



## **Modelagem da Informação para a Qualidade do Espaço Público**

### **Autores:**

Sílvia Filipe - UFC - [silviafilipe@dau.ufc.br](mailto:silviafilipe@dau.ufc.br)

José Almir Farias Filho - UFC - [josealmirfarias@gmail.com](mailto:josealmirfarias@gmail.com)

Daniel Cardoso - UFC - [danielcardoso@ufc.br](mailto:danielcardoso@ufc.br)

José N. Beirão - FAULisboa - [jnb@fa.utl.pt](mailto:jnb@fa.utl.pt)

### **Resumo:**

O artigo propõe um procedimento metodológico para a elaboração de protótipos computacionais que permitam aferir a qualidade do espaço público, através de parâmetros e indicadores operacionais elencados na literatura, aptos para lidar, de modo coerente, com o quadro de problemas e dinâmicas multidisciplinares presentes em diferentes contextos urbanos. Estes modelos associam um Sistema de Informação Geográfica com ferramentas paramétricas, e designa-se por CIM: City Information Modeling (Modelagem da Informação da Cidade). Recorre-se à Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984) para caracterizar a morfologia urbana, onde estudos apontam que a aferição correlacionada dos indicadores acessibilidade, densidade e diversidade traduz o valor da forma urbana em capital espacial (MARCUS, 2007) e, assim, aferem a sua qualidade e permitem a sua avaliação. Os resultados preliminares apontam para a sua aplicação generalizada, sugerindo, a viabilidade da sua utilização a realidades urbanas distintas.

# **MODELAGEM DA INFORMAÇÃO PARA A QUALIDADE DO ESPAÇO PÚBLICO**

## **INTRODUÇÃO**

O espaço público é o sustentáculo para a diversidade das vivências urbanas, já que constitui um palco para a vida pública. Trata-se do lugar da cidade de propriedade e domínio da administração pública, o qual responsabiliza o Estado pelo seu cuidado e garantia do direito de todos a seu uso e usufruto. Neste sentido, a qualidade do espaço público torna-se uma preocupação e uma necessidade na medida em que se valoriza sua aptidão como suporte da cidadania, sendo reconhecida também como um indicador da qualidade da participação cívica e política das cidades, o que justifica a importância da sua valorização nos processos de urbanização.

De fato, a qualidade do espaço público assume grande destaque porque reflete os (des)equilíbrios e as tensões existentes na sociedade, sendo, na prática, resultado da ação política sobre o espaço. Embora presente nas intenções da maioria dos programas de ação das administrações locais, é preciso reconhecer os obstáculos para se aferir e promover a qualidade do espaço público. Não há respostas simples para esta questão uma vez que não apenas a percepção e a definição sobre o conceito de espaço público têm variado ao longo do tempo, como há também uma falta de consenso do que venha a ser “qualidade”.

Desde a segunda metade do séc. XX, quando a questão passou a ser relevante para a formulação de políticas urbanas, diversos autores, em contextos temporais e geográficos distintos, consolidaram definições que foram diferindo entre si. Os pesquisadores ocidentais tendem a identificar – em geral através de análises descritivas – algumas das principais características essenciais à qualidade do espaço público, entretanto, sem alcançarem uma convergência sobre aquilo que de fato é indispensável ao bom ambiente urbano. Concorre para esta polifonia a influência da cultura regional, a escolha do campo de conhecimento e mesmo as filiações ideológicas.

Uma nova perspectiva teórica e operacional para tratar esta questão surgiu com as chamadas tecnologias emergentes que vêm mudando o nosso comportamento, o modo como nos relacionamos e comunicamos, e conseqüentemente a forma como utilizamos e nos apropriamos da cidade. As novas dinâmicas sociais permitem questionar as conexões entre a cidade real e o espaço virtual, já que o uso contemporâneo das Tecnologias de informação e comunicação (TIC) tem reflexo nas formas de uso e de apropriação da cidade, fazendo emergir

novas necessidades, anseios e perspectivas, sobretudo tendo em consideração uma sociedade urbana cada vez mais pluralista e inclusiva.

Como, então, identificar a qualidade dos espaços públicos para essa sociedade urbana em constante mutação? Este artigo<sup>1</sup> surge das inquietações existentes no papel e responsabilidade social dos profissionais que analisam os graves problemas decorrentes da apropriação desigual e casuística do espaço público. Ele tem por objetivo auxiliar a pensar a influência da modelagem da informação no processo de planejamento e gestão do espaço urbano, concretamente no que respeita ao espaço público e coletivo. Busca-se aqui desenvolver um procedimento metodológico de protótipos computacionais que permitam aferir a qualidade do espaço público, através de indicadores, parâmetros e variáveis elencados na literatura.

Estes artefatos associam um Sistema de Informação Geográfica (SIG) com ferramentas paramétricas, permitindo realizar análise e modelação paramétrica, análise e geração, ou geração e avaliação, e designa-se por Modelagem da Informação na Cidade (*City Information Modeling* (CIM)). Entende-se que o modelo paramétrico possibilitará não só analisar e avaliar a qualidade do espaço público urbano, a partir dos indicadores propostos, mas também sugerir orientações com vista à redefinição do espaço público urbano existente ou à elaboração de novos espaços de maior qualidade, ajudando no desenvolvimento, manutenção e gestão de espaços públicos existentes ou em fase de concepção.

Assim, com base em estudos do tema, são identificados um conjunto de parâmetros e indicadores operacionais, passíveis de serem inter-relacionados, correlacionados e ponderados, capazes de lidar, de modo coerente, com o quadro de problemas e de dinâmicas multidisciplinares presentes em diferentes contextos urbanos. O método adotado recorre à Sintaxe Espacial (HILLIER & HANSON, 1984) para caracterização da morfologia urbana, onde estudos apontam que a aferição correlacionada aos indicadores acessibilidade, densidade e diversidade traduz o valor da forma urbana em capital espacial (MARCUS, 2007) e, desta forma, aferem a sua qualidade e permitem a sua avaliação.

Os resultados preliminares apontam que é possível a generalização da aplicação de parâmetros e indicadores, sugerindo assim, a viabilidade da sua utilização a realidades urbanas distintas. Tais resultados são demonstrados através dos primeiros protótipos computacionais e resultam do cálculo de alguns dos indicadores de densidade (*spacematrix*) propostos por Berghauser-Pont & Haupt (2009), sendo quatro parâmetros dimensionais: área do lote, área de ocupação do lote, área total de edificação e número de pavimentos; que, por sua vez, permitem aferir três indicadores de densidade: índice de ocupação do lote (GSI), índice de aproveitamento do lote (FSI) e índice de espaço livre do lote (OSR).

---

<sup>1</sup> O artigo é parte de uma pesquisa de mestrado ora em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (PPGAU+D/UFC), cujo objetivo é desenvolver protótipos computacionais que permitam aferir a qualidade do espaço público, através de indicadores, parâmetros e variáveis elencados na literatura.

## REVISANDO CONCEITOS E MÉTODOS

Após a Segunda Grande Guerra, observa-se um número crescente de trabalhos sobre a qualidade do espaço público, decorrentes primeiramente da necessidade de reconstrução das cidades, e em seguida da crise epistemológica do Movimento Moderno em Arquitetura e Urbanismo. Cabe aqui destacar, sumariamente, os trabalhos mais difundidos e reconhecidos em diversos campos do conhecimento, que estudaram o conceito de qualidade do espaço público.

Assim, foram considerados os trabalhos de Kevin Lynch (1981 [1960]; 1996 [1981]) que estuda a imagem da cidade e os mapas mentais de seus utilizadores; de Jane Jacobs (2014 [1961]) com sua crítica ao modelo de urbanismo vigente na época e evoca a questão da participação na qualidade ambiental urbana; de Edward Hall (1986 [1966]) que através da sua visão antropológica nos traz os conceitos de espaço social e pessoal e a sua percepção pelo homem; de Gordon Cullen (1996 [1971]) que aborda o impacto visual da cidade nos seus residentes ou visitantes através do estímulo visual seriado no percurso do espaço; de Jan Gehl (2010) que trata da dimensão humana tão negligenciada nos processos de planejamento e desenho urbano; de Marta Romero (2001) pelo entendimento bioclimático do espaço público; e por fim, a proposta metodológica da avaliação da qualidade do espaço público de Fernando Brandão Alves (2003).

Os autores analisados discorrem sobre como mensurar a qualidade do espaço público e quais as principais características que esses espaços devem conter e oferecer, a fim de serem percebidos como espaços públicos de boa qualidade. De um modo geral, esses estudos enumeram características físicas formais, ambientais, funcionais, espaciais e estímulos sensoriais emanados pelo próprio espaço público.

Contudo, ao analisar as diretrizes preconizadas pelos diferentes autores, a principal questão que se colocou, para este estudo, foi como mensurar aspectos que por vezes são tão abstratos quanto subjetivos? Como transpor para a modelagem da informação da cidade características, por vezes, ligadas à fenomenologia, num entendimento metafísico e abstrato do espaço ou politizado através de processos sociais?

Neste sentido, entende-se que o principal objetivo da avaliação do espaço público visa a sua compreensão quanto aos fenômenos que nele ocorrem procurando estabelecer uma relação triangulada entre (1) morfologia, (2) fenômenos observáveis e (3) uma conceptualização qualitativa do espaço (definição de critérios capazes de identificar e distinguir o bom do mau). É esta terceira dimensão que é a mais difícil de identificar porque é culturalmente variável e implica ambiguidades várias nas suas definições.

O modo mais objetivo de lidar com esta dificuldade é o recurso à avaliação comparativa (*benchmarking*) que substitui a necessidade de definição objetiva dos critérios que determinam e distinguem o bom do mau e os substitui por uma comparação com casos selecionados como exemplares para o estudo comparativo que se pretende efetuar.

O espaço público é a componente ordenadora do sistema complexo e dinâmico da cidade, assumindo diferentes funções e tipologias, onde a rua e a praça se constituem como as principais unidades morfológicas, em virtude das suas características e da sua importância na estruturação do desenho urbano. Dada essa relevância, qualquer que seja o processo de planejamento, deverá ter em consideração as constantes mudanças e transformações a que as cidades estão sujeitas, e principalmente atender às relações entre edificado e espaço público, entre cheio e vazio, entre o elemento edificado e com todo o contexto físico, funcional, espacial e ambiental com que estabelece na sua envolvente (ALVES, 2003).

A morfologia urbana pode ser analisada sob diferentes abordagens, pelo que aqui se lança mão da Teoria da Sintaxe Espacial de Hillier e Hanson (1984), onde através dos seus conceitos é possível inferir relações passíveis de transpor e correlacionar com o CIM. Esse conhecimento da rede urbana é essencial para compreender as relações existentes dessa rede, nomeadamente a sua capacidade de suporte às atividades sociais, funcionais e de conectividade, para então compreender as suas influências e interações com o espaço público.

A caracterização da morfologia urbana através da sintaxe espacial, tem como principal indicador de análise a acessibilidade, com destaque para a acessibilidade entre os espaços e suas variações conforme modificações na configuração urbana. Ora se correlacionarmos essa acessibilidade com indicadores de densidade e diversidade, obtemos a tradução do valor da forma urbana em “Capital Espacial” (MARCUS, 2007). Ao aferir o capital espacial de uma determinada área, constata-se que a forma urbana promove transformações na acessibilidade e diversidade espacial, com influência direta na acessibilidade e na diversidade social, econômica e cultural. Como é possível calcular todos estes indicadores, então é exequível mensurar essas variações no grau de urbanidade de um determinado espaço. Em suma, quanto maior o capital espacial de um determinado lugar, maior é o seu nível de urbanidade e, conseqüentemente, maior é o padrão de qualidade que esse espaço apresenta (**Figura 1**).

**Figura 1:** Capital espacial como tradução do padrão de qualidade.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Por outro lado, a mudança é o princípio essencial das sociedades modernas, em contraponto com outras sociedades, nas quais sua evolução se firmava na tradição, na referência ao passado como sustentação das propostas futuras. De tal modo que, as sociedades modernas sustentam a sua dinâmica de funcionamento na mudança, no progresso e no projeto. É neste contexto que Ascher (2010) propõe uma nova forma de pensar as cidades, nomeadamente, defendendo a introdução de tecnologias de informação espacial na elaboração, execução e monitoramento dos processos de planejamento, tornando todo o processo mais reflexivo antes, durante e depois. Ou seja, o processo de planejamento urbano não termina com a sua execução, mas está em constante monitoramento e avaliação.

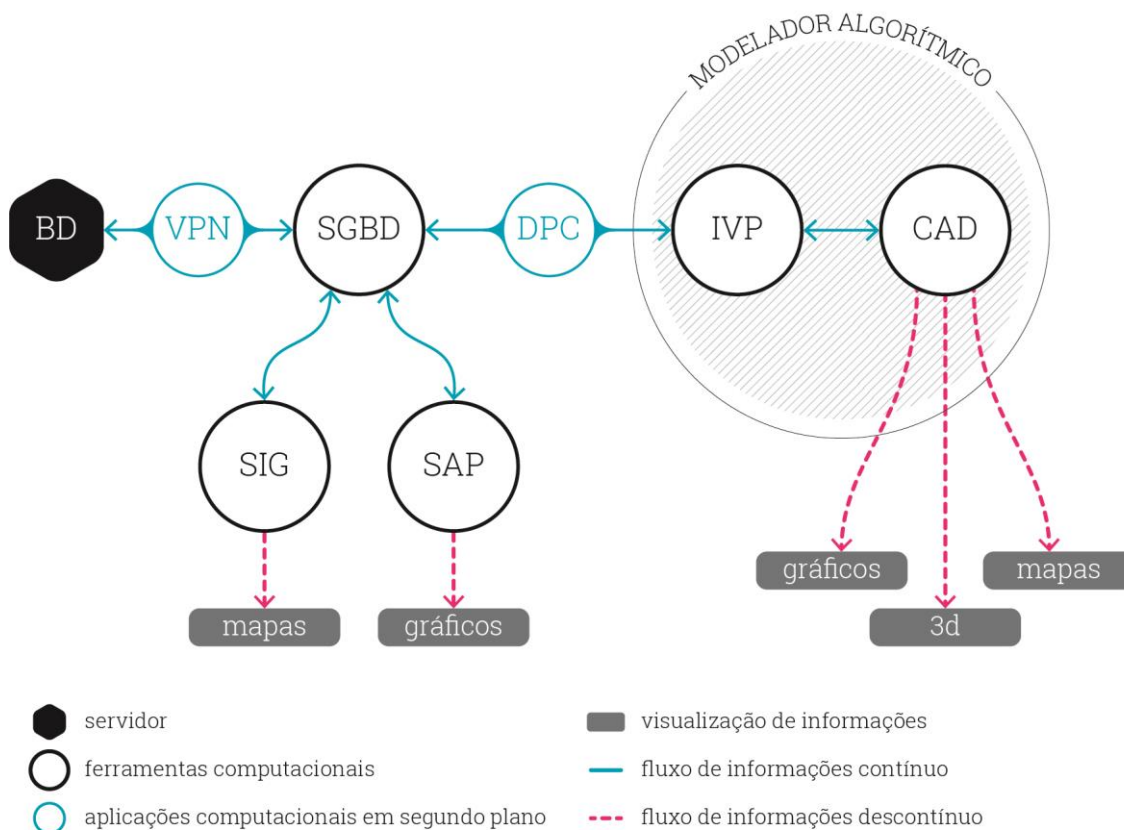
Ainda de acordo com Ascher (2010), no neourbanismo, o *feedback* é a noção-chave da evolução do conhecimento, pois a retroação permite proceder alterações contínuas, em que a constante avaliação das ações e dos seus efeitos permite agir estrategicamente sobre contextos cada vez mais incertos, substituindo os processos lineares de planejamento por uma “gestão heurística, iterativa, incremental, e recorrente” (ASCHER, 2010, p. 83), impulsionando a criação de ferramentas capazes de interligar as diferentes pretensões e propostas, para além de avaliar a sua adequação e seus possíveis efeitos na sociedade.

Assim, enquadra-se a recente discussão em torno do paradigma *City Information Modeling* (CIM) – Modelagem da Informação da Cidade – que surge da necessidade de desenvolver ferramentas de suporte ao processo de planejamento, execução e gestão urbana, o qual, além da análise de dados urbanos, permitirá o desenvolvimento de protótipos computacionais. Dispositivos que possibilitarão a proposição de cenários para os espaços públicos, extraíndo deles análises, juntamente com a identificação de possíveis orientações para potenciais conflitos e disfunções.

Comumente no processo de planejamento urbano, são utilizadas as plataformas CAD (*Computer Aided Design*) e SIG, contudo de forma separada, sem interligação entre elas. Ora, com o CIM é possível congregas as duas plataformas num sistema interativo, responsivo e flexível, que ao partilhar o mesmo banco de dados (CAD e SIG), permite a manipulação das geometrias, simultaneamente ao cálculo dos indicadores urbanos (existentes e/ou propostos), possibilitando o seu refinamento ao longo do processo de análise (BEIRÃO, MONTENEGRO & ARROBAS, 2012).

Neste sentido, o CIM aqui proposto, lança mão do sistema desenvolvido por Moreira e Cardoso (2017), que se utiliza do Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) para gestão dos dados. Esses dados foram obtidos junto à Prefeitura Municipal de Fortaleza, coletados para a elaboração do Plano Fortaleza 2040, armazenados em um servidor (banco de dados) na Secretaria de Tecnologia da Informação (STI) da Universidade Federal do Ceará (UFC) e acessíveis remotamente através de VPN (*Virtual Private Network*). A plataforma SIG utilizada é o *Quantum GIS*® (QGIS), e o modelador algorítmico é composto pelo software CAD e pela Interface Visual de Programação (IVP), que correspondem respetivamente ao *Rhinoceros 3D*® e ao *Grasshopper 3D*®. De salientar que este sistema permite leitura e tratamento de dados via SIG e via modelador algorítmico possibilitando a geração de desenhos e análises, conforme demonstrado na **Figura 2**.

**Figura 2:** Estrutura do Sistema Integrado de Modelagem da Informação da Cidade.



Fonte: Moreira e Cardoso (2017, p. 7).

A elaboração do protótipo computacional utiliza a metodologia proposta por Gil, Beirão, Montenegro e Duarte (2012) aliada à teoria do capital espacial (Marcus, 2007). Contudo, nem todos os atributos pré-estabelecidos nestas metodologias estão disponíveis no banco de dados, o que obriga a um recorte adaptado aos dados existentes ou passíveis de calcular no próprio algoritmo, dando prioridade aos indicadores de aferição da densidade de construção, apresentados na **Tabela 1**.

**Tabela 1:** Características do lote selecionadas para o protótipo computacional.

Entidade	Atributos	Tema
Lote	Área	Dimensões
	Área de Ocupação	Dimensões
	Área Total de Edificação	Dimensões
	Número de Pavimentos	Densidade
	Índice de Ocupação	Densidade
	Índice de Aproveitamento	Densidade
	Índice de Espaço Livre	Densidade

Fonte: Adaptado pelos autores de Gil, Beirão, Montenegro e Duarte (2012)

## PROTÓTIPO COMPUTACIONAL

Selecionados os parâmetros e indicadores a utilizar, procede-se à definição da estrutura do modelador algorítmico. Como atrás referido, nem todos os parâmetros estão presentes no banco de dados, o que implica a formulação do algoritmo para, primeiramente, aferir os parâmetros em falta, e só posteriormente desenvolver as etapas de cálculo dos parâmetros e dos indicadores, propriamente ditos.

A primeira etapa é definir a *string* de ligação ao SGBD, para então, através da IVP recorrer a algoritmos desenvolvidos em *Grasshopper 3D*<sup>®</sup> encerrados em *clusters* pré-programados (ou *design patterns* conforme Woodbury, 2010) que permitem o acesso diretamente no BD dos atributos referentes aos lotes, edifícios e respetivas alturas (em metros). Já neste primeiro *cluster*, os dados são filtrados por bairro, pois o protótipo computacional tem como recorte territorial o bairro Praia de Iracema, na cidade de Fortaleza, Estado do Ceará. Ao inserir as *shapefiles* dos edifícios, verifica-se a existência de algumas inconformidades, obrigando a etapas de correção desses dados, a fim de evitar possíveis incongruências nos resultados das análises.

Por conseguinte, são criadas três etapas de preparação e validação dos dados. Na primeira identifica-se a existência de polígonos duplicados, pelo que se torna necessário introduzir um passo para a eliminação desses elementos repetidos. Na segunda procede-se à criação do filtro para descarte de áreas inferiores a dois metros quadrados (2m<sup>2</sup>), por representarem edificações complementares, como anexos, garagens, etc., que não são contabilizadas na aferição dos indicadores de densidade. E na terceira, faz-se a associação das edificações ao respetivo lote, para realizar o cálculo dos indicadores por lote.

A partir deste ponto é necessário realizar a ramificação do algoritmo, onde num ramal se calcula a área de ocupação do lote e respetivo índice de ocupação, enquanto que no outro se desenvolvem os restantes parâmetros e indicadores.

Para a aferição da área de ocupação do lote, primeiro é necessário identificar quais os lotes com mais de uma edificação e proceder à sua união, para então realizar o cálculo da área de ocupação por lote, onde o resultado se demonstra na **Figura 3**, e na qual os lotes em branco representam os que não possuem qualquer edificação e com área de ocupação superior a 2 m<sup>2</sup>. Para a aferição do índice de ocupação, ao algoritmo adiciona-se o operador de divisão entre a área de ocupação pela área do respetivo lote.

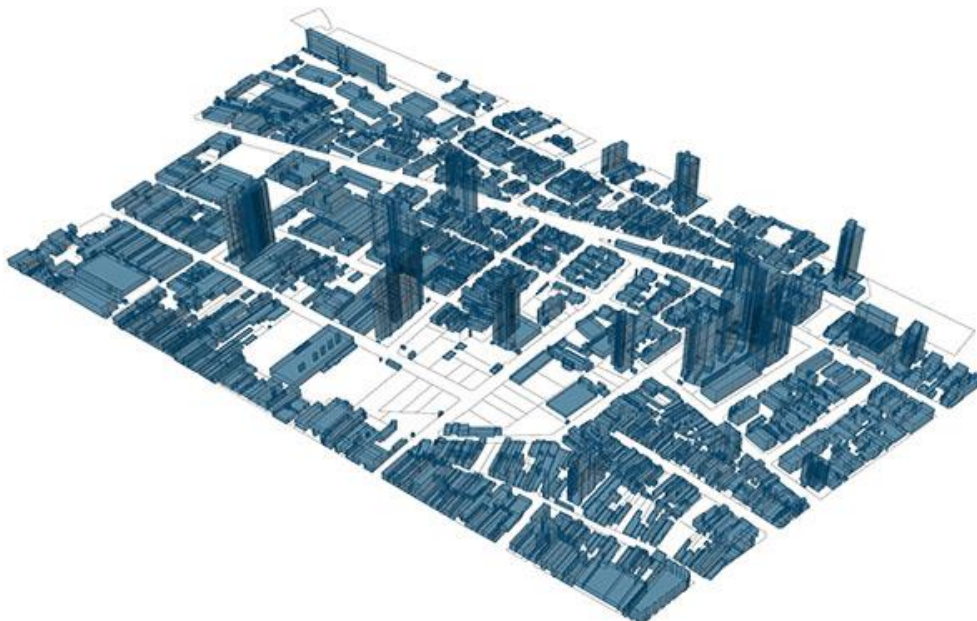
**Figura 3:** Área de ocupação do lote na Praia de Iracema.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Uma vez que o banco de dados não disponibiliza o número de pavimentos, apenas as suas alturas, o segundo ramal do algoritmo, inicia-se com a extrusão das construções com base nas suas alturas (**Figura 4**), e corresponde ao ponto de partida para proceder à aferição do número de pavimentos, ao cálculo da área total da edificação e ao respetivo índice de aproveitamento.

**Figura 4:** Volumetria das edificações na Praia de Iracema.

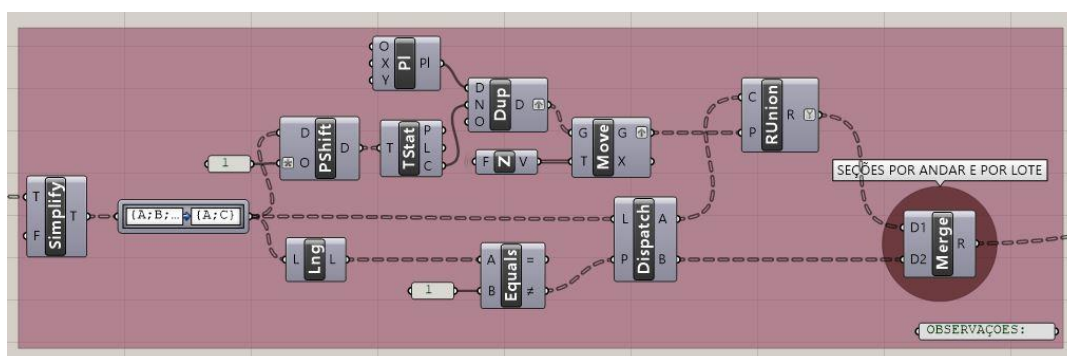


Fonte: Elaborada pelos autores.

Neste ponto, cabe lembrar que se tem o cálculo da volumetria das edificações, a área e geometria dos lotes, e a área e geometrias das edificações. Para a aferição da área de edificação total por lote, é necessário saber a área de construção por pavimento, mas o banco de dados não informa o número de pavimentos, apenas a sua altura. Para colmatar essa lacuna, e considerando uma média de três metros (3 m) de pé-direito para cada pavimento, definem-se 30 planos de corte (seções) que interceptam os volumes das edificações num espaçamento de três metros.

Importa, também, aqui ressaltar que a maioria das edificações possuem diferentes volumetrias e se apenas se proceder à extrusão e seccionamento dos volumes construídos, haverá a duplicação de áreas, como é o caso de caixas d'água, pavimentos recuados, etc. A fim de evitar esta situação, em cada seção são efetuadas uniões booleanas para eliminar as áreas sobrepostas (**Figura 5**).

**Figura 5:** Cálculo das seções por andar e por lote.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Por fim, é realizado o somatório de áreas de construção por pavimento e agrupadas por lote, para então produzir o respectivo mapa de área de edificação total por lote, conforme se demonstra na **Figura 6**.

**Figura 6:** Área de edificação total por lote na Praia de Iracema.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Neste ponto, dá-se uma nova subdivisão do algoritmo em duas seções, uma para calcular o índice de aproveitamento do lote e a outra para aferir o número de pavimentos de cada edificação. Para o índice de aproveitamento é utilizado o somatório da área de edificação por pavimento, bem como a área do lote, e resulta da divisão da área de edificação pela área do lote.

Na penúltima subdivisão do algoritmo procede-se à aferição do número de pavimentos, que resulta da divisão das áreas de edificação por seção, agrupadas por altura e por lote. Permitindo concluir que as edificações na Praia de Iracema se encontram num intervalo de 0 a 27 pavimentos, como demonstrado no mapa de escala contínua da **Figura 7**.

Por fim, o último cálculo do índice de espaço livre do lote, resulta de parâmetros já aferidos para os outros indicadores, isto é, a área de ocupação do lote e a área do lote. Com estes dois parâmetros identificados é possível, com a adição do operador de subtração, aferir a área livre do lote e subsequentemente, com o operador de divisão obter o índice de espaço livre do lote, conforme se demonstra na **Figura 8**, e de onde se ressalta, a reduzida área livre dos lotes neste bairro de Fortaleza. Este indicador é de extrema relevância para o desenvolvimento da pesquisa, pois lança as bases para a elaboração do algoritmo de cálculo do índice de espaço livre público.

**Figura 7:** Número de pavimentos por lote na Praia de Iracema.



Fonte: Elaborada pelos autores.

**Figura 8:** Índice de espaço livre por lote na Praia de Iracema.



Fonte: Elaborada pelos autores.

## CONCLUSÃO

A qualidade do espaço público voltada para a modelagem de informação é um caminho longo e repleto de desafios, e começa logo pela definição do que é qualidade do espaço público, e como se processa a sua aferição através de parâmetros, indicadores e variáveis de forma clara e inequívoca. O principal desafio é ultrapassar a própria subjetividade do que se entende por qualidade, em que a definição dos atributos caracterizadores da qualidade do espaço público, representam um tema complexo e de interesse a uma grande diversidade de pesquisadores, desde o enfoque sociológico, à ecologia urbana e à psicologia ambiental. Outro desafio que se coloca é a transposição das diretrizes preconizadas pelos diferentes autores analisados, europeus ou norte-americanos, pois poderá colidir com questões muito particulares do espaço público brasileiro (e até mesmo da dimensão da cidade brasileira).

Até ao momento calcularam-se os indicadores de densidade, mas a sua utilização é passível de se transpor para outros parâmetros e indicadores, nomeadamente os atributos de acessibilidade e de diversidade, os quais podem ser aplicados a outras unidades morfológicas, para além do lote. Contudo, há que salientar que, apesar destes resultados já terem sido alcançados por outros pesquisadores, representam um passo necessário para almejar os objetivos desta pesquisa.

Como foi possível observar, o presente estudo pretende utilizar conceitos da sintaxe espacial aliados a indicadores de densidade de construção (*spacematrix*). Neste artigo apresentam-se apenas os resultados preliminares de cálculo e mapeamento dos dados de densidade. Os indicadores sintáticos ficam para cálculo futuro e deverão envolver uma área significativa de *'buffer'* (pelo menos idêntica à profundidade máxima da rede encontrada na área de estudo) a fim de evitar distorção dos valores sintáticos devido ao efeito de fronteira.

A aplicação deste método permite avaliar uma área e, em função de um determinado cenário de transformação, qual o *'esforço'* necessário para atingir os valores qualitativos de referência obtidos pelo método *benchmarking*. O *benchmarking* ou avaliação comparativa permite medir um conjunto de indicadores relativos a um conjunto de outros exemplos reunidos por se considerarem bons exemplos. Deste modo é possível obter um conjunto de valores de referência para tomar como valores a atingir.

A ideia de bom e mau valor de um indicador provém de duas origens: (1) da literatura (que só nos dá relações qualitativas entre valores e não tem, portanto, valores específicos associados, mas apenas relativos); e (2) dos resultados das medições extraídas dos exemplos selecionados como bons exemplos.

Até este ponto foi realizada a análise de indicadores, os quais referindo-se à expressão quantitativa dos exemplos tomados como referência permitem fazer elaborações qualitativas, ou seja, tomar o valor do seu cálculo como os valores de referência que permitem expressar o que se entende como expressão de qualidade.

A simulação de cenários apenas surge após esta fase de trabalho e implica perceber dos resultados obtidos pelo *benchmarking*, (1) as expressões quantitativas do bom (ou

melhor, daquilo que são os melhores exemplos); (2) que existe um diferencial no caso de estudo (da presente pesquisa), para cada indicador entre a medição do que existe e o valor que melhor exprime qualidade nos exemplos tomados para o estudo comparativo; (3) e implica ainda perceber que deverão existir parâmetros que podem ser modificados no caso de estudo para que o valor do diferencial dos vários indicadores se possa aproximar dos valores melhores que se conseguem extrair como referência.

Assim, os modelos de simulação deverão aplicar regras de transformação do real que atuam sobre os indicadores considerados e no sentido de produzirem transformações capazes de cobrir o diferencial calculado. Os modelos de simulação aplicam, portanto, regras de transformação do existente e recalculam os indicadores a fim de verificar se essas transformações aproximam a área urbana dos modelos tomados por referência.

## REFERÊNCIAS

ALVES, F. M. B. Avaliação da Qualidade do Espaço Público Urbano. Proposta Metodológica. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.

ASCHER, F. Os novos princípios do urbanismo. São Paulo: Romano Guerra Editora, 2010.

BEIRÃO, José Nuno. CityMaker: Designing Grammar for Urban Design, TU Delft, 2012.

BEIRÃO, José Nuno; DUARTE, José Pinto. Generic Grammar for Design Domains. Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing. 2018 <https://doi.org/10.1017/S0890060417000452>

BEIRÃO, José Nuno; MONTENEGRO, Nuno; ARROBAS, Pedro. City Information Modelling: parametric urban models including design support data, PNUM 2012, Portuguese Network of Urban Morphology, ISCTE, Lisboa, pp. 1122-1134.

BEIRÃO, José Nuno; NOURIAN, Pirouz; MASHOODI, Bardia. Parametric urban design: An interactive sketching system for shaping neighbourhoods. Proceedings of the 29th Conference on Education in Computer Aided Architectural Design in Europe – eCAADe 2011, (pp. 225-234). Ljubljana, Slovenia.

CULLEN, G. Paisagem Urbana. Lisboa: Edições 70, 1996.

GEHL, J. Cidades para Pessoas. São Paulo: Editora Perspectiva, 2014.

GIL, J., BEIRÃO, J. N., MONTENEGRO, N., & DUARTE, J. P. On the discovery of urban typologies: Data mining the many dimensions of urban form. In Urban morphology, April 2012. Ver em <https://www.researchgate.net/publication/256895610%0AOn>.

HALL, E. T. A dimensão oculta. Lisboa: Relógio d'água, 1986.

HILLIER, B., & HANSON, J. The social logic of space. Landscape and Urban Planning (Vol. 13). New York, NY: Cambridge University Press, 1984. Ver em: [https://doi.org/10.1016/0169-2046\(86\)90038-1](https://doi.org/10.1016/0169-2046(86)90038-1).

JACOBS, J. Morte e Vidas de Grandes Cidades (3a). Martins Fontes – WMF, 2014.

LYNCH, K. A boa forma da cidade. Lisboa: Edições 70, 1981.

LYNCH, K. A imagem da cidade. Lisboa: Edições 70, 1996.

MARCUS, L. Spatial Capital and How to Measure it - An Outline of an Analytical Theory of the Social Performativity of Urban Form. In 6th International Space Syntax Symposium İstanbul 2007, p. [005]01-11).

MOREIRA, E. & CARDOSO, D. (2017). Sistema integrado de modelagem da informação como suporte ao planejamento e aos projetos urbanos. In Anais da 6a Conferência da Rede Lusófona de Morfologia Urbana, PNUM. Vitória-ES, 2017. Ver em <https://doi.org/ISBN 978-85-5458-007-0>.

BERGHAUSER-PONT, M. B., & HAUPT, P. Spacematrix: space, density and urban form. Delft. Ver em <https://ezp.lib.unimelb.edu.au/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cab00006a&AN=melb.b4036900&scope=site>. 2009.

ROMERO, M. A. B. Arquitetura Bioclimática do Espaço Público. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

WOODBURY, Robert Francis. Elements of Parametric Design. New York, NY: Routledge, 2010. 300 p. ISBN: 978-0415779876-9.