).

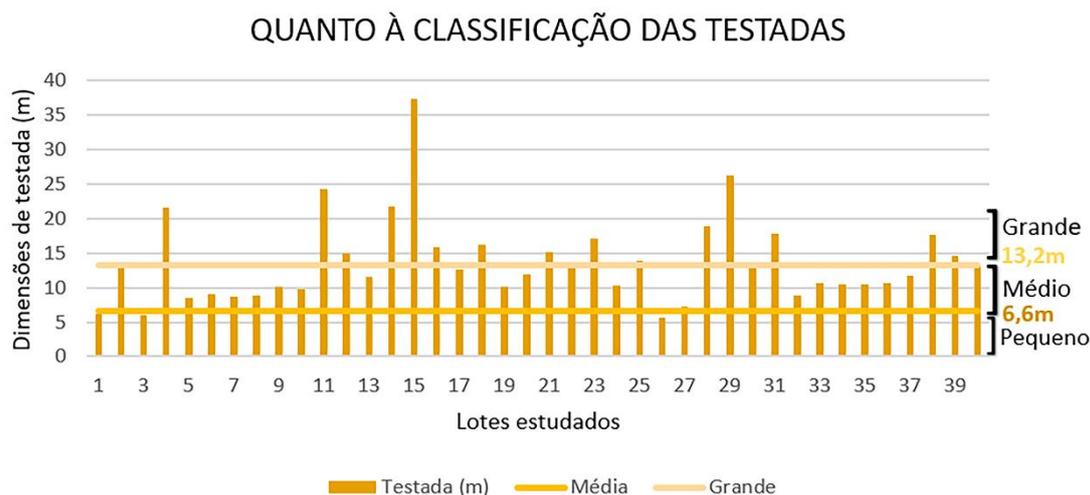
Em relação à classificação das ruas em que os edifícios estão implantados, um número representativo de exemplares foi edificado nas ruas principais (Figura 16). Esse resultado já era esperado em função da ocupação inicial da cidade, que priorizou a inserção das edificações nessas vias, promovendo posteriormente a ocupação das travessas, em muitos casos, a partir do desmembramento dos lotes localizados nas esquinas (Figura 17). No entanto, em relação

à localização do lote na quadra, grande parte dos lotes situam-se em meio de quadra e não em esquinas, como imaginado inicialmente (Figura 17). Essa ocupação das esquinas torna-se mais evidente nas bordas da área de estudo.

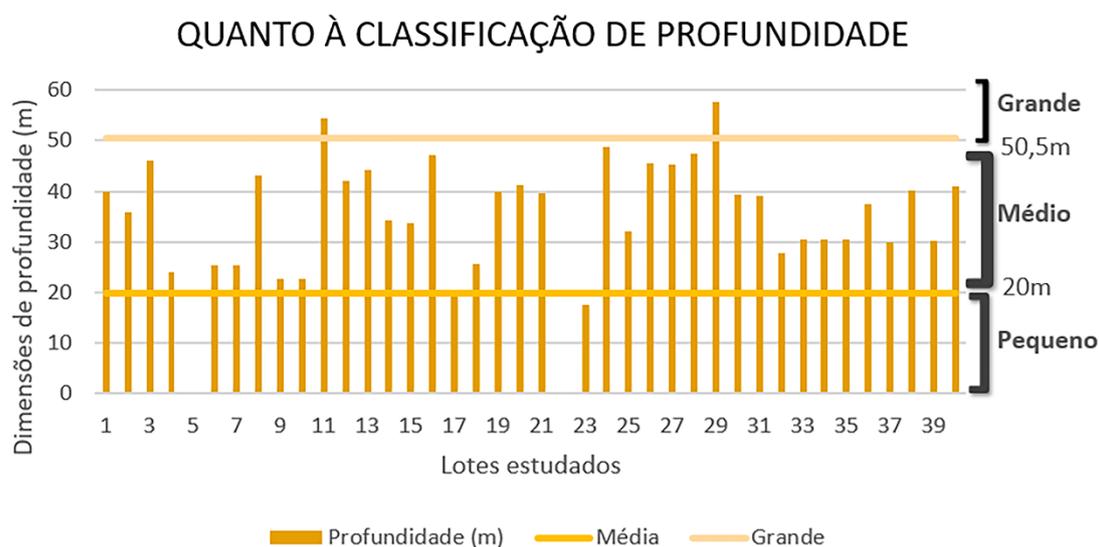


**Figura 16 e 17.** Gráficos quanto às ruas e lotes de implantação dos exemplares de interesse (fonte: elaborado pelas autoras).

A leitura morfológica do lote foi realizada a partir de suas características principais, ou seja, suas dimensões (testada e profundidade). Essas análises foram embasadas nos padrões estabelecidos por Oliveira (2012), que realizou um levantamento do centro histórico da cidade de Pelotas. A partir desses parâmetros, foi possível perceber que a maioria dos lotes de interesse possui testadas de tamanho médio, que variam de 6,60m a 13,20m. Essas dimensões não são exatas pois têm relação com as unidades de medida empregadas na época do parcelamento inicial dessa região, que usava como referência o palmo, que equivale a aproximadamente 22cm (Figura 18).



**Figura 18.** Gráfico das testadas dos lotes estudados com base nos parâmetros de Oliveira (2012) (fonte: elaborado pelas autoras).



**Figura 19.** Gráfico das profundidades dos lotes estudados com base nos parâmetros de Oliveira (2012) (fonte: elaborado pelas autoras).

A análise das profundidades (Figura 19) foi realizada da mesma forma, e o cruzamento dos parâmetros revela novamente uma predominância dos lotes de profundidade de tamanho médio, entre 20m e 50,5m.

Sobre a existência de instrumentos de salvaguarda para os bens de interesse localizados nessa área, foi efetuada uma consulta junto à documentação disponibilizada pela Secretaria de Cultura do município (SeCult) acerca da vigência de proteção legal através de tombamento e/ou de inventário municipal. Nenhum imóvel identificado pela pesquisa encontra-se tombado em âmbito municipal, estadual ou federal. Sobre os imóveis inventariados no âmbito municipal através da Lei nº

4568/2000 concluiu-se, após esse levantamento, que uma parte considerável dos exemplares estudados não é contemplada com essa forma de proteção patrimonial (Figura 20).

Uma questão que merece atenção nesse item de análise é a semelhança entre os bens de interesse protegidos pelo instrumento legal e os que não possuem proteção. Essa inquietação pauta-se no questionamento sobre quais os critérios de seleção foram escolhidos para identificar os bens a serem salvaguardados, já que se observa obras muito semelhantes que não possuem o mesmo reconhecimento (Figuras 21 e 22).



**Figura 20.** Gráfico quanto aos imóveis inventariados (fonte: elaborado pelas autoras).



**Figura 21.** Exemplar estudado inventariado localizado na Av. Bento Gonçalves (fonte: autoras).



**Figura 22.** Exemplar estudado não inventariado, localizado na Rua Félix da Cunha (fonte: autoras).

Ao observar as imagens observa-se diversas semelhanças entre os exemplares, como

jogos de volumes, telhados aparentes, entradas bem demarcadas, janelas verticalizadas, muros ornamentados entre outras. No entanto, apenas a primeira possui proteção através de instrumento legal (Figura 21).

A partir da análise dos resultados levantados, foi possível observar uma correlação entre os exemplares protegidos, seu porte e sua localização. Na zona de estudo, as *villas* foram localizadas recorrentemente junto aos logradouros limítrofes do sítio. Assim como descrito por Schlee (1993), vários desses exemplares foram localizados junto à Rua Almirante Barroso e à Avenida Bento Gonçalves, respectivamente limites leste e norte do Primeiro Loteamento no final do século XIX. Possivelmente, a característica periférica dessas ruas viabilizou a consolidação de lotes de dimensões mais avantajadas, de forma que nessas localidades foram identificadas edificações de maior escala e imponência. Dentre os exemplares térreos, identificados como casas de catálogo, não foi possível encontrar nenhuma edificação salvaguardada por inventário.

Outra característica observada é a relação das edificações protegidas com a classificação da rua em que são implantadas. Todas as edificações salvaguardadas pelo inventário encontram-se nas ruas principais (Figura 16), sendo que três dos sete exemplares, identificados e protegidos estão localizados na Avenida Bento Gonçalves (Figura 21). Nas ruas secundárias nenhum dos exemplares de interesse apresentou proteção patrimonial.

### Conclusões

A investigação apresentada identificou 40 edificações da tipologia estudada na área do Sítio do Primeiro Loteamento da cidade de Pelotas. A coleta de dados, realizada com o suporte de ferramentas virtuais, possibilitou a observação das relações entre tipologia e morfologia na área de estudo.

A partir dos estudos realizados até o momento, é possível afirmar que os primeiros exemplares a surgirem na cidade de Pelotas foram *villas* semelhantes aos casos relatados em São Paulo e Rio de Janeiro por Homem (1994) e Schettino (2012). Ou seja, residências edificadas em pequenas chácaras, casas de campo, ou grandes lotes às margens dos limites urbanos. A ocorrência de edificações com essas características na área

de estudo está intimamente vinculada às Ruas Gonçalves Chaves e Almirante Barroso, e à Avenida Bento Gonçalves. A referida avenida é representada em cartografias da época como limite norte da expansão urbana da cidade, local do Passeio Público. Possivelmente, o parcelamento tardio desses logradouros viabilizou a consolidação de lotes de maiores dimensões, conformando assim localizações atrativas para a implantação de *villas*.

As casas de catálogo tratam-se de exemplares da mesma tipologia arquitetônica, que passaram por variações sincrônicas, no entendimento de Costa e Gimmler Netto (2015). Nesse sentido, é possível interpretar que essas modificações se referem às variações citadas por essas autoras, nas quais o tipo básico é modificado para se adaptar às especificidades da malha urbana em que se implanta, nesse caso, o Sítio do Primeiro Loteamento.

A relação tipo-morfológica apontou que os bens de interesse localizados na área de estudo encontravam-se, principalmente, em terrenos com dimensões médias de testada e profundidade. Essa característica deve-se ao período de ocupação da área, em princípios do século XIX, que remete a um parcelamento que ainda traz ressonâncias do período luso-brasileiro, com lotes estreitos e compridos. A particularidade desses lotes dificulta a implantação de edificações isoladas no terreno, limitando o recuo a somente uma das laterais (Figuras 6, 12 e 22).

Dessa forma, as obras que se aproximam dos estudos de referência localizam-se principalmente nas bordas do sítio. Nos demais casos, a implantação ainda se mantém vinculada a uma das faces do lote, indicando

o quanto a malha urbana se relaciona com a tipologia arquitetônica. Uma das alternativas para manter a intenção compositiva do período foi a implantação de casas geminadas que, apesar de pertencerem a proprietários independentes, são percebidas como uma única construção (Figura 12).

Outra estratégia projetual para a implantação dessa tipologia em terrenos estreitos parece ser a proposição de edificações em dois pavimentos, que se destacam em relação às térreas e que, de certa forma, liberam uma parcela da ocupação do lote para inserção dos recuos através da sobreposição dos pavimentos.

A sistematização dos dados coletados possibilitou ainda inquietações em relação aos critérios para a seleção das edificações que possuem instrumentos legais de proteção. A ferramenta do *Google Street View* permitiu uma abordagem de investigação que não estava prevista inicialmente, já que possibilitou a identificação das descaracterizações e substituições das *villas* e casas de catálogo ao longo do tempo.

Através deste estudo, foi possível constatar que a tipologia estudada está presente não somente próxima aos limites urbanos (no período de sua consolidação), mas que esses exemplares também foram inseridos na malha urbana consolidada da cidade, a partir das adaptações apontadas anteriormente como estratégias de inserção. Assim como outras linguagens ou temporalidades que possuem bens salvaguardados (como o ecletismo e o luso-brasileiro), aponta-se a importância da realização de um estudo mais detalhado sobre essas obras, para que possam ser identificados exemplares significativos que possuem valor cultural e que merecem ser patrimonializados.

### Agradecimentos

Agradecemos aos colegas integrantes do Projeto de Pesquisa Patrimônio Cultural na Região Sul do Rio Grande do Sul, séculos XIX e XX, pelas contribuições e discussões que repercutiram neste trabalho. Ao Núcleo de Estudos de Arquitetura Brasileira (NEAB) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAUrb/UFPel) pela disponibilização de documentação sobre as obras estudadas. À Secretaria de Cultura de

Pelotas (SECULT), por informações sobre as edificações da AEIAC/ZPPC. Ao Nathan Santana e à Patricia Santana, pela revisão. Ao Programa de Educação Tutorial - Arquitetura e Urbanismo (PET-AU) e ao professor tutor André de Oliveira Torres Carrasco, pela revisão textual. Por fim, cabe dizer que o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## Referências

- Aires, A. (2018) *A cidade cemiterial: Cemitério da Santa Casa de Misericórdia de Pelotas (1855-1976)*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Brasil.
- Alves, I., Paula, V., Silveira, A. e Oliveira, A. (2014) O NEAB e a preservação patrimonial: três décadas de cadastramento e registro do patrimônio das cidades do distrito geoe educacional da UFPel. Em: II Seminário História e Patrimônio, 2014. *Anais eletrônicos do II Seminário de História e Patrimônio. Diálogos e perspectivas, 2014, Rio Grande, Brasil*. Rio Grande, FURG, 575-584.
- Aragão, S. (2006) O estudo dos tipos-interfaces entre tipologia e morfologia urbana e contribuições para o entendimento da paisagem. *Geosul*, 42, 29-43.
- Aragão, S. (2008) A casa, o jardim e a rua no Brasil do século XIX. *Em tempo de histórias - Publicação do Programa de Pós-graduação em História PPG-HIS/UNB*, n.12, 151-162.
- Costa, S. de A. P.; Gimmler Netto, M. M. (2015) *Fundamentos de Morfologia Urbana*. Belo Horizonte, C/Arte.
- Cruz, G. P. (1992) Pelotas, espaço construído no início da República. Em: Weimer, G. *Urbanismo no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Editora Universidade UFRGS, 109-134.
- Freyre, G. (2003) *Sobrados e Mucambos*. 14<sup>a</sup> ed. revista. São Paulo, Global.
- Gutierrez, E. J. B. (2001) *Negros, charqueadas e olarias: um estudo sobre o espaço pelotense*. 2<sup>a</sup> ed. Pelotas, Editora Universitária UFPEL.
- Homem, M. C. N. (1993) Mudanças Espaciais na Casa Republicana - A Higiene Pública e Outras Novidades. *Revista do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/USP*, 3, 5-18.
- IPHAN. (2018) *Política do Patrimônio Cultural Material*. Brasília, IPHAN. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/1837> [Consultado em: 17 ago. 2020].
- Jantzen, S. A. D. et al. (2010) Architectural Patrimony in Urban Areas: Methodology and Case Studies of the South of Rio Grande do Sul, Brazil. Em: *17th Conference International Seminar on Urban Form - ISUF, 2010, Hamburgo and Lübeck. Full Paper CD*. Hamburgo: University of Hamburg, 2010.
- Lamas, J. M. R. Garcia. (1992) *Morfologia urbana e desenho da cidade*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbekian.
- Magalhães, M. O. (1993) *Opulência e Cultura na Província de São Pedro do Rio Grande do Sul: um estudo sobre a história de Pelotas (1860-1890)*. Pelotas, Editora Universitária UFPel.
- Magalhães, M.O. (2000) *Pelotas: toda prosa - 1º volume (1809 - 1871)*. Pelotas, Editora Armazém Literário.
- Moura, R. M. G. R.; Schlee, A. R. (1998) *100 Imagens da Arquitetura Pelotense*. Pelotas, Palloti.
- Oliveira, A. L. C. (2012) *O portal meridional do Brasil: Rio Grande, São José do Norte e Pelotas no período colonial (1737-1822)*. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 350. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/55510>. [Consultado em: 17 ago. 2020].
- Oliveira, A. L. C; Jantzen, S. A. D; Silveira, A. M. (2013) A ação do NEAB/FAUrb na preservação dos centros históricos da região sul do estado do Rio Grande do Sul. Em: Michelin, F.F. *Patrimônio Cultural Edificado da Universidade Federal de Pelotas: primeiro estudo*. 1<sup>a</sup> ed. Pelotas, Editora Universitária UFPel, 27-29.
- Oliveira, A. L. C; SEIBT, M. B. (2005) *Programa de Revitalização Integrada de Jaguarão*. Pelotas, Editora Universitária UFPel.
- Pelotas. (2008) *Plano Diretor Municipal de Pelotas*. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-pelotas-rs>. [Consultado em: 20 ago. 2020].
- Pereira, F. F. (2020) *A arquitetura Feminina: Os ambientes femininos residenciais nas Villas e Casas de Catálogo em Pelotas-RS, nas primeiras décadas do século XX*. Dossiê

de qualificação - Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pelotas, Brasil. 214.

Pereira, R. B. (2008) *Arquitetura, imitação e tipo em Quatremère de Quincy*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.

Reis Filho, N. G. (2000) *Quadro da Arquitetura no Brasil*. 9ª ed. São Paulo, Editora Perspectiva.

Rossi, A. (1999) *A arquitetura da cidade*. São Paulo, Martins Fontes.

Schettino, P. T. J. (2012) *A mulher e a casa: Estudo sobre a relação entre as transformações da arquitetura residencial e a evolução do papel feminino na sociedade carioca no final do século XIX e início do século XX*. Tese de doutorado, Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil. 323.

Schlee, A. R. (1993) *O ecletismo na arquitetura pelotense até as décadas de 30 e 40*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. 222.

Soares, P. R. R. (2000) Modernidade urbana e dominação da natureza: o saneamento de Pelotas na primeiras décadas do século XX. *História em revista - Revista do Núcleo de Documentação Histórica*, n.14, 184-201.

Sugestões (s.d.). *Arquitetura Decoração*. Informações técnicas. Álbum 4. Brasil: s.l.

Tomaz, L. K; Silveira, A. M. (2019) O ensino de intervenção no patrimônio edificado: experiências brasileira e italiana. Em: 3º Simpósio Científico do ICOMOS Brasil, 2019. *Anais 3º Simpósio Científico do ICOMOS Brasil, 2019, Belo Horizonte, Brasil*. Belo Horizonte, UFMG. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iisimposioicomosbrasil/149196-o-ensino-de-intervencao-no-patrimonio-edificado--experiencias-brasileira-e-italiana/>. [Consultado em: 04 nov. 2020].

Yunes, G. (1995) *Cidades Reticuladas: a persistência do modelo na formação urbana do Rio Grande do Sul*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, Brasil.

### Tradução do título, resumo e palavras-chave

*Villas and Catalog Houses in The First Allotment site of Pelotas/RS: relations between architectural typology and urban morphology*

**Abstract.** *The arrival of the 20th century brought significant advances on urban infrastructure, which had repercussion on the way of inhabiting the city and the residence, consequently. The salutary demands of the new century boosted the conformation of a new architectonic typology: Villas and Catalog Houses. These residences seek the characteristic of large lots for their implantation due to their nature of crucial ventilation and natural lighting. This paper analyzes how this new type of edifice was implemented in the oldest region of Pelotas RS. The First Allotment site is characterized by narrow and long lots. The proposed investigation intends to understand how this architecture has been inserted in the oldest urban mesh of the city and it establishes relations between the edifice typology and the urban morphology. The analysis of the results has been made based on the collected data through a scanning inventory which allowed the understanding of the characteristics from the studied site and buildings.*

**Keywords.** *urban morphology, architectural typology, villas, catalog houses, Pelotas/RS.*

*Editor responsável pela submissão: Renato Saboya.*

*Licenciado sob uma licença Creative Commons.*



