



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS E
GEODINÂMICA

VAGNER TEIXEIRA FERRAZ JUNIOR

**ESTRUTURAS E FLUXOS DE CIRCULAÇÃO NO CAMPUS DARCY RIBEIRO:
POTENCIALIDADES DA SINTAXE ESPACIAL ALIADA A TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

Orientador: Prof. Dr. Edilson de Souza Bias

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS E
GEODINÂMICA
PUBLICAÇÃO Nº 238**

Brasília

2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS APLICADAS E
GEODINÂMICA

Vagner Teixeira Ferraz Junior

Estruturas e Fluxos de Circulação no Campus Darcy Ribeiro: Potencialidades da Sintaxe
Espacial Aliada a Técnicas de Geoprocessamento

Orientador: Prof. Dr. Edilson de Souza Bias

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica da Universidade de Brasília como requisito para obtenção de título de Mestre em Geociências Aplicadas e Geodinâmica.

Brasília

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

TF381e Teixeira Ferraz Júnior, Vagner
 Estruturas e Fluxos de Circulação no Campus Darcy
 Ribeiro: Potencialidades da Sintaxe Espacial Aliada a
 Técnicas de Geoprocessamento / Vagner Teixeira Ferraz
 Júnior; orientador Edilson de Souza Bias. Brasília, 2025.
 112 p.

 Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas)
 Universidade de Brasília, 2025.

 1. Sintaxe Espacial. 2. configuração. 3. mobilidade. 4.
 campus universitário. I. de Souza Bias, Edilson, orient. II.
 Título.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação e emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Vagner Teixeira Ferraz Junior

Brasília

2025

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Também agradeço especialmente à Ana, pela verdadeira consultoria em Matemática e Estatística que me foi prestada ao longo da produção dessa dissertação. Ao Arthur, pelas valiosas trocas acadêmicas dentro do mundo das Ciências da Terra. À Larissa pela imensa ajuda na divulgação do formulário desta pesquisa.

Aos professores e colegas do PPGGAG, aos meus alunos e colegas professores do CED GISNO e aos colegas do Ibama, sobretudo aos meus caros colaboradores do Centro Nacional de Monitoramento e Informações Ambientais (CENIMA).

Aos mais que especiais amigos e amigas, das celebrações e desabafos de cada etapa desse processo. Hemos de brindar mais uma vez.

São os desafios como esse que nos fazem perceber o quanto é importante nos cercar de pessoas incríveis. Já vencemos e continuamos vencendo todos os dias.

Vagner Teixeira Ferraz Junior

**ESTRUTURAS E FLUXOS DE CIRCULAÇÃO NO CAMPUS DARCY RIBEIRO:
POTENCIALIDADES DA SINTAXE ESPACIAL ALIADA A TÉCNICAS DE
GEOPROCESSAMENTO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas e Geodinâmica da Universidade de Brasília como requisito para obtenção de título de Mestre em Geociências Aplicadas e Geodinâmica.

Aprovado por:

Prof. Dr. Edilson de Souza Bias
(Orientador)

Prof. Dr. Rômulo José da Costa Ribeiro
(Interno - FUP-UnB)

Prof. Dr. Fernando Rodrigues Lima
(Externo - UFRJ)

Brasília
2025

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cluster encontrado no mapa de citações.....	8
Figura 2. Mapa de co-citações, por obra.....	9
Figura 3. Mapa de co-citações, por autores.....	9
Figura 4. Clusters de co-citações por país de origem do autor (sem escala).....	11
Figura 5. Fluxograma da pesquisa.....	13
Figura 6. Bases axiais antes do tratamento.....	16
Figura 7. Modelo axial unificado e tratado.....	17
Figura 8. Mapa do Campus Darcy Ribeiro.....	18
Figura 9. Dashboard elaborado com resultados do levantamento.....	24
Figura 10. Heatmap de locais frequentados.....	25
Figura 11. Modelo linear de deslocamento.....	26
Figura 12. Paradas de ônibus mais utilizadas para chegadas e saídas.....	28
Figura 13. Mapa Axial da UnB - Integração global.....	29
Figura 14. Mapa Axial da UnB - Escolha angular.....	31
Figura 15. Mapa Axial da UnB - Conectividade.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Citações e documentos por origem do autor.....	10
--	----

LISTA DE SIGLAS

BCE - Biblioteca Central

BRT - *Bus Rapid Transit*

BSA - Bloco de Salas de Aula

CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEFTRU - Centro Interdisciplinar de Estudos em Transportes

CIC/EST - Ciência da Computação e Estatística

DF - Distrito Federal

FACE - Faculdade de Administração, Contabilidade, Economia e Gestão de Políticas Públicas

ICC - Instituto Central de Ciências

IQ - Instituto de Química

PAT - Pavilhão Anísio Teixeira

PJC - Pavilhão João Calmon

RU - Restaurante Universitário

SIG - Sistemas de Informação Geográfica

UnB - Universidade de Brasília

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
RESULTADOS.....	19
Revisão sistemática de literatura.....	19
Aplicação da metodologia.....	21
CONCLUSÃO.....	33
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE.....	37

RESUMO

Um dos temas mais importantes para o planejamento e gestão de ambientes urbanos estendendo-se na mesma importância para ambientes universitários é a questão da mobilidade e circulação de pessoas, tendo até o momento representado um grande desafio para os gestores. O presente trabalho objetiva analisar os padrões de circulação no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília, tendo o mesmo como um laboratório vivo (Living Lab) de uma cidade inteligente, empregando o conceito de Campus Inteligente (Smart Campus), investigando a relação entre a configuração espacial e o comportamento de mobilidade. Primeiramente, foi realizada uma revisão sistemática da literatura que fundamentou a aplicação da Sintaxe Espacial em *campi* universitários, identificando uma lacuna de estudos em periódicos revisados por pares que tenham sido realizados no Brasil. Em seguida, um estudo de caso prático no Campus Darcy Ribeiro coletou dados sobre a mobilidade da comunidade universitária via questionário. Paralelamente, as estruturas físicas do campus (vias, ciclovias e calçadas) foram analisadas por métricas de Sintaxe Espacial (Integração Global, Escolha Angular e Conectividade) em um modelo axial unificado. Esses resultados foram analisados comparativamente e compilados em dois artigos. Os resultados indicam que pontos de interesse, como espaços de alimentação e aulas, são os mais frequentados pela comunidade universitária. Seus padrões de circulação se relacionam distintamente com cada métrica de Sintaxe Espacial, evidenciando a complexidade da interação entre configuração espacial e comportamento. A pesquisa reforça a eficácia da Sintaxe Espacial, especialmente quando aliada a dados empíricos de circulação, para diagnosticar fluxos de mobilidade. O estudo destaca, ainda, seu potencial de replicabilidade em outros *campi* e ambientes urbanos, contribuindo para o planejamento e a gestão em contextos similares.

Palavras-chave: Sintaxe Espacial, configuração, mobilidade, campus universitário.

ABSTRACT

One of the most important themes for the planning and management of urban environments, extending with equal importance to university environments, is the issue of human mobility and circulation, which has, until now, represented a significant challenge for managers. This study aims to analyze circulation patterns on the Darcy Ribeiro Campus of the University of Brasília, treating it as a living laboratory (Living Lab) of a smart city, employing the concept of Smart Campus, and investigating the relationship between spatial configuration and mobility behavior. First, a systematic literature review was conducted that grounded the application of Space Syntax in university campuses, identifying a gap in peer-reviewed journal studies conducted in Brazil. Subsequently, a practical case study on the Darcy Ribeiro Campus collected data on the mobility of the university community via questionnaire. Concurrently, the campus's physical structures (roads, bike paths and sidewalks) were analyzed using Space Syntax metrics (Global Integration, Angular Choice, and Connectivity) in a unified axial model. These results were comparatively analyzed and compiled into two articles. The results indicate that points of interest, such as dining areas and classrooms, are the most frequented by the university community. Their circulation patterns relate distinctly to each Space Syntax metric, highlighting the complexity of the interaction between spatial configuration and behavior. The research reinforces the effectiveness of Space Syntax, especially when combined with empirical circulation data, for diagnosing mobility flows. The study also emphasizes its potential for replicability in other campuses and urban environments, contributing to planning and management in similar contexts.

Keywords: Space Syntax, configuration, mobility, university campus.

INTRODUÇÃO

A circulação de pessoas nos espaços urbanos é um fenômeno condicionado não apenas por escolhas individuais, mas também pela maneira como as estruturas físicas organizam e restringem os deslocamentos. Nesse sentido, o estudo da mobilidade no contexto urbano se liga à disponibilidade ou não de equipamentos para proporcionar o acesso aos pontos de interesse. No contexto universitário, essa dinâmica se expressa de maneira ainda mais complexa, dada a diversidade de funções, atividades e perfis socioeconômicos que coexistem nesse ambiente (DRUCIAKI, 2014).

Considerando este contexto, a Teoria da Sintaxe Espacial se apresenta como uma ferramenta relevante para investigar e analisar as interações entre as formas espaciais e os padrões de deslocamento. Concebida por Hillier e Hanson (1984), essa abordagem parte do pressuposto de que a configuração espacial influencia diretamente o comportamento humano, moldando escolhas e trajetos dentro do espaço urbano, considerado como um sistema de partes interligadas e relacionadas.

Entre as diversas abordagens que compõem o campo dos estudos urbanos, a Sintaxe Espacial se destaca por integrar, de forma proposital, elementos da sociologia e da antropologia com fundamentos matemáticos, com especial ênfase nas representações geométricas do espaço. Deve-se destacar que a Sintaxe Espacial tem por enfoque as relações entre a morfologia da configuração das estruturas do espaço urbano e a relação dos atores com esta disposição representada em sua dimensão cartográfica. A Sintaxe Espacial, contudo, não se propõe como uma teoria integral do urbano, que buscaria explicar as relações socioespaciais de maneira ampla e totalizante, mas uma abordagem concentrada nas configurações e hierarquias observadas nas representações da dimensão física do espaço (NETTO, 2013).

Segundo Loureiro (2017), é necessária “uma estratégia de leitura espacial que permita inferir sobre o desempenho dos espaços materializados pelas práticas sociais, do ponto de vista de suas relações espaciais estruturantes, ou seja, da sua configuração”. Para a autora, a Sintaxe Espacial cumpre este papel pois considera o espaço como um todo com um significado maior do que a mera soma das partes, compreendendo a complexidade das relações que estruturam o espaço e seu componente social.

A especificidade desta pesquisa reside na aplicação dessa teoria ao Campus Darcy Ribeiro, da Universidade de Brasília, um espaço que se destaca tanto pelo seu papel central na vida acadêmica quanto pela complexidade de sua malha urbana. O *campus*, com aproximadamente 400 hectares e cerca de 500 mil metros quadrados de área construída, recebe diariamente uma expressiva quantidade de pessoas, que se deslocam entre edificações, áreas de convivência e serviços.

Considerando a relevância dos *campi* e seu caráter como recorte territorial de pesquisa, há potencial para a caracterização destes como um *Living Lab* — uma espécie de laboratório vivo, um ecossistema de inovação aberta, onde estes servem como contexto e recorte territorial de pesquisa, além de plataforma para implementação de inovações, estas baseadas em tomadas de decisão que podem ser orientadas pela própria pesquisa científica (HOSSAIN, LEMINEN E WESTERLUND, 2019).

O potencial de análise de um *campus* como um "laboratório vivo" é evidente: trata-se de um ambiente delimitado, dotado de infraestrutura própria e que apresenta fluxos de circulação diversos e intensos. Nessa perspectiva, o *campus* universitário transcende a função educativa, configurando-se como um sistema espacial cuja estrutura pode ser mapeada, modelada e interpretada a partir de métricas configuracionais advindas da Sintaxe Espacial.

Adicionalmente, ao integrar a análise sintática com dados levantados junto à comunidade acadêmica, esta pesquisa busca ir além da mera leitura morfológica, aproximando-se de uma compreensão mais ampla sobre os determinantes da circulação no campus. Tal articulação metodológica permite confrontar os padrões potenciais de mobilidade, estimados pelas métricas da Sintaxe Espacial, com os fluxos efetivamente realizados pelos usuários.

A análise da demografia do *campus* é crucial para a compreensão do fenômeno da distribuição das pessoas e consequentemente de suas viagens dentro do território analisado pela pesquisa, considerando as diversas intencionalidades e modais. A pesquisa, assim, possui potencial para configurar-se como um instrumento de apoio ao planejamento e gestão territorial do Campus Darcy Ribeiro.

A Universidade entendida como instituição dotada de autonomia e o *campus* como unidade territorial por ela gerida inserem-se num determinado contexto social onde a elaboração dos dispositivos de planejamento e sua implementação não se desvencilha dos

processos de tomada de decisão influenciados pelos agentes e atores sociais. A Universidade se apresenta, portanto, como produtora de conhecimento científico, objeto de pesquisa e consumidora deste conhecimento produzido em e sobre suas dependências, relacionando-se com o paradigma de *Living Lab* descrito anteriormente, e aos conceitos de campus inteligente e cidades inteligentes.

Também é importante ressaltar que a Universidade de Brasília possui um Plano Diretor para o Campus Darcy Ribeiro, publicado em dezembro de 2023. Este plano diretor compõe um instrumento de planejamento das instâncias de governança da Universidade, sendo estruturado em eixos temáticos, sendo um deles denominado “Infraestrutura de Transportes e Mobilidade”. Este eixo é composto por 20 metas que orientam os objetivos de gestão do *campus* em relação à mobilidade interna (UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, 2023).

A complexidade de operacionalizar tais metas, que incluem a priorização do pedestre e do ciclista, a readequação da infraestrutura de paradas de ônibus e o desenvolvimento de um sistema de estacionamentos racional, demanda uma compreensão aprofundada dos fluxos e usos do espaço. Nesse sentido, a metodologia deste trabalho também busca oferecer subsídio para embasar a implementação dessas diretrizes.

Deste modo, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar os fluxos de circulação no Campus Darcy Ribeiro, utilizando a modelagem espacial e o levantamento de dados empíricos para contrastar modelos configuracionais baseados em Sintaxe Espacial com uma pesquisa coletada via formulário, buscando conhecer os hábitos de circulação da comunidade acadêmica. São estabelecidos como objetivos específicos:

- Identificar os eixos estruturantes do Campus, avaliando a distribuição e o uso das vias e equipamentos de mobilidade.
- Discutir a aplicabilidade e os limites da Sintaxe Espacial para a análise de espaços universitários.

Para tal, o presente trabalho se estrutura a partir de dois eixos de investigação complementares. Assim, a presente dissertação estrutura-se como um trabalho singular que integra os resultados de dois artigos: uma revisão sistemática da literatura; e um estudo de

caso prático no Campus Darcy Ribeiro, comparando dados de circulação de pessoas nos espaços físicos com métricas da Sintaxe Espacial.

Ao reunir técnicas de Geoprocessamento, levantamentos quantitativos e análise configuracional a partir da aplicação da sintaxe espacial, esta pesquisa pretende oferecer subsídios que possam contribuir tanto para o planejamento urbano do campus quanto para o avanço das investigações sobre circulação em ambientes universitários. Acredita-se que o aprofundamento dessas análises possam não apenas resultar em produção acadêmica, mas também orientar decisões institucionais que favoreçam a acessibilidade, a eficiência e o bem-estar no cotidiano do *campus*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Hillier e Hanson (1984) propõem em *The Social Logic of Space* uma abordagem inovadora para integrar os elementos espaciais e sociais em pesquisas sobre as comunidades humanas. Para os autores, a principal meta desta abordagem é construir um modelo conceitual capaz de estabelecer correlações entre os aspectos sociais dos padrões observados no espaço e os aspectos espaciais da sociedade.

Partindo do referencial teórico da Arquitetura e do Urbanismo, Hillier toma da obra sociológica de Durkheim as noções de solidariedade orgânica e mecânica, analisando as relações entre os padrões espaciais, padrões sociais e a divisão do trabalho. É possível afirmar que para Hillier, a divisão social do trabalho produz espacialidades segregadas, assim como tal segregação possui influência na própria divisão do trabalho (HILLIER, 1984).

A Sintaxe Espacial, carregada de aportes sociológicos, não é desconectada dos aspectos sociais que tornam o espaço urbano dinâmico. Contudo, ao realizar suas análises focadas em eixos unidimensionais, a Sintaxe Espacial oferece um panorama geral, preocupado com a morfologia do espaço urbano e não necessariamente com especificidades que podem surgir momentaneamente no caminho modelado. Seu enfoque na morfologia é justificado pelo conceito de movimento natural. Hillier (2007) define movimento natural como:

(...) the proportion of movement on each line that is determined by the structure of the urban grid itself rather than by the presence of specific attractors or magnets. This is not initially obvious, but on reflection does seem natural. In a large and well

developed urban grid people move in lines, but start and finish everywhere. We cannot easily conceive of an urban structure as complex as the city in terms of specific generators and attractors, or even origins and destinations, but we do not need to because the city is a structure in which origins and destinations tend to be diffused everywhere, though with obvious biases toward higher density areas and major traffic interchanges. So movement tends to be broadly from everywhere to everywhere else. To the extent that this is the case in most cities, the structure of the grid itself accounts for much of the variation in movement densities.

A Sintaxe Espacial, então, propõe um modelo do espaço urbano construído a partir de eixos, representados por meio dos chamados mapas axiais. Seamon, baseado na obra de Hillier, define os mapas axiais da seguinte forma (2019):

Um conceito central de sintaxe espacial é o espaço axial, que se relaciona às qualidades unidimensionais de um caminho e tem influência no movimento humano em um edifício, área ou cidade como um todo. Os espaços axiais são ilustrados com mais perfeição por longas ruas estreitas e são representados geometricamente pela linha reta mais longa que pode ser desenhada através de uma rua ou outro espaço de movimento antes que a linha atinja um edifício, parede ou outro objeto material.

Holanda (2002) divide a teoria da Sintaxe Espacial em três níveis analíticos: *padrões espaciais*, *vida espacial* e *vida social*.

Em sua obra "O Espaço de Exceção", ao abordar os *padrões espaciais*, Holanda (2002) faz uma definição precisa dos padrões a serem identificados nos casos selecionados para seu estudo, exemplificando as métricas utilizadas na análise do espaço. Além disso, alerta que o importante para a Sintaxe Espacial são as relações topológicas entre os diferentes segmentos e eixos, não uma noção de distância física.

Já a noção de *vida espacial* diz respeito à vida mapeada por meio do número de pessoas que se encontram nos espaços analisados, bem como as características dessas pessoas, além das eventuais relações destas com aquele meio. É aqui que o autor trata da questão da co-presença, isto é, o conjunto de pessoas que compartilham do espaço analisado — sem necessariamente possuírem características em comum ou estarem interagindo entre si. Com isso, é possível não apenas medir a quantidade de pessoas que acessam e transitam por um determinado espaço, mas também o quão diverso aquele espaço é e como suas subdivisões, categorias, "dentros" e "foras" (como por exemplo grades, cercas, interior dos edifícios), fazem parte de fenômenos de integração e/ou segregação no contexto da cidade (HOLANDA, 2002).

Ao abordar a *vida social*, Holanda (2002) realiza uma discussão sociológica aprofundada, fundamentando-se nas noções marxianas de estrutura e superestrutura, segundo

as quais a produção da vida real constitui a base material das relações entre os diferentes grupos sociais e o espaço. Esse fator, embora influente, não seria o único determinante para as práticas espaciais dos diferentes agentes sociais (a discussão sobre posturas sociológicas dogmáticas é bastante aprofundada pelo autor). Com base nisso, o autor classifica os agentes e práticas em categorias sociais e seus graus de isolamento dentro do espaço urbano. Um exemplo disso são os prédios da Esplanada dos Ministérios, que isolam propositalmente os funcionários públicos de Brasília do restante da sociedade.

Observadas essas questões, é possível afirmar que o conteúdo sociológico das análises da Sintaxe Espacial permite uma abordagem mais detalhada da influência da sociedade no espaço e do espaço na sociedade. De acordo com Curado (2022), a Sintaxe Espacial afirma que "a forma como o espaço é organizado é capaz de possibilitar ou restringir deslocamentos e permanências", ou seja, a configuração do espaço urbano é que determinaria as possibilidades de fluxos e é aí que se concentram suas análises.

As análises amparadas na Teoria da Sintaxe Espacial partem, portanto, da modelagem da configuração urbana como ela se encontra em um determinado recorte temporal, para aí encontrar correlações entre a configuração do recorte espacial modelado e o fenômeno da circulação. É importante salientar que em momento algum nega-se que a própria configuração do espaço urbano é determinada pela ação humana e pela tomada de decisão de diferentes atores, com diferentes níveis de atuação. Contudo, um modelo é, justamente, uma simplificação de uma realidade social complexa e multifacetada.

O *campus* universitário pode ser entendido como uma formação específica inserida no contexto da cidade, já que possui uma aglomeração de atividades, pessoas e equipamentos específica, tanto em forma — ou seja, na configuração das suas edificações e sua distribuição; quanto em função — nas atividades ali desempenhadas (SANTOS, 1985).

Em relação à análise do *campus* universitário enquanto *locus* de pesquisa, é possível encontrar na literatura uma série de trabalhos que se propõe à análise da circulação em um determinado campus, seja para a avaliação de técnicas de Geoprocessamento - por exemplo em Rodrigues (2001), seja para a elaboração de instrumentos de planejamento, como pode ser visto no Plano Diretor 2020 da UFRJ (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO, 2011).

Em relação ao contexto de sua aplicação em ambientes universitários, a Teoria da Sintaxe Espacial mostra-se como um método já testado, tanto em universidades estrangeiras — como visto, por exemplo, em El-Darwish (2022) — como brasileiras — como visto em Mano e Braga (2018).

Sendo necessária uma revisão de caráter preliminar anterior à produção do artigo de revisão sistemática de literatura, foi realizada uma exploração prévia, de caráter bibliométrico. Optamos, portanto, por analisar o contexto atual da aplicação da Sintaxe Espacial em *campi* universitários no âmbito acadêmico mundialmente, levantando assim os principais autores e artigos citados, bem como as relações entre essas obras, por meio da análise das co-citações.

Utilizando a plataforma Scopus, foram encontrados 135 documentos contendo "space syntax" e "university", de 1985 a 2024. Já a pesquisa "space syntax" e "campus" obteve 62 resultados, com o mais antigo sendo de 2007. Optamos pela segunda pesquisa, pois, observados os resultados, obras presentes no levantamento colocavam o termo *University* para referenciar a University College of London (UCL), onde a teoria foi desenvolvida, não se tratando especificamente de aplicações da teoria a *campi* universitários.

A busca foi restringida a artigos publicados em periódicos, tendo sido encontradas 27 publicações. Cabe ressaltar que, dos artigos encontrados, nenhum deles é de origem brasileira. Isso reforça que, embora existam aplicações da teoria da Sintaxe Espacial em trabalhos sobre a configuração espacial dentro dos *campi* universitários no Brasil, estas estão concentradas majoritariamente em comunicações de congresso, revelando uma lacuna e apontando para uma necessidade de aprofundamento na questão.

Utilizando o *software* VOSviewer para gerar o mapa de citações (Figura 1) dos artigos, foi encontrado apenas um *cluster*, onde o trabalho “*Exploring the effects of spatial and social segregation in university campuses, IZTECH as a case study*” de Berna Yaylali-Yildiz, Claudia Czerkauer-Yamu e Ela Çil, publicado em 2014, foi citado por 5 outros artigos. Todos os outros artigos se encontram de forma isolada nessa visualização.

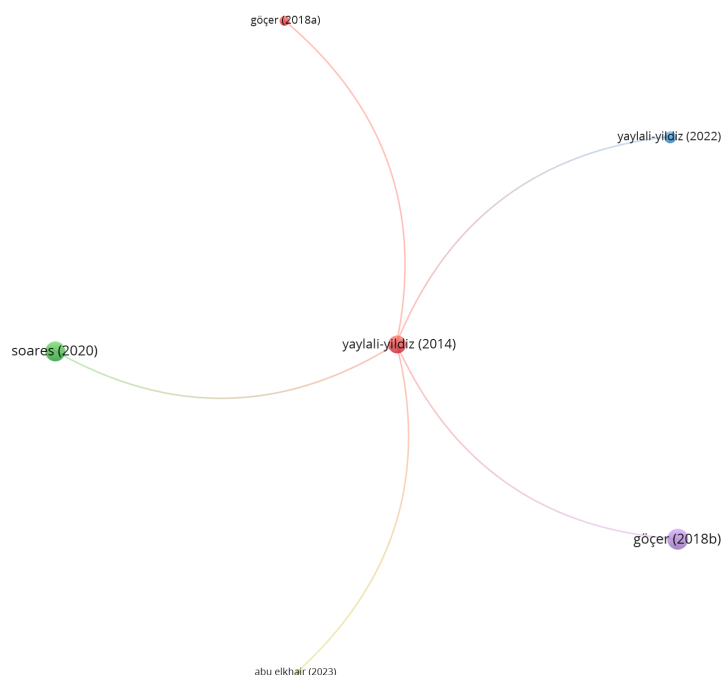


Figura 1. Cluster encontrado no mapa de citações
Fonte: VOSviewer

Observando o mapa de co-citações (Figura 2), foram encontradas 49 obras (entre livros e artigos) citadas pelo menos 2 vezes pelos artigos analisados. Há um *cluster* principal, representado em verde, centrado na obra “*The social logic of space*” de Bill Hillier e Julienne Hanson, que é citada 17 vezes. Outra obra relevante deste cluster é “*Introduction to Space Syntax in Urban Studies*”, de Akkelies van Nes e Claudia Czerkauer-Yamu, que recebem 5 citações mas possuem 32 *links*. Outra obra importante de Hillier é “*Space is the machine*”, livro que compõe o *cluster* representado em amarelo, citado 8 vezes. Outro *cluster* é representado em vermelho, formado com uma rede de citações ao redor do artigo “*The nature and impact of student demand on housing markets*”, de Rugg, Rhodes e Jones, que é citado 3 vezes mas possui 24 *links* com obras diversas. Há ainda os *clusters* roxo e azul, com obras menos citadas, como “*Urban layout, landscape features and pedestrian usage*” de Foltête e Piombini e “*From Isovists to Visibility Graphs: A Methodology for the Analysis of Architectural Space*”, de Turner et. al.

Tabela 1. Citações e documentos por origem do autor

País	Documentos	Citações
Turquia	8	74
Japão	4	48
Estados Unidos	1	46
Egito	5	40
China	3	37
Países Baixos	2	27
Reino Unido	2	27
Áustria	2	22
Jordânia	2	21
Líbano	1	21
Coreia do Sul	2	6
Austrália	1	6
Catar	1	4
Iraque	2	3
República da China (Taiwan)	1	3

Em relação aos países de origem do autor (Tabela 1), o principal *cluster* (Figura 4) encontrado é centrado na Turquia, conectada ao Reino Unido, Países Baixos e Áustria. Há também um *cluster* formado por Egito, Japão e China. Cabe, além da identificação dos *clusters*, observar a tabela de país de origem dos autores, a fim de obter um panorama maior, para além daqueles representados na figura.

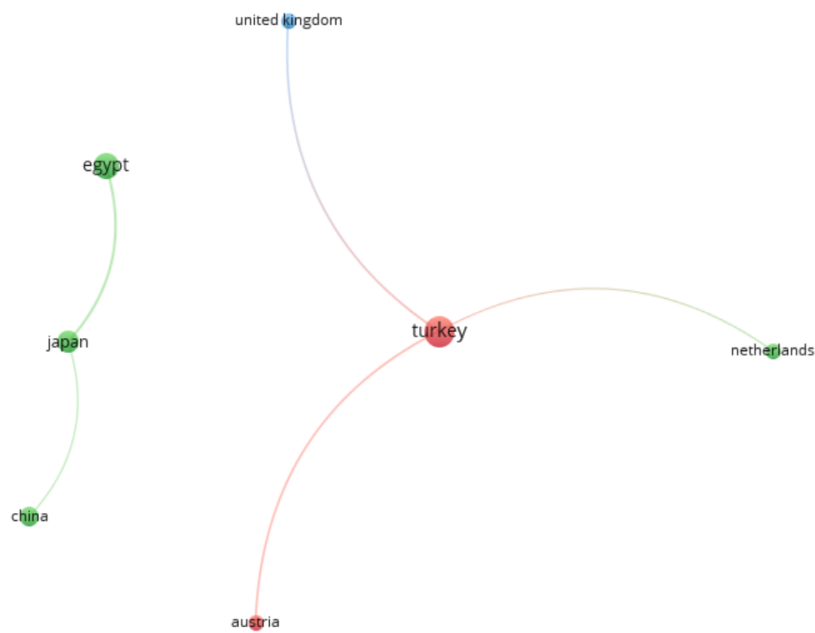


Figura 4. Clusters de co-citações por país de origem do autor (sem escala)

Fonte: VOSviewer

Com a análise exploratória inicial, fica evidente o potencial da Sintaxe Espacial no estudo de *campi* universitários ao redor do mundo, embora com uma notável ausência de publicações brasileiras em periódicos. Os autores centrais da teoria, como Hillier e Hanson, são consistentemente citados, demonstrando a solidez da base teórica. A concentração de estudos em países como Turquia, Japão e Egito sugere um interesse global na aplicação da Sintaxe Espacial em contextos universitários diversos, o que reforça a necessidade de explorar essa abordagem no contexto brasileiro. Assim, a presente pesquisa busca contribuir para preencher essa lacuna, aplicando a teoria ao Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília.

MATERIAIS E MÉTODOS

A Teoria da Sintaxe Espacial realiza uma previsão das probabilidades de escolha de circulação de uma população a partir de modelos axiais construídos com base na configuração dos caminhos em um sistema urbano. Hillier afirma que é possível testar sua teoria contrastando-a com índices de mobilidade (2007, p. 120):

We should then expect that the distribution of colours in axial maps will foreshadow densities of moving people. Because the colours are really rough indexes of precise numerical values, this proposition can of course be tested by selecting areas and correlating movement rates against integration values.

Holanda (2002) apresenta análises relevantes nas seções dedicadas às categorias de *vida espacial* e *vida social*. Contudo, o presente trabalho não possui a pretensão de avançar de maneira aprofundada sobre as discussões sociológicas, tomando como seu escopo principal os *padrões espaciais*, ou seja, a morfologia e a topologia do sistema espacial analisado no modelo.

A presente pesquisa organizou-se em dois artigos, sendo o primeiro uma revisão sistemática de literatura, submetido à Revista Arq.urb da Universidade São Judas Tadeu¹ (apêndice 3) e o segundo uma análise comparativa entre os dados levantados e as métricas de Sintaxe Espacial (apêndice 4), ainda não submetido a periódico no momento da escrita da presente dissertação.

O fluxograma do trabalho (figura 5) descreve as etapas da pesquisa, que se desenvolvem em uma definição geral do problema, estabelecimento de uma metodologia, uma revisão bibliográfica prévia para identificar lacunas e estabelecer as métricas a serem utilizadas e a elaboração dos artigos supracitados.

Em termos práticos, no que tange a aplicação da sintaxe espacial, o presente trabalho divide-se em duas etapas centrais. A primeira delas é um levantamento das rotas presentes no Campus Universitário Darcy Ribeiro. Foram consideradas rotas não apenas as vias para veículos motorizados, mas também a infraestrutura de mobilidade ativa, isto é, pedestre e ciclovária interna ao *campus*. A segunda etapa realizada é um questionário de consulta à comunidade, coletando dados sobre a circulação da população universitária, levando em consideração os modais pelos quais chega-se ao Campus e os prédios frequentados, com o objetivo de levantar dados a respeito das escolhas de mobilidade dos entrevistados.

¹ No momento da escrita da presente dissertação, o artigo ainda não havia sido publicado.

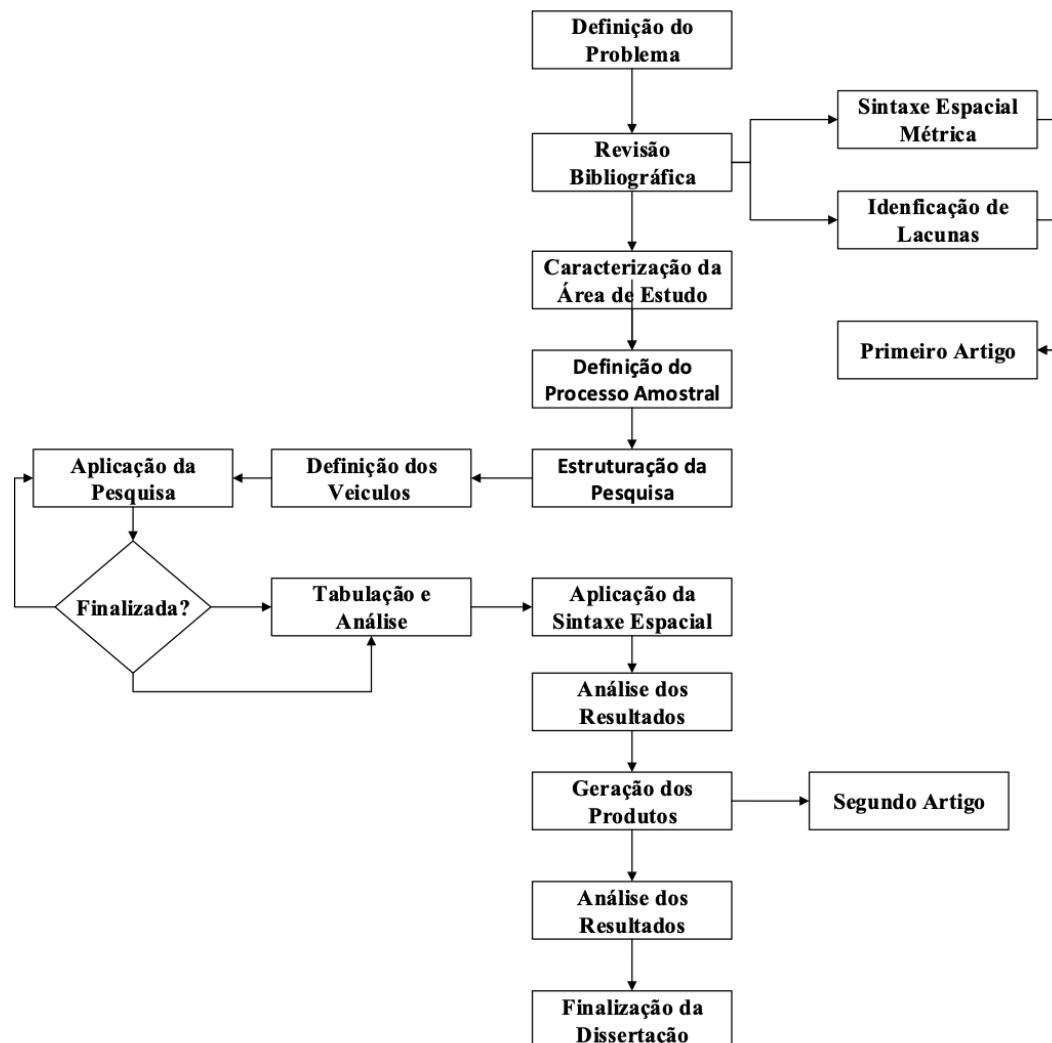


Figura 5. Fluxograma da pesquisa

Fonte: Elaborado pelo autor

O primeiro artigo, intitulado "A teoria da Sintaxe Espacial e suas aplicações em *campi* universitários: uma revisão bibliográfica", constitui uma revisão sistemática da literatura de Sintaxe Espacial aplicada ao contexto de campus universitário. Seu propósito é fundamentar teoricamente o emprego da Sintaxe Espacial em ambientes universitários, investigando como essa abordagem tem sido aplicada na produção científica mundial. A análise bibliométrica realizada no artigo, que identificou a predominância de estudos de países como Turquia, Japão e Egito, e a lacuna de publicações brasileiras em periódicos revisados por pares, demonstra a relevância e a originalidade da presente dissertação no contexto nacional. Este artigo, portanto, estabelece o arcabouço teórico-metodológico e o estado da arte da aplicação

da Sintaxe Espacial em ambientes universitários. Tal artigo foi submetido para a Arq.urb, revista do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Arquitetura e Urbanismo da Universidade São Judas Tadeu e aguarda análise no momento da presente dissertação.

Já o segundo artigo, "Estudo dos fluxos de circulação no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília com aplicação da Sintaxe Espacial - Uma proposta para aplicação em Smart Cities", concentra-se na aplicação prática da Sintaxe Espacial no Campus Darcy Ribeiro, articulando com dados reais da circulação de pessoas no ambiente universitário. Este artigo apresenta o levantamento do comportamento de mobilidade da população universitária, a coleta de dados via questionário online (Survey123) e a análise de métricas como integração global, escolha angular e conectividade aplicadas ao mapa axial do campus.

A integração dos dados demográficos com as métricas espaciais permite identificar eixos de maior intensidade de fluxo e avaliar a infraestrutura de mobilidade existente. O artigo também discute as correlações e as divergências entre a circulação potencial (indicada pela Sintaxe Espacial) e a circulação efetiva (observada nos dados comportamentais), evidenciando as potencialidades e limitações da abordagem em um contexto real. A abordagem metodológica adotada, incluindo o cálculo do tamanho da amostra para uma população finita, garante a robustez da coleta de dados. Ao escrever da presente dissertação, o segundo artigo ainda não fora submetido.

Considerando que a base de dados analisada pela pesquisa em contexto geral trata-se de mapas axiais, o artigo de revisão serviu como subsídio para a escolha de três métricas para análise, sendo elas: Integração global, escolha angular e conectividade.

As análises elaboradas por meio da Sintaxe Espacial têm como resultado diversos produtos cartográficos, que consideram as métricas obtidas através da análise do conjunto de eixos de vias previamente mapeados. Tais métricas foram apresentadas para um modelo unificado, que considera o conjunto de vias, ciclovias e calçadas do Campus, além de outros caminhos utilizados pelos pedestres, como as áreas internas dos prédios, como já se encontravam mapeados na Infraestrutura de Dados Espaciais da Universidade de Brasília, hospedada em plataforma SIG baseada em *web*.

Para a pesquisa, foram utilizados mapas axiais distintos para três tipos de espaços: calçadas, caminhos e interiores de edifícios acessíveis a pedestres, ciclovias e ruas. Posteriormente, esses três mapas axiais (figura 6) foram tratados e combinados em um único

modelo (figura 7), que abrange tanto a extensão da via quanto a área interna dos edifícios, utilizando imagens de satélite Google presentes no *plugin* QuickMapServices.

Os *softwares* utilizados durante a pesquisa foram VOSviewer para revisão bibliométrica preliminar, os sistemas de banco de dados PostgreSQL e PostGIS para organização e tratamento dos dados, tanto da revisão bibliográfica quanto os dados geográficos da pesquisa; o ArcGIS Pro e o QGIS foram utilizados para a elaboração dos produtos cartográficos, tendo o *plugin* do QGIS Space Syntax Toolkit e o motor depthmapX sido utilizados para a geração dos mapas axiais e o *plugin* do QGIS QuickMapServices sido usado para a correção das bases vetoriais utilizadas para gerar os mapas axiais; e os aplicativos do ArcGIS Online como Survey123 e ArcGIS Dashboards foram utilizados para coleta e visualização dos dados. O formulário da pesquisa foi divulgado em meio digital e também em cartazes espalhados pelo Campus Darcy Ribeiro em locais autorizados previamente pela administração da Universidade de Brasília.

O recorte territorial da pesquisa, o Campus Darcy Ribeiro (figura 8), é o maior e principal *campus* da Universidade de Brasília, com uma área total de cerca de 400 hectares e aproximadamente 500 mil metros quadrados de área construída. Está localizado na Asa Norte, em Brasília, na Região Administrativa do Plano Piloto, entre duas das principais avenidas do DF, a L3 Norte e a L4 Norte.

O Campus Darcy Ribeiro está em uma área aberta e ampla, desprovida de cercamentos físicos. Isso é um dos fatores que revelam a integração de sua estrutura ao tecido urbano de Brasília, conferem ao Campus uma posição singular na dinâmica territorial e de mobilidade do Plano Piloto.



Figura 6. Bases axiais antes do tratamento
Fonte: Infraestrutura de Dados Espaciais da UnB - Projeto SmartCampus



Figura 7. Modelo axial unificado e tratado
Fonte: Elaborado pelo autor

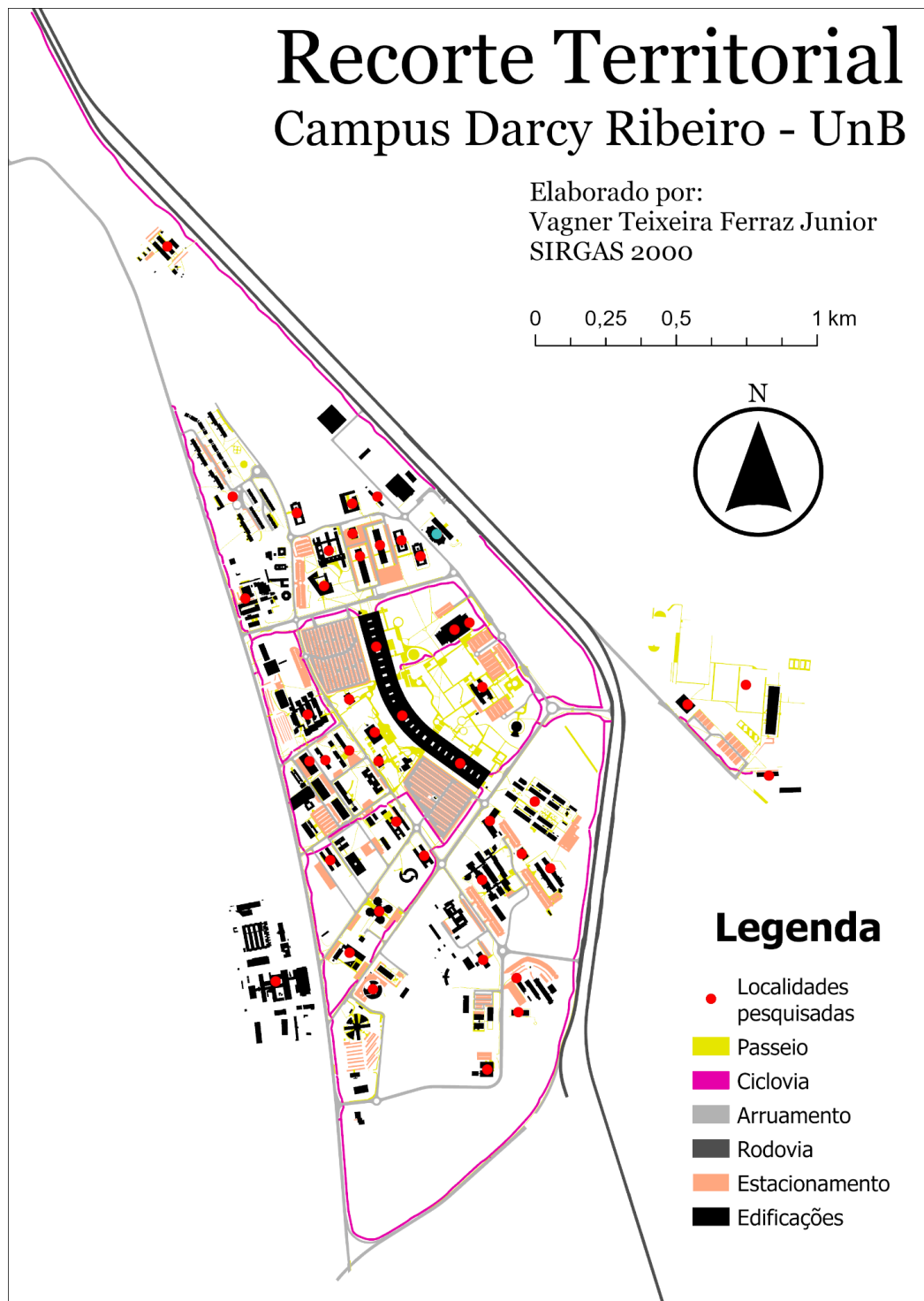


Figura 8. Mapa do Campus Darcy Ribeiro

Fonte: Elaborado pelo autor

RESULTADOS

Revisão sistemática de literatura

A primeira parte da pesquisa, uma revisão sistemática de literatura, consolidada no artigo “A teoria da Sintaxe Espacial e suas aplicações em *campi* universitários: uma revisão bibliográfica”, inicia-se com uma introdução geral sobre a teoria da Sintaxe Espacial. Esta introdução aborda o campus universitário como *locus* de pesquisa, observando que o campus universitário típico é um ambiente complexo, assemelhando-se a uma cidade em sua estrutura, com ruas e edificações, e em sua alta circulação de pessoas e veículos. Contudo, sua população possui características e motivações específicas — afinal, estão vinculadas à Universidade e os afazeres típicos relacionados a este espaço, e os fluxos de circulação e as dimensões do campus variam em cada caso. Além disso, há uma apresentação geral do que é a teoria da Sintaxe Espacial e como ela pode ser aplicada para subsidiar a gestão de ambientes universitários.

A parte metodológica iniciou-se com a busca dos termos "space syntax" e "university" na plataforma Scopus, resultando em 135 documentos publicados entre 1985 e 2024. Posteriormente, a pesquisa foi refinada para "space syntax" e "campus", retornando 62 resultados, com o mais antigo datado de 2007. Essa alteração se deu porque muitos dos documentos iniciais sobre "university" referenciam a University College of London (UCL), berço da teoria, e não abordavam aplicações da Sintaxe Espacial em *campi* universitários. Para garantir a qualidade e relevância, a revisão foi restrita a artigos de periódicos revisados por pares. Após a aplicação desses critérios, 27 artigos da plataforma Scopus foram selecionados, atendendo aos parâmetros estabelecidos.

No Portal de Periódicos da Capes, a pesquisa foi realizada utilizando os termos "space syntax" e "campus" para artigos revisados por pares, resultando em 34 publicações.

Após a compilação dos resultados de ambas as plataformas e a remoção de duplicatas, obteve-se um total de 39 artigos revisados por pares. Estes artigos abordam a teoria da Sintaxe Espacial e sua aplicação em ambientes relacionados a *campi* universitários. Para identificar a relevância e o impacto dos artigos, quantificou-se o número de citações de cada um no Google Acadêmico.

A coleta de dados ocorreu em outubro de 2024. Os documentos relevantes foram sistematizados em um banco de dados com informações como autores, ano de publicação, métricas analisadas, país de origem e o tipo de ambiente estudado.

A metodologia empregada para a análise dos artigos foi de natureza mista. Qualitativamente, buscou-se identificar e descrever as métricas predominantes, bem como seus respectivos contextos de aplicação. Quantitativamente, observou-se a distribuição das publicações ao longo do tempo e em diferentes regiões geográficas.

A compilação de artigos revela uma distribuição temporal entre 2007 e 2023, com uma notável ascensão nas publicações sobre o tema após 2020.

As principais métricas encontradas nos artigos são a Integração global — encontrada em 14 artigos (35,9% da produção), a Conectividade — encontrada em 12 artigos (30,8%), a Análise de grafos de visibilidade — encontrada em 11 artigos (28,2%) e a Escolha angular — encontrada em 6 artigos (15,4%).

A revisão busca demonstrar e explicar as definições das métricas analisadas e explorar suas finalidades de utilização nos contextos dos ambientes estudados na bibliografia encontrada.

Os resultados da revisão indicam que as métricas de Sintaxe Espacial são ferramentas cada vez mais úteis na análise de *campi* universitários, especialmente na última década. A versatilidade dessas métricas é evidenciada por sua capacidade de abordar diversas questões relacionadas à organização espacial, circulação e acessibilidade, conforme demonstrado pelas pesquisas analisadas. Métricas como integração global, conectividade, escolha angular e a análise de grafos de visibilidade são as mais utilizadas, frequentemente em conjunto, para oferecer análises mais abrangentes.

A aplicabilidade da Sintaxe Espacial abrange tanto ambientes externos quanto internos, destacando a diversidade de suas possíveis aplicações. A combinação de métricas e diferentes representações espaciais para analisar um mesmo espaço tem se mostrado um método eficaz para aumentar a precisão e a revelância das análises.

Contudo, a revisão enfrentou limitações metodológicas, como a impossibilidade de acesso ao conteúdo de seis artigos e a restrição na escolha de palavras-chave. Esta última pode ter excluído estudos relevantes que empregam terminologias alternativas. Para estudos

futuros, sugere-se a ampliação do escopo, incluindo bases de dados adicionais e a exploração de outras palavras-chave relacionadas à Sintaxe Espacial, estudos configuracionais e ambientes de *campi* universitários.

Observa-se também que o campo ainda possui lacunas, como a baixa popularidade da aplicação da Sintaxe Espacial em *campi* e a necessidade de uma maior integração entre métricas espaciais e dados comportamentais detalhados. Avanços tecnológicos e metodológicos, como o uso de análises preditivas, aprendizado de máquina e modelos baseados em agentes – já presentes na literatura geral da Sintaxe Espacial – representam uma direção promissora para futuras pesquisas aplicadas ao tema do *campus* universitário.

Aplicação da metodologia

O objetivo principal do segundo artigo foi analisar os fluxos de circulação no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. Para tanto, propõe-se investigar os padrões de circulação de pessoas no Campus Darcy Ribeiro, identificando os eixos de maior intensidade de fluxo. Foi realizado um levantamento sobre o comportamento da mobilidade da população universitária, utilizando o aplicativo Survey123 (vinculado ao ArcGIS Online) para a coleta de dados.

Paralelamente, foi feita uma análise das estruturas físicas de mobilidade (vias, ciclovias e calçadas), buscando detectar possíveis fragilidades na infraestrutura existente. Essa avaliação se fundamenta na comparação entre as métricas de Sintaxe Espacial dessas estruturas e os dados de circulação coletados.

Em complemento, o estudo visa aprofundar a compreensão e analisar a viabilidade da Sintaxe Espacial enquanto metodologia para examinar a configuração espacial e interpretar os padrões de circulação no Campus Darcy Ribeiro como um laboratório vivo. Essa dimensão da pesquisa, ao tratar o campus como um *Living Lab*, busca fornecer subsídio para o aprimoramento da gestão dos espaços da Universidade e amparar possíveis novas pesquisas em ambientes universitários e urbanos distintos.

Para o segundo artigo, optou-se por um questionário online, com o objetivo de alcançar uma amostragem aleatória e, assim, generalizar os resultados. O tamanho ideal da amostra foi calculado com base na população universitária, visando garantir a representatividade da pesquisa.

Para determinar o tamanho da amostra para uma amostragem aleatória, adotou-se uma população estimada de 55.000 indivíduos. Os parâmetros definidos foram um nível de confiança de 95%, uma proporção de 50% e uma margem de erro de 3%. De acordo com Kish (1965), considerando que Z é o valor correspondente ao nível de confiança desejado (para 95%, $Z=1,96$), P é a proporção esperada na população (nesse caso, determinamos $P=0,5$ para maximizar a variabilidade) e E é a margem de erro a ser alcançada (nesse caso, $E = 0,03$), a equação (1) para o cálculo do tamanho da amostra preliminar (n_0) é dada por:

$$n_0 = \frac{Z^2 \cdot P \cdot (1 - P)}{E^2} \quad (1)$$

Contudo, a equação (1) considera uma população infinita. Para ajustar o tamanho amostral para uma população finita, segundo Kish (1965), é utilizada a seguinte equação (2), onde N é o tamanho da população:

$$n = \frac{n_0}{1 + \left(\frac{n_0 - 1}{N}\right)} \quad (2)$$

$$n = \frac{1067,11}{1 + \left(\frac{1067,11 - 1}{55000}\right)}$$

$$n \approx 1046,79$$

Assim, o tamanho ideal da amostra foi estabelecido em aproximadamente 1047 indivíduos.

O levantamento foi realizado de forma preliminar entre os meses de março e abril de 2024, sendo aplicado para 41 participantes. Já o questionário final, corrigido pelo feedback desse teste, foi aplicado entre maio e setembro de 2024, tendo atingido uma amostra de 312 pessoas, o que representa 29,79% do tamanho ideal da amostra. Retomando Kish (1965), a margem de erro da pesquisa foi recalculada, atingindo aproximadamente 5,53%.

A pesquisa enfrentou dificuldades em atingir um tamanho adequado na amostra, como a estratégia de divulgação em redes sociais que restringiu-se a grupos de curso no Whatsapp e ao perfil da Universidade de Brasília no “[x.com](#)” — antigo Twitter, a não divulgação em outros meios oficiais como o *website* da Universidade, bem como na estratégia de fixação de cartazes nos corredores e Centros Acadêmicos que pode ter sido insuficiente.

O questionário final buscou as seguintes informações: Situação na UnB; Faixa etária; Região Administrativa - de moradia, caso resida no DF; Município de moradia, caso não resida no DF; Quantos dias por semana frequenta a UnB; Meio de transporte até o Campus; Parada de ônibus utilizada ao chegar, caso use ônibus; Parada de ônibus utilizada ao sair, caso use ônibus; Estacionamento utilizado, caso use automóvel ou motocicleta; De 3 a 5 locais frequentados pelo usuário em um dia típico na Universidade.

Os resultados, inicialmente organizados em formato tabular no ArcGIS Online, foram posteriormente carregados e processados em um banco de dados PostGIS por meio de código SQL. O tratamento de dados envolveu a criação de junções e novas tabelas, fundamentais para a geração dos produtos cartográficos da pesquisa. Estes foram desenvolvidos no ArcGIS Pro para exportação e, posteriormente, carregados no ArcGIS Online, onde foram disponibilizados em um *dashboard* interativo (Figura 9). A tabela central, que continha as respostas individuais organizadas por linha, serviu como base para a criação de tabelas derivadas. O objetivo era transformar dados tabulares numéricos e textuais em informações espaciais, vinculando-os a dados geográficos já existentes.

O *dashboard* foi elaborado para permitir o acompanhamento em tempo real dos dados coletados na pesquisa. Contudo, após a finalização da coleta dos dados, tornou-se um produto que permite a visualização das respostas plotadas em linha, da frequência de uso dos estacionamentos, uso das paradas de ônibus, frequência de respostas para cada destino coletado no formulário, além de dados de moradia, função na UnB, faixa etária e meio de transporte usado para acessar o *campus*.

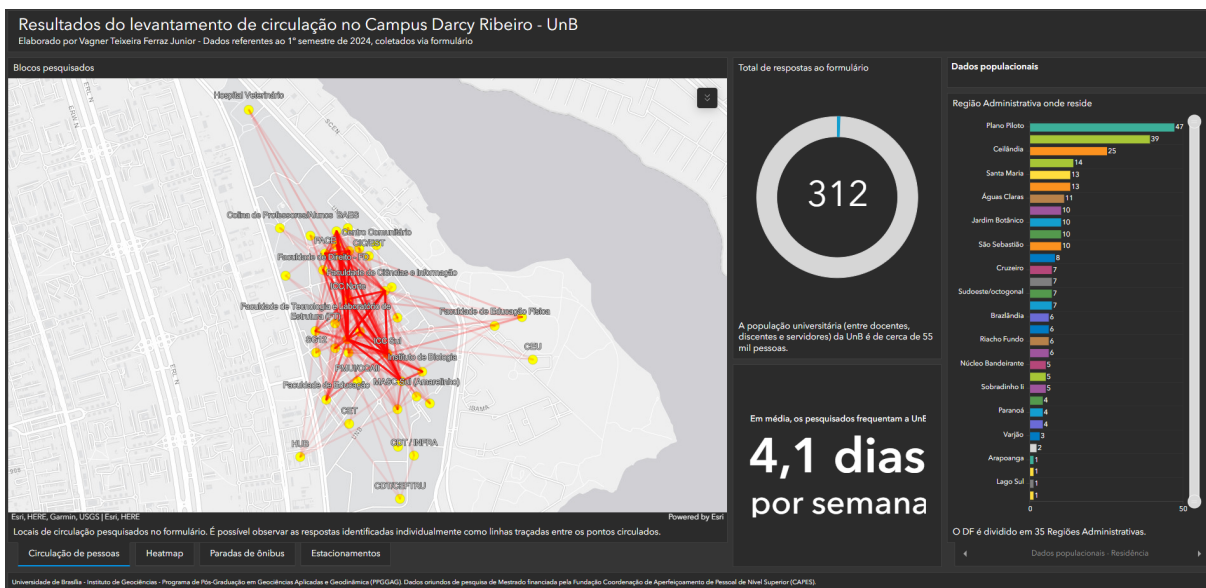


Figura 9. Dashboard elaborado com resultados do levantamento
Fonte: Infraestrutura de Dados Espaciais da UnB - Projeto SmartCampus

Para as análises baseadas em Sintaxe Espacial, o levantamento das rotas foi feito por meio da comparação entre bases de dados pré-existentes da Infraestrutura de Dados Espaciais da Universidade de Brasília, hospedadas no ArcGIS Online (projeto Smart Campus - UnB), e imagens de satélite do Campus. As bases pré-existentes incluíam uma vetorização em escala 1:10.000 do Campus, derivada de ortofotos, e três mapas axiais distintos para pedestres, ciclovias e ruas.

A etapa de tratamento dessas bases foi essencial para elaborar um mapa axial unificado. Este modelo integra os três mapas axiais existentes, com o propósito de analisar os padrões de circulação de pessoas em todo o Campus Darcy Ribeiro, independentemente do modal. Essa etapa também incluiu a remoção de redundâncias causadas por vias paralelas, considerando que um mapa axial pode simplificar a representação de uma caixa viária, como uma rua com calçada e ciclovia adjacentes, em uma única linha.

O modelo axial considerado para a pesquisa concentra-se em espaços externos, embora também sejam considerados espaços internos, como o prédio do Instituto Central de Ciências, que se configura não apenas como um destino, mas também caminho para a circulação pedestre. Nesse sentido, as análises se concentraram nos mapas axiais, embora seja necessário endereçar que a Análise de Grafos Visuais é uma métrica mais adequada para a análise de ambientes internos.

Foi calculada a frequência apresentação/indicação de cada ponto de circulação nas

respostas, independentemente da sua posição na ordem dos relatos. Essa análise permitiu a criação de produtos cartográficos para estimar os locais mais frequentados no Campus, baseando-se na contagem de vezes que cada localidade é citada nas rotas diárias dos participantes (Figura 10).

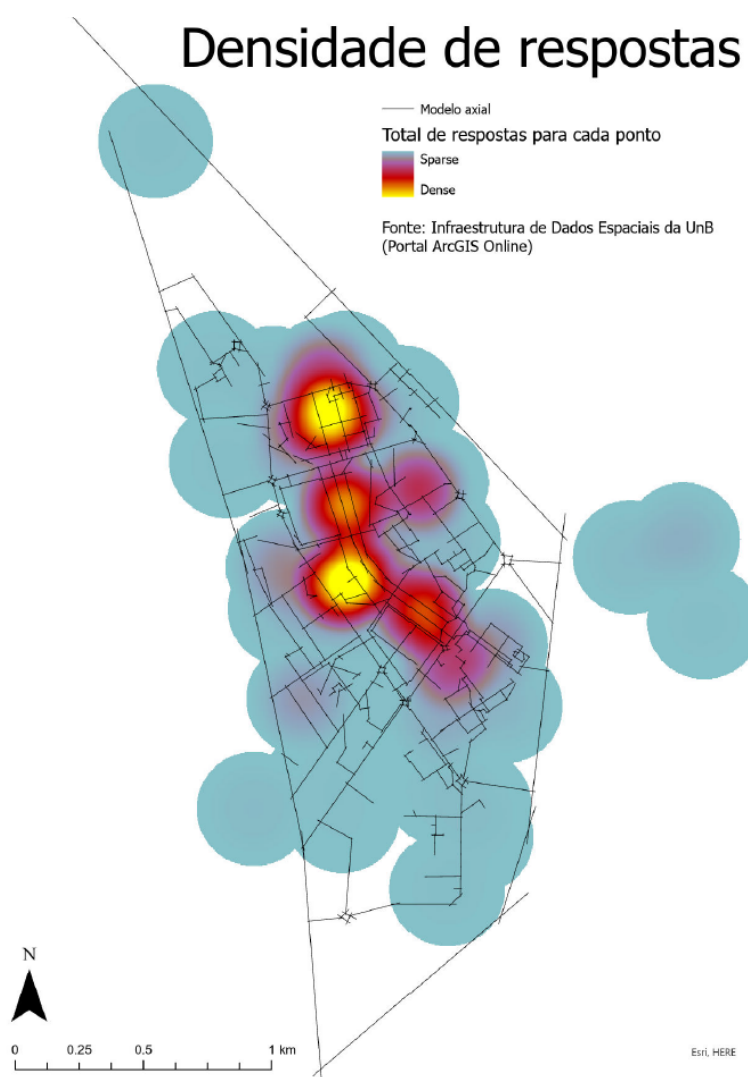


Figura 10. Heatmap de locais frequentados

Fonte: Elaborado pelo autor

Além disso, no banco de dados, junções foram realizadas para associar cada localidade pesquisada às suas respectivas geometrias pontuais. A partir desses pontos, foram geradas linhas de circulação para cada resposta, permitindo a plotagem espacial dos resultados (Figura 11). Estas linhas foram geradas no ambiente PostGIS, utilizando código em SQL (Apêndice 1). Isso possibilitou identificar os trajetos mais utilizados pela população

universitária, estruturados em um modelo linear dos deslocamentos declarados.

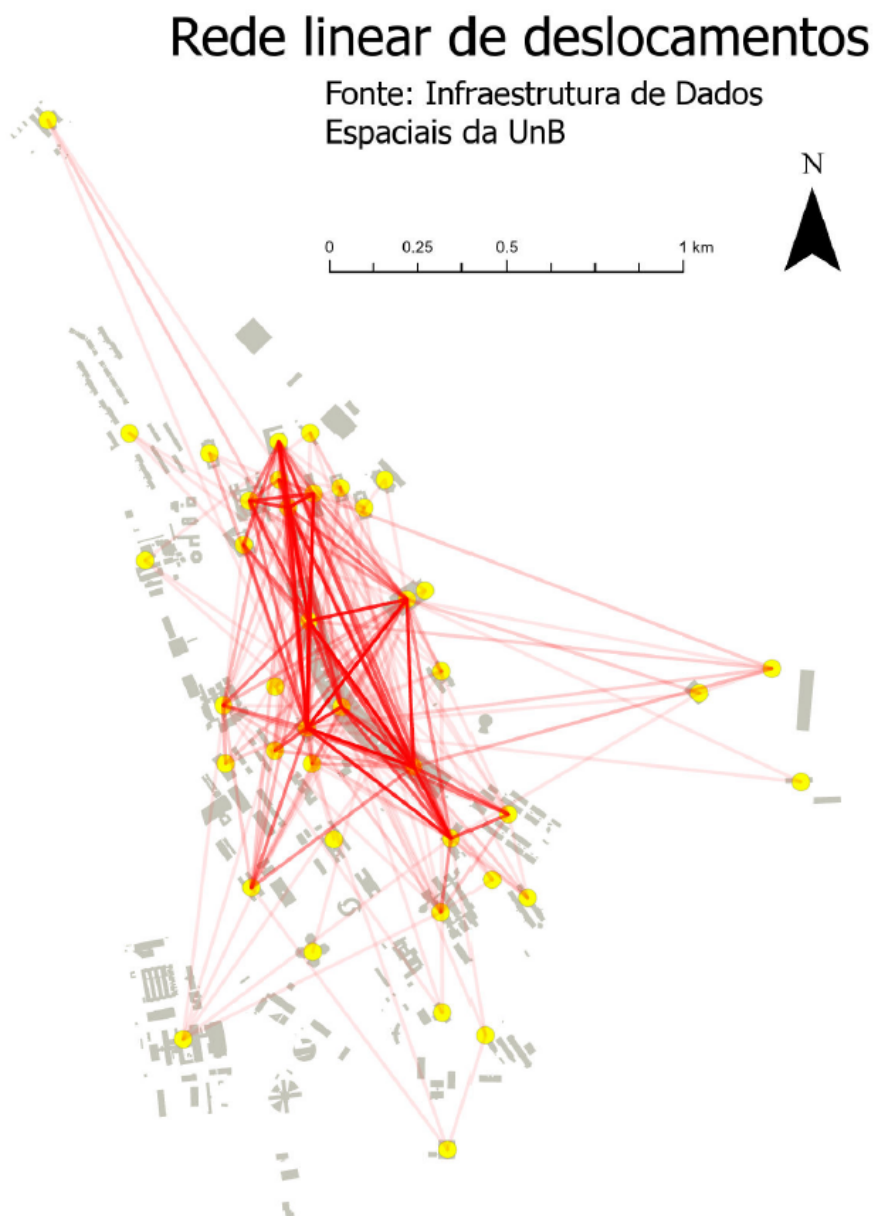


Figura 11. Modelo linear de deslocamento

Fonte: Elaborado pelo autor

Os locais mais frequentados pelos pesquisados incluem, em ordem decrescente de menções: o Restaurante Universitário (RU), os blocos do Instituto Central de Ciências (ICC), o Pavilhão Anísio Teixeira (PAT), a Biblioteca Central (BCE), os Blocos de Sala de Aula (BSA) Sul e Norte e o Pavilhão João Calmon (PJC).

Além do Restaurante Universitário (RU) e da Biblioteca Central (BCE), que são locais de grande circulação devido à sua ampla utilização, as áreas mencionadas também se destacam por abrigarem salas de aula de diversos departamentos da Universidade.

As respostas também foram agrupadas espacialmente, por meio de consulta SQL (Apêndice 2), abrangendo o total de respostas, afiliação à UnB e dados de mobilidade baseados no local de residência. Para residentes do Distrito Federal, a informação utilizada foi a Região Administrativa; para aqueles fora do DF, o município de moradia.

As residências dos participantes respondentes da pesquisa estão localizadas em duas Unidades da Federação: Distrito Federal e Goiás. Foram registradas 298 respostas provenientes do Distrito Federal e 14 de Goiás. Entre os pesquisados, a maioria (231 pessoas, 74,04%) utiliza o ônibus como principal meio de transporte para o Campus. O automóvel vem em segundo lugar, com 67 pessoas (21,47%). Bicicleta e carona são utilizados por 5 pessoas cada (1,60%), enquanto 3 pessoas chegam a pé (0,96%) e 1 de motocicleta (0,32%).

Para determinar os pontos de chegada e partida nas paradas de ônibus, foi realizada uma integração entre as paradas de ônibus declaradas como utilizadas e suas respectivas informações espaciais. Este procedimento é semelhante ao que foi feito para os locais de circulação.

Conforme observado no questionário de teste, as paradas de ônibus do ICC, especialmente a do ICC Norte, destacam-se como as mais frequentadas. Essas paradas estão situadas na rota da linha de ônibus 0.110, a principal linha da Universidade, que conecta diretamente à Rodoviária do Plano Piloto, o principal *hub* de transporte público de Brasília, que integra ônibus, BRT e Metrô.

Existe uma distinção sutil, mas significativa, no uso das paradas de ônibus entre chegadas e saídas do campus. As chegadas tendem a se concentrar mais nas paradas do ICC, que também são as mais próximas do Restaurante Universitário, o local mais acessado pela amostra pesquisada.

As paradas de ônibus mais utilizadas (figura 12) estão próximas da rede linear de circulação (figura 11), o que sugere uma relação entre o padrão de uso das paradas e o fluxo de pessoas nessas áreas.

Assim como visto na figura 12, a parada de ônibus do ICC Norte, em particular, concentra um grande número de pessoas nas saídas do campus, gerando longas filas. Este é um fator importante para analisar o comportamento distinto entre saídas e chegadas, dada a preferência pela parada do ICC Norte no momento da saída em comparação com a parada do ICC Sul.

As paradas dos Pavilhões são igualmente utilizadas para saídas. Nestes locais, a circulação de ônibus com destino a outras regiões do Distrito Federal — e não a linha 0.110 — sugere uma motivação para o maior volume de saídas em comparação com as chegadas, somando-se à intrínseca alta circulação de indivíduos no entorno.



Figura 12. Paradas de ônibus mais utilizadas para chegadas e saídas

Fonte: Elaborado pelo autor

Os mapas axiais foram gerados empregando o método Natural Breaks e os *layouts* foram compostos com o esquema de cores padrão do *plugin* Space Syntax Toolkit, disponível na biblioteca de extensões do QGIS. Tal *plugin* permite que as análises sejam realizadas diretamente em um ambiente SIG, utilizando as bases vetoriais em formatos com suporte a dados geográficos.

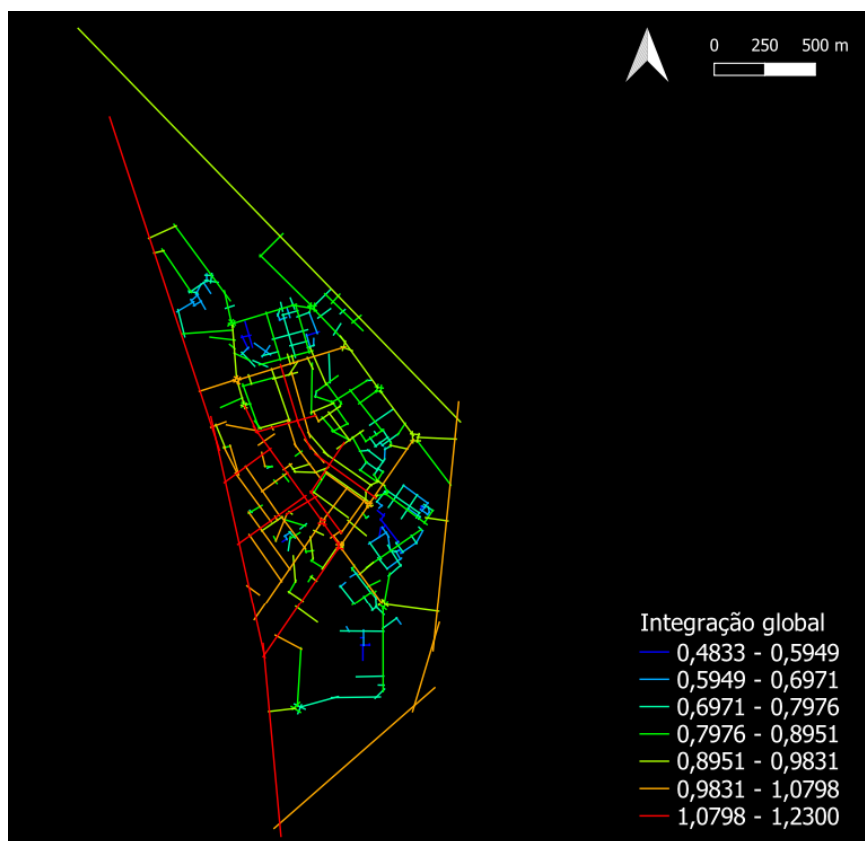


Figura 13. Mapa Axial da UnB - Integração global
Fonte: Elaborado pelo autor

A análise da Integração Global (Figura 13) revelou que as vias principais do sistema urbano, como a L3 — uma das principais avenidas de Brasília e principal via de acesso ao *campus*, e as vias paralelas a ela, juntamente com o Instituto Central de Ciências (ICC), conhecido pela comunidade universitária como “Minhocão”, apresentam os mais altos valores de integração. No entanto, enquanto os espaços do ICC demonstraram grande fluxo de usuários, conforme evidenciado pelas menções de ICC Norte (159 respostas), ICC Sul (137 respostas) e ICC Centro (64 respostas), a via L3, apesar de sua alta integração topológica, não se destacou entre os locais mais frequentados pela comunidade universitária. Essa observação aponta para uma distinção crucial entre o potencial de acessibilidade de uma via e seu uso efetivo.

Em contraste, as paradas de ônibus mais utilizadas pela comunidade universitária, como a Frente do ICC Sul e a Frente do ICC Norte, estão localizadas em uma via paralela à L3 que possui elevado valor de integração, confirmando a correlação entre configuração espacial e acessibilidade potencial para pontos de interesse específicos. Por outro lado, as vias com menor valor de integração são aquelas que dão acesso a edifícios mais isolados na

estrutura do *campus*, como a FACE, CIC/EST, IQ e CEFTRU, que registraram poucas indicações de frequência. A inconsistência entre a alta integração da L3 e sua baixa frequência de uso pela comunidade universitária pode ser explicada por diversas hipóteses.

O principal fator que pode ser utilizado para explicar a baixa utilização da via L3 é que ela é uma via de tráfego rápido, cujo design prioriza o fluxo veicular intenso, o que é corroborado pela análise da Escolha Angular, onde os segmentos com maiores valores são predominantemente vias destinadas a veículos. Adicionalmente, a localização da L3 próxima aos limites do campus e a presença de atratores não vinculados diretamente à universidade — como hospitais, igrejas e escolas, sugerem que seu alto fluxo se deve mais à sua função como corredor de mobilidade regional e como principal via de acesso ao *campus* do que como um eixo de circulação interna para os usuários da UnB. É preciso ressaltar também que a análise realizada leva em consideração pontos de destino dos participantes, não considerando a circulação na via L3 como via de acesso ao *campus*.

Tal análise sobre a via L3 ressalta que a simples integração topológica, embora fundamental, não é o único fator que determina os padrões de circulação de pessoas. A distinção entre a circulação potencial, derivada da estrutura espacial, e a circulação efetivamente realizada, baseada nos padrões comportamentais, evidencia a necessidade de considerar fatores contextuais e funcionais para uma compreensão mais completa da mobilidade em ambientes complexos como o Campus Darcy Ribeiro.



Figura 14. Mapa Axial da UnB - Escolha angular

Fonte: Elaborado pelo autor

A análise do mapa de Escolha Angular (Figura 14), que identifica as rotas com menor desvio angular, mostrou que a via L3 possui o maior valor de escolha no sistema analisado. Contudo, essa métrica não se alinha com os espaços de circulação mais utilizados pelos respondentes da pesquisa. Observou-se também que os segmentos com maior Escolha Angular são predominantemente vias veiculares, enquanto calçadas e caminhos de pedestres apresentam valores menores, apesar de o Campus apresentar um quantitativo de pessoas circulantes muito grande durante todo o dia, haja vista o fato do Campus Darcy Ribeiro possuir aulas no 3 períodos diários.

Essa divergência aponta para a necessidade de análises mais aprofundadas focadas no modal pedestre. A discrepância pode ser atribuída a um “peso” existente no modelo axial utilizado, que tende a priorizar ruas e eixos de maior conexão em detrimento de caminhos dedicados a pedestres e espaços internos de edifícios. A própria forma das ruas no *campus* é indicativa deste fenômeno, já que é possível, por exemplo, atravessá-lo, indo da L3 para a via L4 — Avenida que margeia o Lago Paranoá e que possui Clubes e Embaixadas, passando por uma baixa quantidade de “nós” topológicos.



Figura 15. Mapa Axial da UnB - Conectividade

Fonte: Elaborado pelo autor

O mapa axial de conectividade (Figura 15) aponta como as vias mais conectadas aquelas situadas entre os Pavilhões (João Calmon e Anísio Teixeira) e o Instituto Central de Ciências (ICC), perpendicularmente à L3, onde se localizam as paradas de ônibus da Lateral do ICC Norte e dos Pavilhões. Outra via de destaque é a primeira paralela à L3, no trecho da entrada superior do Restaurante Universitário, que abriga as paradas localizadas em frente ao ICC Norte e ao ICC Sul. Essas vias registram um alto fluxo de pedestres e intensa utilização das paradas de ônibus, demonstrando uma forte correlação entre a conectividade e a circulação de pessoas no cenário estudado.

A análise dos dados revela que o deslocamento de indivíduos no campus — prioritariamente para pontos de interesse da comunidade universitária para atividades como alimentação (RU), aulas (ICC, PJC, PAT), e estudo (BCE); manifesta diversas relações com as métricas de Sintaxe Espacial. Entre as métricas examinadas, a conectividade é a que melhor se alinha aos padrões de movimentação identificados no questionário, uma vez que os segmentos de maior conectividade coincidem com as áreas de interesse.

CONCLUSÃO

Conclui-se, a partir da pesquisa, que a Sintaxe Espacial, quando integrada a análises de comportamento de mobilidade para identificar padrões reais de deslocamento, mostra-se uma abordagem eficaz para analisar a circulação em espaços universitários. A análise dos resultados demonstra que métricas como Integração, Escolha angular e Conectividade, ao serem consideradas em conjunto, podem aprofundar a compreensão dos fluxos no *campus*, revelando eixos estruturantes com alto potencial de uso. Isso é observado especialmente na via que dá acesso ao Restaurante Universitário e às paradas de ônibus do ICC Norte e Sul e nos próprios corredores do ICC, locais de alta relevância no sistema analisado através das métricas e também de alta circulação de pessoas.

Contudo, a análise também demonstrou que a integração topológica nem sempre se alinha ao uso efetivo, como no caso da via L3, que, apesar de altamente integrada, não é das mais frequentadas pela comunidade universitária, sugerindo a influência de outros fatores e a necessidade de adaptar a metodologia de coleta para incluir outras informações, como a rota de acesso dos usuários e a circulação média das vias por pessoas e veículos por motivações não necessariamente vinculadas aos destinos dentro do *campus*.

Limitações como a natureza das métricas axiais e a integração global (não normalizada) indicam a necessidade de adaptar a metodologia para ambientes mistos, utilizando, por exemplo, a Análise de Grafos de Visibilidade para espaços internos. A amostra atingida, embora expressiva, mostrou-se insuficiente para conclusões mais abrangentes, com uma margem de erro acima do esperado, reforçando a necessidade de métodos mais robustos e a ampliação da coleta de dados em estudos futuros. Dentre essas possibilidades, está a integração com outras fontes de dados ou formas de coleta, como a contagem de pedestres e veículos em espaços de relevância ou a utilização de dados de GNSS de telefones — como visto, por exemplo, em Zaiatz (2018).

Este tipo de análise mostra-se especialmente útil quando integrada ao planejamento do *campus* universitário a nível institucional, como por exemplo em um Plano Diretor. A Universidade de Brasília, possuindo metas vinculadas à mobilidade em seu Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro, pode se beneficiar deste tipo de levantamento para fornecer subsídio ao delineamento de tais objetivos. A análise dos fluxos de circulação combinada à análise configuracional, que revela as características do comportamento de circulação da população

universitária, pode ajudar na implementação e adequação das diretrizes do Plano e no cumprimento de suas metas. Conhecer, por exemplo,

Uma metodologia que integra dados de levantamentos de circulação de pessoas com métricas da Sintaxe Espacial, caso adaptada e admitida institucionalmente, pode oferecer subsídios para a administração universitária, em um contexto de gestão territorial. Dessa forma, não apenas a Universidade de Brasília — objeto do presente estudo, mas outras instituições de ensino superior podem replicar este tipo de análise.

Quanto aos recursos de geoprocessamento utilizados na pesquisa, é possível também concluir que ferramentas de SIG baseadas em *web*, integradas a aplicativos de formulário, sistemas de *dashboard* e bancos de dados geográficos, podem ser utilizadas como instrumentos úteis para o planejamento e gestão de um campus universitário — o que também se correlaciona com a noção de campus inteligente e do conceito mais abrangente de cidades inteligentes, abordadas anteriormente. Essas ferramentas podem ser adquiridas a partir da contratação de licenças e também oferecem a possibilidade do desenvolvimento de soluções próprias de *software* para a realização dessas tarefas. O potencial da plataforma ArcGIS Online e ArcGIS Enterprise, já contratadas pela Universidade, se insere neste contexto.

Paralelamente a essa contratação estratégica, é igualmente vital fomentar o desenvolvimento de ferramentas internas. Essas ferramentas próprias devem ser projetadas com a capacidade de integração fluida às plataformas já licenciadas, possibilitando a criação de um aparato tecnológico coeso e otimizado para a gestão do *campus*. É necessária a integração de *softwares* abertos como os utilizados na pesquisa, como o QGIS e o PostgreSQL com a extensão PostGIS.

REFERÊNCIAS

- CURADO, R. S. D. F. Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, **Capital espacial: o espaço como poder**. 2022.
- DRUCIAKI, V. P. **Transporte público metropolitano nas regiões metropolitanas de Londrina e Maringá sob a ótica da mobilidade espacial**. 205 p. Tese (Doutorado em Geografia) — Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/123793>>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- EL-DARWISH, I. I. Enhancing outdoor campus design by utilizing space syntax theory for social interaction locations. **Ain Shams Engineering Journal**, v. 13, n. 1, p. 101524, 2022. ISSN 2090-4479. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447921002756>>.
- HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Londres: Cambridge university press, 1984.
- HILLIER, B. **Space is the machine: a configurational theory of architecture**. Londres: Space Syntax, 2007.
- HOLANDA, F. de. **O espaço de exceção**. [S.l.]: Editora UnB, 2002.
- HOSSAIN, M.; LEMINEN, S.; WESTERLUND, M. A systematic review of living lab literature. **Journal of cleaner production**, Elsevier, v. 213, p. 976–988, 2019.
- KISH, Leslie. **Survey Sampling**. New York: John Wiley & Sons, 1965.
- LOUREIRO, V. R. T. “Quando a gente não tá no mapa”: a configuração como estratégia para a leitura socioespacial da favela. 261 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) — Universidade de Brasília, 2017.
- MANO, C.; BRAGA, A. Orientação espacial: Aplicação da sintaxe espacial como metodologia de análise em campus universitário. **ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO**, v. 17, n. 1, p. 3793–3800, 2018.
- NETTO, V. d. M. O que a sintaxe espacial não é. **Arquitextos**, São Paulo, v. 14, 2013.
- SANTOS, M. **Espaço e método**. São Paulo: Nobel, 1985. v. 3.
- SEAMON, D. In memoriam: Bill Hillier (1937–2019). **Revista de Morfologia Urbana**, v. 7, n. 2, 2019. Traduzido por Vinícius de Moraes Netto.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA. **Plano Diretor do Campus Darcy Ribeiro**. Brasília: UnB, 2023. Disponível em: https://unb.br/images/Documentos/Plano_Diretor_Darcy_Ribeiro.pdf. Acesso em: 3 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO. **Plano Diretor UFRJ 2020**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

ZAIATZ, Matheus Felipe. **Análise da mobilidade dos usuários do campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília utilizando dados de telefonia móvel**. 2018. 82 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil)—Universidade de Brasília, Brasília, 2018

APÊNDICE

1. Consulta SQL para gerar linhas de circulação

```
CREATE TABLE linhas_circulacao AS
WITH pontos_geom AS (
  SELECT
    sp.*,
    nb1.geom AS geom_p1,
    nb2.geom AS geom_p2,
    nb3.geom AS geom_p3,
    nb4.geom AS geom_p4,
    nb5.geom AS geom_p5
  FROM survey_pontos sp
  LEFT JOIN nomes_blocos nb1 ON sp.p1 = nb1.nome_p
  LEFT JOIN nomes_blocos nb2 ON sp.p2 = nb2.nome_p
  LEFT JOIN nomes_blocos nb3 ON sp.p3 = nb3.nome_p
  LEFT JOIN nomes_blocos nb4 ON sp.p4 = nb4.nome_p
  LEFT JOIN nomes_blocos nb5 ON sp.p5 = nb5.nome_p
)
SELECT
  sp.*,
  CASE
    WHEN geom_p1 IS NOT NULL AND geom_p2 IS NOT NULL THEN
      ST_MakeLine(ARRAY[geom_p1, geom_p2, geom_p3, geom_p4, geom_p5])
    ELSE NULL
  END AS linha_tracada
FROM pontos_geom sp
WHERE geom_p1 IS NOT NULL;
```

2. Consulta SQL para criação de tabela por região

```
CREATE TABLE public.estatisticas_por_regiao (  
    moradia VARCHAR(50) PRIMARY KEY,  
    total_ocorrencias INT,  
    total_estudantes_graduacao INT,  
    total_estudantes_pos_graduacao INT,  
    total_servidor INT,  
    total_professor INT,  
    total_auto INT,  
    total_moto INT,  
    total_bicicleta INT,  
    total_onibus INT,  
    total_andando INT,  
    total_carona INT  
);
```

```
INSERT INTO public.estatisticas_por_regiao (  
    moradia,  
    total_ocorrencias,  
    total_estudantes_graduacao,  
    total_estudantes_pos_graduacao,  
    total_servidor,  
    total_professor,  
    total_bicicleta,  
    total_onibus,  
    total_auto,  
    total_moto,  
    total_carona,  
    total_andando  
)  
SELECT  
    COALESCE(ra, municipio) AS moradia,  
    COUNT(*) AS total_ocorrencias,  
    SUM(CASE WHEN situacao_unb = 'Estudante de Graduação' THEN 1 ELSE 0 END) AS  
total_estudantes_graduacao,  
    SUM(CASE WHEN situacao_unb = 'Estudante de Pós-Graduação' THEN 1 ELSE 0 END)  
AS total_estudantes_pos_graduacao,  
    SUM(CASE WHEN situacao_unb = 'Servidor' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_servidor,  
    SUM(CASE WHEN situacao_unb = 'Professor' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_professor,  
    SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'Bicicleta' THEN 1 ELSE 0 END) AS  
total_bicicleta,  
    SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'Ônibus' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_onibus,  
    SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'Automóvel' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_auto,
```

```
SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'Motocicleta' THEN 1 ELSE 0 END) AS  
total_moto,  
SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'Carona' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_carona,  
SUM(CASE WHEN meio_transporte = 'A pé' THEN 1 ELSE 0 END) AS total_andando  
FROM public.survey  
GROUP BY COALESCE(ra, municipio)
```