

ARQUITETURA E TECNOLOGIA: A NECESSIDADE DE ANÁLISES 3D EM SINTAXE ESPACIAL

Renato Ferreira de Sá
Renato.sa@ufv.br

RESUMO

A Teoria da Sintaxe Espacial tem gerado consideráveis contribuições para área da Arquitetura e do Urbanismo ao longo de seus 38 anos de existência. Desde sua origem, esta teoria/metodologia esteve associada com tecnologias computacionais que proporcionou sua expansão entre os pesquisadores e o aprofundamento em seu objeto de estudo: a acessibilidade espacial. No entanto, apesar de todos os anos de discussões, a problemática da tridimensionalidade em suas análises encontra-se aberta. Diante disso, pergunta-se: os elementos tridimensionais do espaço influem, de fato, nas análises de Sintaxe Espacial? Para responder a esta pergunta, este artigo, que parte de uma pesquisa maior que aborda a tridimensionalidade na Sintaxe Espacial, faz uso de uma Revisão de Literatura para reunir a opinião de autores que até o momento têm sido publicadas separadamente, dificultando uma abordagem sistematizada do tema.

Palavras-chave: Arquitetura; Sintaxe Espacial; ferramentas digitais; tridimensionalidade.

Introdução

A Teoria da Sintaxe Espacial (*Space Syntax*, no original) vem a público a partir da publicação da obra *The Social Logic of Space* (Cambridge University Press, 1984), livro que reúne o escopo teórico seminal das primeiras conclusões advindas dos estudos de uma equipe liderada por Hillier e Hanson na *University College of London* (UCL). O trabalho foi realizado ao longo dos anos de 1970/1980 e abordava as relações lógicas da configuração espaciais e os efeitos sociais dela advindos. A ideia central introduzida pela literatura da Sintaxe Espacial sugere que a configuração espacial de uma rede de ruas determina a centralidade dos locais que, por sua vez, influencia a forma como as pessoas se movem.

A mesma época foi marcada pelo franco desenvolvimento de recursos digitais e computacionais que foram incorporados pela Teoria possibilitando a automatização de cálculos e desenhos, aprimorando as análises elaboradas em seu escopo metodológico. A utilização da capacidade computacional de processamento na Teoria ocasionou a evolução dos recursos associados a metodologia nos anos que se sucederam, ganhando maior

visibilidade e aumento de pesquisas na área, uma vez que na Sintaxe enxergaram uma forma promissora de se aprofundar na lógica de funcionamento da acessibilidade espacial.

Neste sentido, o tema da inclusão da tridimensionalidade em ferramentas digitais da Sintaxe Espacial tem sido abordado por vários pesquisadores que evidenciam o caráter reducionista da abordagem bidimensional, argumentando que análises 3D são recomendáveis para captar aspectos essenciais do espaço, tais como topografia, altura de edificações, deslocamentos verticais em elevadores e escadas etc.

No entanto, apesar de se encontrar publicações atuais que ainda apontam a necessidade da criação de técnicas e métodos analíticos que incorporem a terceira dimensão em Sintaxe Espacial, ferramentas digitais para este fim têm sido propostas pelo menos desde 1997. Contudo, apesar das soluções existentes, observa-se uma descontinuidade entre a criação e o desenvolvimento dessas ferramentas, fazendo com que a discussão sobre tridimensionalidade ainda seja retomada, mesmo após 25 anos desde a primeira proposta para solucionar esta problemática. Diante disso, pergunta-se: os elementos tridimensionais do espaço influem, de fato, nas análises de Sintaxe Espacial?

Necessidade de análises tridimensionais: Uma revisão a partir de autores

Como qualquer outra abordagem teórico-metodológica, a Sintaxe Espacial é uma representação mais ou menos simplificada da realidade, e o risco de perda de certos detalhes é inerente à tentativa da criação de modelos representativos (MEDEIROS 2013, p.157). Holanda (2012) citado por Amorim (2012, p. 10) lembra que “não há teoria ‘pau pra toda obra’”, e que “nenhuma pode tudo” e que “todas têm potencialidades e limitações”. Cabe, portanto, questionar se os aspectos tridimensionais do espaço realmente afetam a compreensão espacial segundo a lógica que a Sintaxe se propõe a abordá-lo.

Medeiros (2013, p. 161-163), afirma que o questionamento da necessidade das abordagens tridimensionais na Teoria é pertinente. No entanto, afirma que esta seria uma das perdas naturais inerentes à redução de um modelo teórico. Para Medeiros (2013, p. 157 -163), as tentativas de incorporação de elementos tridimensionais como relevo e variações topográficas nos mapas sintáticos não lograram êxito, mas que apesar da desconsideração destes elementos tridimensionais, a validade do escopo epistemológico

da Teoria não foi afetado. Hillier (2007, p. 125), ao lembrar os princípios básicos de sua Teoria, define-a como proposta analítica que aborda a influência da configuração do espaço sobre o movimento, destacando-a como fator preponderante. Hillier (2014) afirma que o espaço é, “em primeiro plano e acima de tudo”, configuracional. Essa afirmação resulta do fato de que o espaço possui propriedades intrínsecas a si mesmo e aquelas advindas da forma como ele se relaciona com outros espaços, uma vez que essas relações geram e ordenam o movimento que nele e através dele acontece.

Ainda assim, tem sido vasto o número de pesquisadores que recorrentemente tem voltado a este ponto. Apesar das afirmações de Hillier (2014) e Medeiros (2013) a literatura é rica de pesquisadores que ressaltam a necessidade de inclusão de análises tridimensionais em Sintaxe Espacial. Observa-se numeráveis tentativas de se propor soluções para amenizar o problema, mas pouca continuidade em seus desenvolvimentos.

As tentativas de incorporação de análises tridimensionais em Sintaxe Espacial não são recentes. Desde os anos 1990, o problema tem sido trabalhado na tentativa de amenizar as perdas intrínsecas às análises bidimensionais e conforme está exposto na revisão de literatura realizada para este trabalho, a quantidade de autores encontrados que argumentam a favor da necessidade de análises tridimensionais, excede o número daqueles que se conformam com sua abordagem bidimensional (PENN *et al.*, 1997).

Estudando a cidade de Istanbul, Asami *et al.* (2003) consideraram as variações topográficas da superfície como fator de essencial no entendimento da cidade estudada. Os autores apontam forte correlação dos dados altimétricos no entendimento da centralidade espacial daquele contexto. Para eles, este fator é de grande importância no estudo de cidades vernaculares tradicionais tais quais as Islâmicas, onde culturalmente as variações topográficas desempenham um importante papel social e religioso. Uma vez que as linhas axiais são concebidas a partir de um mapa bidimensional, e, portanto, incapazes de captar as mudanças tridimensionais no espaço, consideraram como sendo “urgente” a necessidade de um método que incorpore variações topográficas e outras condições tridimensionais do espaço tais como altura dos edifícios como métricas que indiquem centralidades.

Varoudis e Psarra (2014) discorrem vasta discussão sobre a necessidade de análises visuais em três dimensões e questionam a capacidade das análises VGA tradicionais. Conforme apontam, o espaço não só é pensado de forma tridimensional como estes elementos afetam diretamente a forma como utilizamos o espaço. Conforme lembram, nem todo espaço visto pode ser acessado e por isso apontam para a necessidade do desenvolvimento de um método de análise visual menos reducionista e que contemple melhor a complexidade das relações visuais do espaço. Os autores apontam ainda para uma série de trabalhos em Sintaxe Espacial que desde os anos de 1990 tem proposto a inclusão de análises tridimensionais no campo das isovistas. Segundo eles, tais tentativas foram “excessivamente simplistas”, empregando, em sua maioria, ligações manuais para estabelecer as relações entre espaços verticais, e que por isso não teriam alcançado a profundidade e embasamento necessários para criação de um modelo de análise satisfatório.

Fisher-Gewirtzman e Natapov, (2014) conduziram uma comparação entre a análise de visibilidade 2D e 3D em um local urbano com condições topográficas substancialmente significativas. O objetivo era averiguar se análises de isovistas tridimensionais realmente podem gerar colaborações substanciais para melhoria das análises. Os resultados apontaram que em áreas com desníveis, tanto 2D quanto 3D tiveram resultados semelhantes, mas que em áreas inclinadas a análise de visibilidade 2D não capturou ou não conseguiu capturar a verdadeira natureza do ambiente 3D.

Dalton *et al.* (2015) argumenta que os trabalhos anteriores focados nos estudos com isovistas, foram incapazes de identificar se a isovista 3D é capaz de melhor captar as informações do ambiente. Segundo eles, as isovistas bidimensionais de Benedikt (1979) eram um avanço significativo para a época, mas que atualmente melhores tecnologias permitem aprofundamentos nas análises. Para este propósito os pesquisadores desenvolveram um software nomeado de nebula utilizado especificamente para a realização das análises de isovistas 3D em ambientes reais. A análise foi realizada através de scanners 3D posicionados internamente em um espaço de uma edificação real.

O objetivo da pesquisa foi verificar se as isovistas tridimensionais capturam melhor as informações de campos visuais melhor que as isovistas tradicionais 2D e, em caso

afirmativo se isso invalidaria os métodos anteriores de isovistas tradicionais. Os resultados apontaram que as maiores diferenças entre os dois métodos se deram onde os ambientes apresentam maior complexidade volumétrica e espacial, tais como átrios, a partir dos quais se visualiza vários outros pavimentos da edificação. De forma geral, os pesquisadores consideraram os resultados de suas análises 3D como muito próximos aos de isovistas 2D. No entanto, não se arriscam a traçar conclusões definitivas, apontando, porém, que não há evidências para que os métodos clássicos de isovistas 2d sejam pouco precisos. Complementam sugerindo que os métodos 2D são úteis e que os 3D funcionariam como complemento.

Ruivo (2015) também reitera as limitações das análises visuais 2D especialmente em edifícios de múltiplos pavimentos. A autora utilizou análise visual no interior de treze edificações na cidade de Porto e apontou para insuficiências da metodologia bidimensional para prover resultados satisfatórios de integração do espaço interior dos edifícios com seu exterior. Buscou suprir tal falha com um software de análises de campos visuais tridimensionais e alega que ele se deu como um complemento potencial para a metodologia tradicional 2D.

Greenber, Natapov, Fisher-Gewirtzman (2017) analisam elementos da paisagem urbana que pudessem afetar a caminhabilidade do pedestre. Seu objetivo foi avaliar os elementos tridimensionais do espaço que mais influenciam o bem-estar do caminhante. Utilizando óculos de realidade virtual, conduziu uma análise comparativa, convidando pessoas a caminharem por este ambiente cujas características ambientais modificavam-se constantemente propiciando diferentes percepções visuais. Diferentes fatores como inclinação dos caminhos, altura dos edifícios do entorno e árvores foram considerados. Os resultados mostraram que os elementos que mais influenciaram na caminhabilidade e bem-estar do pedestre foram as árvores, altura dos edifícios e densidade do ambiente. Sua abordagem não é estritamente sintática, mas traz como base de seus trabalhos os conceitos de isovistas.

Krukar, Bhatt, Schultz (2017), alegam que a transição das análises 2D para 3D teria sido, até então, impulsionada por uma extrapolação direta do conceito isovista 2D, juntamente com uma variedade de suposições implícitas que são válidas apenas no caso

2D. De tais tentativas, fracamente fundamentadas, resultaria no fato de muitos pesquisadores, conforme apresentado nos parágrafos anteriores, não conseguiram propor uma solução definitiva para as análises de isovistas 3D, seja através de uma ferramenta digital, seja através de proposições teóricas. Os autores propõem uma discussão de natureza teórica trazendo aspectos que possam contribuir no esclarecimento da problemática. Conforme apontam, é preciso considerar antes a influência que a estrutura do corpo humano exerce no modo como percebemos o espaço. Primeiramente apontam para o fato de que nosso campo visual é mais amplo em dimensões horizontais que verticais. Isso significa que o nível de facilidade com que captamos as informações visuais nos dois campos são diferentes.

Horizontalmente falando essa maior amplitude se deve à própria simetria dos olhos, estabelecida de forma igualmente horizontal. Disso decorre que a captação de informações visuais da esquerda para direita ou da direita para esquerda são relativamente equivalentes. No campo vertical, porém, o mesmo ocorre uma vez que a localização dos olhos no alto do corpo torna diferente a percepção do ambiente se olharmos de cima para baixo ou o contrário. Conforme argumentam os autores, as análises atuais de isovistas 3D não consideram tais aspectos uma vez que as informações horizontais são consideradas na mesma proporção de que as horizontais e não se observa nenhuma consideração à assimetria vertical na percepção do espaço (KRUKAR; BHATT; SCHULTZ, 2017, p. 166.3).

Cavic, Sileryte, Beirão (2017) questionam a ausência da consideração tridimensional na metodologia de geração dos espaços convexos propostos por Hillier e Hanson (1984). Conforme questionam, a representação bidimensional e achatada da metodologia de Hillier deixa de considerar elementos importantes ao espaço urbano e aos espaços públicos, tais sejam: diferenças topográficas, aberturas visuais e seus derivados.

Pafka, Dovey e Aschwanden (2018) desenvolvem uma discussão sobre os limites da Sintaxe Espacial no estudo de ambientes urbanos. Os autores destacam o poder analítico da ferramenta, mas afirmam que ela será melhor empregada uma vez compreendidos seus limites. Os mapas axiais são apontados por eles como excessivamente reducionistas para apreensão da real natureza do movimento na cidade. Igualmente aos autores anteriormente citados, alegam que as cidades são, tridimensionais

e sua rede de movimentos acontece simultaneamente em níveis sobrepostos e em modalidades diferentes. Caminhada, ciclismo, transporte público são algumas variações deste processo. Soma-se a isso as variações topográficas que os eixos axiais são incapazes de compreender. Os autores propõem como possível amenização ao problema o diálogo da sintaxe com outras disciplinas, promovendo uma abordagem multidisciplinar de seus estudos. Ademais, apontam para necessidade de posteriores desenvolvimentos que lhe amenizem um pouco a simplificação advinda de se abordar o espaço real de três dimensões em modelos bidimensionais.

Outro trabalho a abordar a importância do relevo nas análises sintáticas é de Nourian *et al.* (2015). Para eles, apesar de todos avanços e méritos da Sintaxe, dois aspectos importantes dos ambientes construídos não são abordados em modelos e análises da Teoria, a saber, atributos geográficos como uso do solo e densidade e aspectos físicos como inclinação de rotas. Conforme lembra os autores, o esforço físico do pedestre ou ciclista é fator importante na escolha de caminhos, e por isso, em estudos desta natureza, seria necessário levar em conta tanto os aspectos cognitivos, quanto os físicos da mobilidade, ou seja, topologia e topografia respectivamente.

Greenberg, Natapov e Fisher-Gewirtzman (2017) também defendem a ideia de que os mapas axiais bidimensionais são excessivamente simples e que informações importantes são desconsideradas. Para eles, a ausência do elemento topográfico é prejudicial pois não leva em conta o esforço necessário que o pedestre deve empregar para transpô-lo. Outro aspecto apontado por eles assim como Asami *et al.* (2003) é a forma como as diferentes altitudes influem na consciência espacial, uma vez que diferentes níveis de altitude do espaço geram diferentes obstáculos aos campos visuais.

Ruivo *et al.* (2018) relembram que a problemática 3D em sintaxe espacial é recorrente na literatura e que muitas vezes as soluções têm sido propostas com a adaptação de softwares e recursos existentes. Os autores conduzem estudos de caso em ambientes de diferentes escalas e relatam a incapacidade das análises bidimensionais de assimilarem as complexidades espaciais em seu todo.

Zhang e Chiaradia (2019), Wang *et al.* (2019), Bruyns *et al.* (2019) e Zhang e Chiaradia (2022) mencionam as dificuldades de se utilizar os métodos tradicionais em duas

dimensões para se analisar ambientes urbanos densamente complexos como é o caso de Hong Kong, Xangai e outras cidades asiáticas. Nestes ambientes a circulação de pedestres quase nunca se restringe ao sistema viário da cidade. Para se referir a tais ambientes, Bruyuns *et al.* (2019) utilizam os conceitos de “Cidades volumétricas” (*Volumetric cities*) para diferenciá-las dos tradicionais “achatados” (*Flat cities*). Os conceitos de *Flat cities* e *Volumetric cities* são emprestados de Read (2005) e Shelton, Karakiewicz, Kvan (2013) respectivamente. Uma cidade ‘volumétrica’, (em tradução livre), seria aquela onde os deslocamentos intraurbanos adquirem complexidades verticais não presentes nas cidades “achatadas”. Em uma “*volumetric city*”, por exemplo, apenas uma pequena parcela do movimento é realizada ao nível do solo (BRUYNS *et al.*, 2019). Existe outra parte de deslocamentos (talvez, sua maioria) que é realizada em camadas paralelas à das ruas, tais como passarelas, elevados, redes de metrô subterrâneas, conexões aéreas entre edifícios etc. Embasado em literatura vasta, Bruyuns *et al.* (2019, p. 8) listou as principais dificuldades encontradas no trato com ambientes urbanos complexos através da Sintaxe Espacial. Entre elas estão: a) questões relativas à escala; b) Topografia; c) representação de transportes multimodais e d) Diferenciação de usos de solo. Chama atenção ainda para impossibilidade de se detalhar elementos do eixo Z.

Zhang e Chiaradia (2019) validam o sucesso dos métodos tradicionais da Sintaxe Espacial, em especial o mapa axial, tantas vezes demonstrado como preciso quando aplicado em estudos de caso de cidades europeias. No entanto, também advogam por revisões conceituais para adaptá-lo as realidades urbanas sensivelmente diferentes como no caso das cidades “multiníveis”. Wang *et al.* (2019) relembram que o crescente contingente populacional e a constante pressão no ambiente urbano por espaços cada vez mais multifuncionais e complexos tem marcado sensivelmente o contexto asiático. Nestes ambientes, portanto, os métodos tradicionais “achatados” seriam incapazes de assimilar a real parcela de deslocamento de pessoas na cidade. Soma-se ainda que a ocorrência destas redes de deslocamentos atinge tal complexidade que a função “*unlink*” se torna insuficiente. Conforme defendem os autores, necessário, portanto, seria a busca por ajustes metodológicos necessários para a reaplicação deste método de rede em paisagens urbanas de alta densidade.

Considerações finais

O levantamento apresentado neste artigo abordou a origem da Teoria da Sintaxe Espacial, seus principais conceitos e métodos e como eles evoluíram ao longo do tempo. As constantes críticas e apontamentos à teoria ao longo dos anos conduziram-na a uma abordagem teórica e metodológica mais refinada e condizente com a complexidade do espaço, seja arquitetônico ou urbano. Da mesma forma são encontrados autores que desde 1997 tem tentado preencher a lacuna da falta de análises tridimensionais. Ainda assim, apesar de o assunto estar em discussão há 25 anos e diferentemente das outras lacunas apontadas por Medeiros (2013), o problema permanece sem solução definitiva. A revisão de literatura empregada trouxe uma amostra de 16 trabalhos cujos autores alegam ter sido limitados pelos recursos teóricos e metodológicos bidimensionais, tendo eles igualmente sugerido que análises sintáticas tridimensionais são necessárias para suprir tais limitações.

Do referencial estudado nota-se ainda que à medida que as cidades e os espaços se tornam mais complexos, a necessidade de abordagens analíticas mais precisas e profundas aparece. Indiscutivelmente, conforme se reconhece, a Sintaxe Espacial tem limitações, deve ser utilizada com atenção ao contexto empregado e sem generalizações. Sendo assim, apesar das análises bidimensionais terem sido suficientes em vários contextos, demonstraram ser necessárias em vários outros, onde seu emprego traz potenciais melhoria na compreensão de seus resultados.

Diante do fato, este trabalho adota posição favorável às análises tridimensionais em Sintaxe Espacial, como promissoras complementações aos resultados já bem aceitos de suas métricas de duas dimensões. O problema, no entanto, se apresenta com referência às soluções propostas. Como parte de uma pesquisa maior que engloba os resultados que foram aqui expostos, foram encontradas algumas ferramentas digitais para Sintaxe Espacial que utilizam métricas 3D, mas poucas discussões teóricas que embasaram o desenvolvimento delas. Acredita-se que uma análise mais cuidadosa sobre cada recurso digital encontrado para Sintaxe Espacial ao longo de sua existência proporcionará um panorama amplo e interessante para entendimento da sua adaptação aos meios digitais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, C; ISHIKAWA, S; SILVERSTEIN, M. **Uma linguagem de padrões**: a pattern language. Porto Alegre: Bookman, 2013.

AMORIM, L. Das restrições geométricas e a sintaxe espacial. *In*: II ENANPARQ ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO EM ARQUITETURAE URBANISMO, 2., Natal, **Anais [...]**, Natal, set. 2012. p. 1-14 Disponível em: https://www.anparq.org.br/dvd-enanparq-2/pdf/ST530-3_AMORIM.pdf. Acesso em: 21 abr. 2020

ASAMI, Y *et al.* Introducing the third dimension on Space Syntax: Application on the historical Istanbul. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 4., 2003, Londres. **Anais [...]**. Londres: 2003. Disponível em: <https://www.spacesyntax.net/symposia-archive/SSS4/fullpapers/48AsamiKubatldpaper.pdf>. Acesso em: 21 out 2020.

BENEDIKT, M. L. To take hold of space: isovists and isovist fields. **Environment And Planning B: Planning and Design**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 47-65, 1979. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1068/b060047>. Acesso em: 13 out. 2020.

BRUYNS, G. *et al.* Flat versus volumetric methodologies: Restructuring spatial analysis and other indices. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 12., 2019, Pequim. **Anais [...]**. Pequim: 2019. Disponível em: <http://www.12sssbeijing.com/upload/file/1562662783.pdf>. Acesso em: 21 out 2020.

CAVIC, L; SILERYTE, R; BEIRÃO, J. N. 3D-INFORMED CONVEX SPACES: the automated generation of convex representation for open public space analysis. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 11., 2017, Lisboa. **Proceedings [...]**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos, Portugal, 2017. p. 158.1-158.15. Disponível em: <http://www.11ssslisbon.pt/proceedings/>. Acesso em: 18 out. 2020.

DALTON, N. S. *et al.* Three dimensional isovists for the study of public displays. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 10., 2015, Londres. **Anais [...]**. Londres: 2015. Disponível em: http://www.sss10.bartlett.ucl.ac.uk/wp-content/uploads/2015/07/SSS10_Proceedings_144.pdf. Acesso em: 21 out 2020.

FISHER-GEWIRTZMAN, D.; NATAPOV, A. Different approaches of visibility analyses applied on hilly urban environment. **Survey Review**, [S.L.], v. 46, n. 338, p. 366-382, 21 ago. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1179/1752270614y.0000000117>. Acesso em: 04 jul 2020.

GREENBERG, E; NATAPOV, A. FISHER-GEWIRTZMAN, D. A model for pedestrian movement in an urban environment built on steep topography. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 11., 2017, Lisboa. **Proceedings [...]**, Lisboa: Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos, Portugal, 2017. p. 198.1-198.6. Disponível em: <http://www.11ssslisbon.pt/proceedings/>. Acesso em: 04 jul. 2020.

HILLIER, B. **Space is the machine**: a configurational theory of architecture. 2. ed. Londres: Space Syntax, 2007. Disponível em: <https://spaceisthemachine.com/>. Acesso em: 11 jan. 2022.

HILLIER, B. Spatial analysis and cultural information: the need for theory as well as method in space syntax analysis. *In*: PALIOU, Eleftheria; LIEBERWIRTH, Undine; POLLA, Silvia (org.). **Spatial analysis and social spaces**: interdisciplinary approaches to the interpretation of prehistoric and historic built environments. Berlim/ Boston: De Gruyter, 2014. Cap. 1. (Verificar no pdf quais páginas). Disponível em: <https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/9783110266436/html>. Acesso em: 11 jul. 2022.

KRUKAR, J. *et al.* Embodied 3D isovists: a method to model the visual perception of space. **Environment And Planning B: Urban Analytics and City Science**, [S.L.], v. 48, n. 8, p. 2307-2325, 2 dez. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347315468_Embodied_3D_isovists_A_method_to_model_the_visual_perception_of_space. Acesso em: 04 jul. 2020.

MEDEIROS, V. **Urbis Brasiliae**: o labirinto das cidades brasileiras. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2013.

NOURIAN, P. *et al.* Easiest paths for walking and cycling: combining syntactic and geographic analyses in studying walking and cycling mobility. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 10., 2015, Londres. **Proceedings [...]**, Londres: 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283085995_Easiest_paths_for_walking_and_cycling_Combining_syntactic_and_geographic_analyses_in_studying_walking_and_cycling_mobility. Acesso em: 24 jan. 2022.

PAFKA, E; DOVEY, K; ASCHWANDEN, G. Dpa. Limits of space syntax for urban design: axiality, scale and sinuosity. **Environment And Planning B: Urban Analytics and City Science**, [S. L.], v. 47, n. 3, p. 508-522, 11 jul. 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/326319648_Limits_of_space_syntax_for_urban_design_Axiality_scale_and_sinuosity. Acesso em: 24 jan. 2022.

PENN, A *et al.* Intelligent Architecture: new tools for the three dimensional analysis of space and built form. *In*: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 1., 1997, Londres. **Proceedings [...]**, Londres: Cambridge University Press, 1997. p. 30.1-30.19. Disponível em: <https://www.spacesyntax.net/symposia-archive/SSS1/SpSx%201st%20Symposium%2097%20-2003%20pdf/1st%20Symposium%20Vol%20II%20pdf/5%20-%20Methodology/30%20Penn%20300.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2022.

RUIVO, C. Consequences of architectural form on social interaction: function as a basis for housing studies through expanded space syntax. *In*: FORMAL METHODS IN ARCHITECTURE, 3., 2015, Porto. **Book of Abstracts**. Porto, Esap | Escola Superior Artística do Porto, 2015. p. 30. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322220433>. Acesso em: 24 nov. 2020.

RUIVO, C. *et al.* SCAVA: space configuration, accessibility and visibility analysis: a 3d space syntax approach. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM FORMAL METHODS IN ARCHITECTURE*, 4., 2018, Porto. **Book of Abstracts**. Porto: Cesap - Cooperativa de Ensino Superior Artístico do Porto Portugal, 2018. p. 53-53. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/324065437_4th_International_Symposium_Formal_Methods_in_Architecture_Book_of_Abstracts. Acesso em: 28 fev. 2022.

STINY, G; GIPS, J. Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture. *In: PETROCELLI, O. R. The Best Computer Papers of 1971*. Filadélfia: Auerbach Publishers, 1972. C. 6. p. 125-135. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/221329330_'Shape_Grammars_and_the_Generative_Specification_of_Painting_and_Sculpture'/citations. Acesso em: 14 jan. 2022.

VAROUDIS, T; PSARRA, S. Beyond two dimensions: architecture through three-dimensional visibility graph analysis. **The Journal of Space Syntax**, Londres, v. 5, n. 1, p. 91-108, 27 ago. 2014. Disponível em: <http://joss.bartlett.ucl.ac.uk/journal/index.php/joss/article/view/200>. Acesso em: 25 jan. 2022.

WANG, Z. *et al.* Research On The Relevance Between Mixed-Use Complex And User Behaviour Based On Three-Dimensional Spatial Analysis. *In: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM*, 12., 2019, Pequim. **Proceedings [...]**, Pequim, Beijing Jiaotong University, 2019. Disponível em: <http://www.12sssbeijing.com/proceedings/download.php?lang=en&class2=180>. Acesso em: 24 jan. 2022.

ZHANG, L; CHIARADIA, A. From axial to pedestrian path-centre line: The case of 3d pedestrian network in Hong Hong, central. *In: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM*, 12., 2019, Pequim. **Proceedings [...]**, Pequim, Beijing Jiaotong University, 2019. Disponível em: <http://www.12sssbeijing.com/upload/file/1562658191.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2021.

ZHANG, L; CHIARADIA, A. J. F. Walking in the cities without ground, how 3d complex network volumetrics improve analysis. **Environment And Planning B: Urban Analytics and City Science**, [S. L.], p. 239980832110705, 23 fev. 2022. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/23998083211070567>. Acesso em: 28 fev. 2022.

SOBRE O AUTOR/ A AUTORA:

Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pelo Centro Universitário de Lavras – MG e atualmente é estudante de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Viçosa.