

MODELOS CONFIGURACIONAIS PARA A AVALIAÇÃO DA OBESOGENICIDADE EM ENTORNOS URBANOS

CONFIGURATIONAL MODELS TO EVALUATE THE OBESOGENICITY IN URBAN ENVIRONMENTS

MODELOS CONFIGURACIONALES PARA EVALUAR LA OBESOGÉNICIDAD EN AMBIENTES URBANOS

Gustavo Henrique Campos de Faria¹, Renato César Ferreira de Souza², Larissa Loures Mendes³

RESUMO:

Este trabalho investiga estratégias espaciais que, associadas ao sistema alimentar, permitem compreender a sinergia dos elementos e atividades relacionados à produção, processamento, distribuição, preparação e consumo de alimentos, levando em consideração o espaço urbano, processos, instituições, pessoas, insumos e infraestruturas. Para isso, recorreremos ao método estudo de caso, no qual tomamos como referência a escolha de uma unidade para observação e análise, neste caso, o bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte/MG, dissertando sobre os dados utilizados, bem como suas operacionalizações. Por conseguinte, são expostos os resultados e discussão, a partir dos modelos gerados, aqui implementados com suporte das teorias configuracionais da sintaxe espacial e da análise de redes urbanas. Conclui-se que o ferramental demonstra eficiência na avaliação da extensão do problema abordado, destacando-se por sua capacidade intrínseca de integrar informações complexas em uma estrutura analítica coesa, fundamentando a compreensão dos fatores na formação de espaços obesogênicos.

PALAVRAS-CHAVE: saúde urbana; análise de rede urbana; obesidade; sintaxe espacial.

¹ Universidade Federal de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (NPGAU),

² Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais

³ Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Nutrição, Escola de Enfermagem.

Fonte de Financiamento:

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Conflito de Interesse:

Não há.

Ética em Pesquisa:

Não há necessidade.

Submetido em: 31/03/2023.

Aceito em: 06/11/2023.

How to cite this article:

FARIA, G. H. C. de; SOUZA, R. C. F. de; MENDES, L. L. Modelos configuracionais para avaliação da obesogenicidade em entornos urbanos. *Gestão & Tecnologia de Projetos*. São Carlos, v19, n1, 2024. <https://doi.org/10.11606/gtp.v19i1.209856>



ABSTRACT:

This work investigates spatial strategies that, associated with the food system, allow understanding the synergy of elements and activities related to the production, processing, distribution, preparation, and consumption of food, considering the urban space, processes, institutions, people, inputs, and infrastructures. For this, we resorted to the case study method, in which we took as reference the choice of a unit for observation and analysis, in this case, the Santa Tereza neighborhood, in Belo Horizonte/MG, discussing the data used, as well as their operationalization. Therefore, the results and discussion are presented, based on the models generated, implemented here with support from the configurational theories of space syntax and urban network analysis. It is concluded that the toolkit demonstrates efficiency in evaluating the extent of the addressed problem, standing out for its intrinsic ability to integrate complex information into a cohesive analytical framework, providing a solid foundation for understanding the factors in the formation of obesogenic environments.

KEYWORDS: *urban health; urban network analysis; obesity; space syntax.*

RESUMEN:

Este trabajo investiga estrategias espaciales que, asociadas al sistema alimentario, permiten comprender la sinergia de elementos y actividades relacionadas con la producción, procesamiento, distribución, preparación y consumo de alimentos, teniendo en cuenta el espacio urbano, los procesos, las instituciones, las personas, insumos e infraestructuras. Para ello, recurrimos al método de estudio de caso, en el que tomamos como referencia la elección de una unidad de observación y análisis, en este caso, el barrio de Santa Tereza, en Belo Horizonte/MG, discutiendo los datos utilizados, así como su operacionalización. Por tanto, se presentan los resultados y la discusión, a partir de los modelos generados, implementados aquí con apoyo de las teorías configuracionales de sintaxis espacial y análisis de redes urbanas. Se concluye que la herramienta demuestra eficiencia en la evaluación de la extensión del problema abordado, destacándose por su capacidad intrínseca para integrar información compleja en una estructura analítica coherente, proporcionando una base sólida para comprender los factores en la formación de entornos obesogénicos.

PALABRAS CLAVE: *salud urbana; análisis de redes urbanas; obesidad; sintaxis espacial.*

INTRODUÇÃO

A relação da estrutura espacial das cidades e a vida de seus moradores se apresenta como um grande desafio ao longo dos séculos. Contemporaneamente, a falta de políticas públicas vem desencadeando uma crise sem precedentes na qualidade de vida da população, marcando o século XXI pelo aparecimento de fenômenos nos centros urbanos que reforçam essa problemática. Em 2019, a eclosão da pandemia da COVID-19 escancarou a crise urbana global que vem se delineando desde 1970, reproduzindo fortemente a base de acumulação capitalista. A invasão da Federação Russa na Ucrânia, em 2022, evidencia a crise global e expõe a insegurança alimentar que atinge diversas populações, principalmente aquelas mais vulneráveis.

Este trabalho surge, então, dos questionamentos e impactos advindos da produção espacial sobre a saúde urbana, sobretudo acerca da segurança dos sistemas alimentares urbanos, avaliando os ‘espaços obesogênicos’. Esse cenário é caracterizado pela disponibilidade de alimentos altamente calóricos e com baixo valor nutricional, a falta de acesso a alimentos saudáveis, além de ambientes que não promovem atividade física e hábitos alimentares saudáveis. Reconhece-se, portanto, a importância da investigação do espaço como mecanismo analítico do processo de alteração da condição de saúde da população, avaliando a correlação dos ambientes alimentares, seus elementos constituintes, suas dinâmicas e sua provável relação com a obesogenicidade de entornos urbanos. Com isso, abre-se para a discussão da epistemologia da complexidade, fomentando os estudos de Saúde e Espaço Urbano.

Este trabalho investiga estratégias espaciais que podem ser associadas ao ambiente alimentar obesogênico, auxiliando na compreensão das características físicas e sociais que afetam a disponibilidade e acessibilidade de alimentos saudáveis e não saudáveis em lojas, restaurantes e outras fontes de alimentos. Isso porque, a literatura acadêmica aponta que as relações etiológicas da obesidade com o ambiente construído são pouco informativas e/ou inconclusivas, o que impede a aplicação prática dessas informações no desenho urbano e em políticas públicas (DOWNS *et al.*, 2020), necessitando de maiores esforços e pesquisas sobre a temática. Nessa lógica, as questões problema que guiam o trabalho são: *“Os modelos configuracionais são capazes de ponderar a obesogenicidade em entornos urbanos? Esses modelos são capazes de evidenciar as múltiplas e complexas variáveis associadas ao sistema alimentar urbano que podem somar para a proposição de hipóteses razoáveis, para seu teste posterior, nos moldes do hipotético-dedutivismo?”*.

Ressaltamos que no quadro de conhecimentos que ampara esta investigação, espaço e atividade são consideradas uma só coisa, porém abordamos tradicionalmente em suas divisões de propriedades e características, para fins de operacionalização, arcando com as generalizações. Além disso, as epistemologias da complexidade e da emergência acompanham o estudo, assumindo que qualquer evento é capaz de alterar as dinâmicas internas dos sistemas, uma vez que são partes de uma rede que está interligada e interagindo em diferentes e múltiplos níveis e a todo momento (PEREIRA; CAIAFFA; DE OLIVEIRA, 2021).

Dessa forma, primeiramente o trabalho apresenta as hipóteses de pesquisa. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos, discorrendo sobre os dados utilizados, bem como a memória de cálculo das operacionalizações. Por conseguinte, são expostos os resultados e discussão, a partir dos modelos gerados, aqui implementados com suporte das teorias configuracionais da sintaxe espacial e da análise de redes urbanas.

HIPÓTESES DE PESQUISA

A partir da problemática enunciada, as hipóteses deste trabalho são:

- A sintática espacial e a análise da rede urbana permitem conceber modelos de entornos urbanos a partir de cálculos de centralidades, indiciando maior ou menor congruência entre as formas sociais e a morfologia urbana no processo de formação e manutenção de espaços obesogênicos.
- Os resultados e as interpretações advindas do arcabouço anteriormente calculado são discutíveis em comparação com pesquisas qualitativas sobre a mesma vizinhança, observando as narrativas históricas sobre as formas sociais.
- Essa análise pode vir a promover a proposição de configurações e políticas urbanas que visem um estilo de vida mais saudável para a população.

É importante ressaltar que este artigo é parte integrante de um estudo de doutorado que visa desenvolver um índice de atratividade das edificações a fim de compreender a distribuição de espaços obesogênicos no ambiente urbano. Para alcançar esse objetivo, a pesquisa emprega cenários probabilísticos, inspirados na Equação de Drake¹, para estimar as interações entre ambientes alimentares e indivíduos. As hipóteses são formuladas como proposições refutáveis, com o intuito de compreender como diferentes fatores influenciam a formação e manutenção desses locais obesogênicos. A ênfase principal não reside na busca por respostas definitivas, mas sim na busca por uma compreensão aprofundada da complexa relação entre espaço e doença, a qual orientará estudos futuros.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa com natureza exploratória, descritiva e que possui um caráter prescritivo e multiplicador indireto. Embora o objetivo principal não seja estabelecer diretrizes de planejamento urbano, a investigação busca contribuir para o prognóstico da melhoria da qualidade de vida nas vizinhanças urbanas.

A ênfase decorre de abordagens configuracionais das teorias urbanas, neste caso a sintaxe espacial (HILLIER *et al.*, 1993), implementada por Turner (2001), como instrumental de suporte para os estudos de Saúde e Espaço Urbano. Além disso, adotamos a ferramenta “*Urban Network Analysis*”, de Sevtsuk e Mekonnen (2012), para os cálculos de centralidade por atração das edificações. No processo de avaliação, nosso foco está nos aspectos configuracionais que calculam o potencial de vias, a posição dos edifícios, suas características e seus usos, bem como a sobreposição desses dados às culturas locais. Para isso, adotamos o modelo socioecológico da obesidade (Figura 1), desenvolvido por Egger e Swinburn (1997), modelo contemporâneo que permite tais operações.

Nesse modelo, o balanço energético é influenciado por fatores como os aspectos biológicos; comportamentais e do ambiente em que os indivíduos estão inseridos. Pesquisas recentes vêm demonstrando que o ambiente construído é capaz de influenciar as escolhas alimentares e as condutas espaciais do indivíduo, interferindo na ocorrência e manutenção de casos de obesidade (DOWNS *et al.*, 2020; GÁLVEZ ESPINOZA *et al.*, 2017; MENDES; PESSOA; COSTA, 2022).

¹ A equação de Drake é usada para estimar o número de civilizações extraterrestres na Via Láctea. Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=wBQlZ0zNhrQ>. Acesso em 10/07/2022.

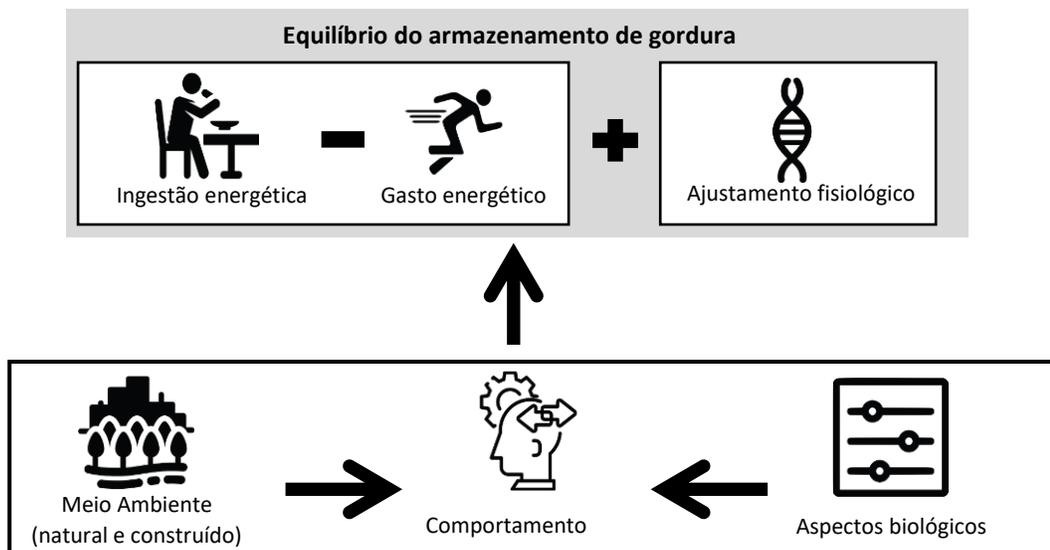


Figura 1. Modelo ecológico da obesidade.

Fonte: Os autores, 2022; fundamentado em Egger; Swinburn, 1997.

Recorremos, então, ao estudo de caso como método para concepção do modelo e experimentação dos ferramentais para falseabilidade das hipóteses e tomamos como referência a escolha de uma unidade para observação e análise, neste caso, o bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte/MG. A escolha do recorte espacial sucede de o bairro ter sido foco de uma quantidade razoável de pesquisas sobre seus aspectos históricos, antropológicos e socioeconômicos, faltando-lhe estudos de sintática espacial, bem como por se apresentar como uma vizinhança identificável (2) (ALEXANDER; ISHIKAWA; SILVERSTEIN, 1977).

Para geração e operacionalização do modelo, obtemos o mapeamento do sistema viário no *Open Street Map*® (3) (OSTc, 2015) e empregamos os recursos do módulo de análise de redes do software *ArcMap*, que é parte integrante do *ArcGIS*® (ESRI, 2016). Adicionalmente, foram resgatadas narrativas da área estudada, a partir da literatura existente em monografias e teses aprovadas pelo núcleo de Pós-Graduação, bem como com a vivência cotidiana dos pesquisadores, que residem na região.

DADOS

Esta investigação consiste em um estudo transversal, sem interação direta com a população amostral, configurando-se em um estudo observacional e exploratório. O mapeamento obtido no *Open Street Map*® (OSTc, 2015) foi sobreposto com dados secundários, que incluem informações do cadastro técnico multifinalitário, com indicadores geométricos e descritivos, e dados de posteamentos dos fornecedores de luz, pois possuem informações mais acuradas que o Censo 2010.

Além disso, foram mapeados empiricamente todos os estabelecimentos em que existe o armazenamento, venda e consumo de alimentos, a partir do uso adaptado da técnica de Observação Social Sistemática (OSS), a qual permite a observação direta das condições físicas

- (1) Para saber mais, consultar: ALEXANDER, C.; ISHIKAWA, S.; SILVERSTEIN, M. *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. New York: Oxford University Press, 1977, pp. 80-85. ISBN: 978-0195019193
- (2) O *OpenStreetMap*® é disponibilizado em dados abertos, sob a licença *Open Data Commons Open Database License (ODbL)* pela Fundação *OpenStreetMap (OSMF)*.

e sociais em um determinado recorte geográfico (RAUDENBUSH; SAMPSON, 1999). Seu uso teve como objetivo a sistematização do mapeamento, direcionando para a construção de fichas informacionais (Figura 2), a partir da determinação dos dados mínimos necessários para sua classificação, determinando e quantificando as características e informações. Em seguida, esses dados foram inseridos em Sistemas de Informação Geográfica, processados e sobrepostos de forma a fornecer a indicação de áreas com maior potencial obesogênico.

Figura 2. Fichas de mapeamento de estabelecimentos.

Fonte: Os autores, 2022.

NOME DA RUA				
NÚMERO	NOME DO ESTABELECIMENTO	TIPOLOGIA	DINÂMICA DE CONSUMO	TAMANHO

O título de cada ficha decorreu do nome da rua, permitindo que todos os estabelecimentos de um mesmo segmento de rua fossem mapeados de forma dinâmica e contínua, a partir da determinação do seu número de registro. Também foram registrados o nome fantasia do estabelecimento, a tipologia (Quadro 1) (4), a dinâmica de consumo (no local, *take-way* ou *delivery*) e o tamanho do estabelecimento (tomando-se como referência que P = 0-30m², M = 31-70m² e G = 70+m²). Quando necessário, foram realizadas anotações específicas para questões particularizadas e registradas na tabela de dados. O resultado do georreferenciamento do banco de dados é ilustrado pela Figura 3.

Quadro 1. Classificação dos estabelecimentos mapeados. 1 de 3.

Fonte: Os autores, 2022.

Tipologia	Subtipo	Descrição
Espaços de aquisição e consumo de alimentos e bebidas	Açougue	Produtos de origem animal, in natura ou minimamente processados (5).
	Balas e doces	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos ultraprocessados.
	Bar	Destinado para consumo de bebidas alcóolicas e açucaradas e alto teor de gorduras em alimentos minimamente processados, processados e ultraprocessados.

(3) Outra solução seria utilizar a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), contudo optamos pelo uso adaptado da técnica OSS de forma a considerar a situação atual e real dos estabelecimentos presentes na área de estudo, incluindo os estabelecimentos informais.

(4) Alimentos in natura e minimamente processados são aqueles diretamente obtidos de fontes vegetais e animais, com mínimas modificações, como lavagem e corte. Alimentos processados incorporam adições culinárias a esses alimentos, como sal e açúcar. Em contraste, alimentos ultraprocessados são submetidos a processamentos industriais complexos, frequentemente contendo ingredientes artificiais, como emulsificantes e corantes, o que pode resultar em produtos de baixo valor nutricional e alta densidade calórica (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014; LOUZADA *et al.*, 2019).

Tipologia	Subtipo	Descrição
Espaços de aquisição e consumo de alimentos e bebidas	Cafeteria	Produtos minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Casa noturna	Funcionamento noturno, com disponibilidade de bebidas açucaradas e alcoólicas.
	Comércio local	Varejo local com oferta de produtos in natura, minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Conveniência	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, processados e ultraprocessados.
	Distribuidora de bebidas	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos ultraprocessados.
	Drogaria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos processados e ultraprocessados.
	<i>Fast-food</i>	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras.
	Feira livre	Varejo local com oferta de produtos in natura, minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Hamburgeria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos processados e ultraprocessados.
	Padaria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Pastelaria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos processados e ultraprocessados. Presença de bebidas açucaradas e alcólicas.
	Pizzaria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos processados e ultraprocessados. Presença de bebidas açucaradas e alcólicas.
	Restaurante	Produtos in natura, minimamente processados, processados e ultraprocessados. Presença de bebidas açucaradas e alcólicas.
	Sacolão	Produtos <i>in natura</i> .
	Sorveteria	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, basicamente produtos minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Supermercado	Produtos <i>in natura</i> , minimamente processados, processados e ultraprocessados.
	Suplementos alimentares	Apenas ultraprocessados.
	Tabacaria e bebidas açucaradas	Produtos e bebidas açucaradas e alto teor de gorduras, somente produtos ultraprocessados.
Vegano	Produtos somente de origem vegetal, in natura ou minimamente processados.	
Vegetariano	Produtos de origem vegetal, in natura, minimamente processados e processados.	

Quadro 1. Classificação dos estabelecimentos mapeados. 2 de 3.

Fonte: Os autores, 2022.

Quadro 1. Classificação dos estabelecimentos mapeados.
3 de 3.

Fonte: Os autores, 2022.

Tipologia	Subtipo	Descrição
Espaços para prática de atividade física	Artes marciais	Espaço privado para lutas.
	Academia privada/ Crossfit	Espaço privado destinado para prática de musculação.
	Academia pública	Equipamento público destinado para prática de musculação em espaços livres.
	Campos e quadras esportivas	Espaços para práticas de diversas modalidades de esportes.
	Clínicas de fisioterapia	Destinado para práticas de atividades físicas, funcionais e de reabilitação.
	Praça Pública	Espaço aberto livre urbano.
	Recreacional	Espaços com acesso controlado, destinados para atividades recreacionais de diversas ordens, lazer passivo e ativo.
	Studio de dança	Espaço privado para prática de diferentes modalidades de dança.
Instituições que podem vir a ter espaços de alimentação internamente	Yoga/Meditação	Destinado para práticas de atividades físicas, funcionais e mentais.
	Casas de eventos	Espaço destinados para eventos esporádicos, tanto de domínio público, quanto privado.
	Cultural/Social	Estabelecimentos para fins de socialização, manifestações artísticas, paisagísticas, arqueológicas, históricas e turísticas.
	<i>Coworking</i>	Coletivos para compartilhamento de espaços e recursos para empreendedores e empresas.
	Educacional	Escolas de ensino básico, fundamental e médio; estabelecimentos destinados aos ensino-aprendizado em geral (música, artes, dentre outros).
	Financeira	Agências de banco e lotéricas.
	Hotelaria	Hotéis, albergues e pensões de caráter privado.
	Lar de idosos	Residências destinadas para o cuidado do idoso.
	Recreacional	Espaços com acesso controlado, destinados para atividades recreacionais de diversas ordens, lazer passivo e ativo.
	Religiosa	Igrejas, templos, terreiros, círculos, centros, dentre outros.
	Saúde	Hospitais, clínicas em geral, laboratórios, postos de saúde, dentre outros.
	Serviços públicos	Espaços destinados para serviços prestados à comunidade, regidos pela administração pública.
	Segurança pública	Delegacias, postos policiais, dentre outros.
Sindicalista	Associações de representação de classes de trabalhadores.	
Espaços para eventos	Casas de eventos	Espaço destinados para eventos esporádicos, tanto de domínio público, quanto privado.

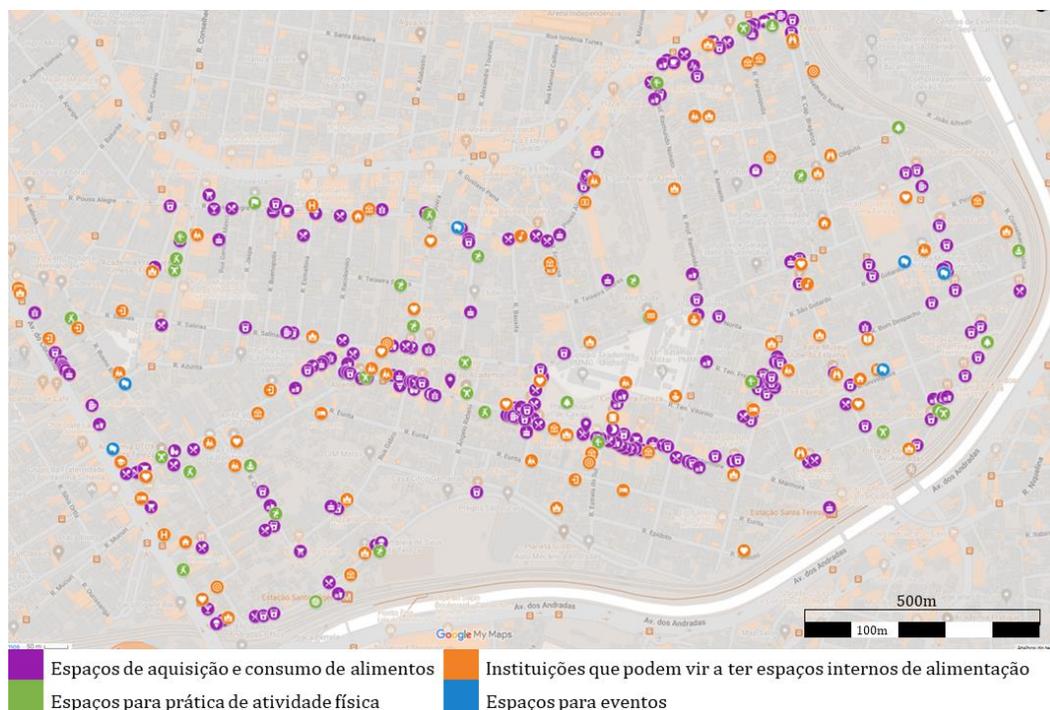


Figura 3. Georreferenciamento resultante da coleta de dados.

Fonte: Os autores, 2022.

ÁREA DE RECORTE DO ESTUDO

O bairro de Santa Tereza formou-se na região leste ao longo do período de projeto e construção de Belo Horizonte/MG (1894 e 1897), fora dos limites do centro (Avenida do Contorno). Aarão Reis, engenheiro responsável, havia alocado cinco colônias agrícolas envolvendo a cidade (BARRETO, 1996), mas formaram-se nelas ocupações naturais determinadas pelas moradias dos trabalhadores que construía a cidade e, assim, o desenho urbano originou-se por movimentos naturais. Essa movimentação dos agentes humanos era facilitada pela crista do morro, que se transformou na rua de entrada do bairro, a rua Mármore (demarcado pelo plano vertical vermelho na Figura 4). Segundo Silva (1991), o bairro foi inicialmente chamado de “Imigrantes”, em que o lado sul da encosta recebeu italianos e ao norte, espanhóis. As laterais do monte eram limítrofes, ao sul, do Ribeirão Arrudas e de uma área pantanosa, ao norte, que se transformaria na avenida sanitária Silviano Brandão.

O bairro é considerado tradicional, sobretudo pela mídia que enfatiza as semelhanças às cidades interioranas, em que os vizinhos mantêm estreitos laços sociais. A região também está repleta de variados comércios e estabelecimentos, como saúde; alimentícios; de lazer; educacionais; segurança pública; religiosos; culturais; e serviços gerais. O bairro é marcado pelos considerados baluartes da boemia e pela contribuição ao cenário musical mineiro. Em 2015, foi tombado pelo Conselho Deliberativo do Patrimônio Cultural do Município de Belo Horizonte, sendo que trezentos imóveis, entre casas, igrejas, restaurantes, bares e praças compõem a lista de tombamento. Essa estratégia municipal visou a preservação do carácter histórico, arquitetônico, bem como referências ao patrimônio imaterial que concedem ao bairro sua singularidade.

(4) A medida de integração é o destaque da sintaxe espacial, sendo por anos a principal medida da teoria. No contexto urbano, ela tem a conotação do ‘movimento para’ (*to movement*), representando a relação entre cada via com todas as demais. Mais informações na próxima seção.

Figura 4. Modelo tridimensional gerado no City EngineTM com a medida de integração (4) das vias calculadas pelo próprio software.

Fonte: Os autores, 2022.



Sua estrutura urbana apresenta um arruamento mais característico do relevo local, com os quarteirões subdivididos em lotes com frente mais estreitas. Por isso, em alguns pontos verifica-se a presença de pequenos aglomerados residenciais. Em alguns casos é possível perceber espaços vazios em alguns lotes, pressupondo que são espaços de quintais. O bairro é predominado por residências unifamiliares, sendo que as multifamiliares estão em edifícios que atingem, em seu máximo, sete pavimentos, contudo nota-se poucas unidades com essa altimetria, em que a maioria contém três e quatro pavimentos. Também é verificado o histórico característico das implantações das edificações, em que muitas foram construídas junto ao alinhamento, sem o afastamento frontal, com janelas voltadas para calçadas. Por fim, a região é amparada pelo transporte público, com duas linhas de ônibus da BHTrans que adentram o bairro (9103 e 9201), metrô, pontos de táxi e transporte por aplicativos, além de ser circundado por rota cicloviária.

VISÃO GERAL DE DIFERENTES MÉTRICAS DA SINTAXE ESPACIAL E SUA EVOLUÇÃO

Consideramos que este trabalho deve apresentar um resumo de duas memórias de cálculo. A primeira esclarece a sintaxe espacial, compreendendo suas unidades espaciais e suas relações com todas as demais unidades que compõem a cidade; e a segunda calcula os setores de agregação georreferenciados, iniciando dados secundários sobre as formas sociais, os quais serão sobrepostos ao modelo estruturado pela lógica geométrica da forma da cidade.

A sintaxe espacial é logicamente estruturada e intrínseca às atividades humanas, incluindo os campos de visão e os caminhos percorriáveis pelos agentes humanos que são dinâmicos e mutáveis. Estes podem ser representados no interior dos espaços ou no exterior, através das linhas de visão e movimento (HILLIER; HANSON, 1984). O polígono formado pelo conjunto dos pontos visíveis a partir de um ponto 'raiz' é conhecido como *isovista* e difere do conceito de 'viewshade' já consolidado pelo Sistema de Informações Geográficas (GIS), pois pode ser calculado para toda a geometria dos interiores e obstáculos exteriores. A partir dessas características, é possível obter métricas para estudar diversas características espaciais e suas relações, como o número e/ou a densidade de portas e janelas em relação ao perímetro das paredes; a quantidade de espaços cegos (obstruções), dentre outros.

A análise sintática, portanto, estuda a relação entre a forma espacial e a função urbana. Entre as várias abstrações que a teoria utiliza, as linhas axiais são consideradas um elemento fundamental, pois representam não apenas a visão e o movimento das pessoas, mas também as dimensões possíveis de visualização e de itinerários. Essas linhas se tornam essenciais para a análise espacial e podem ser utilizadas para o cálculo de diversas métricas relacionadas, como conectividade, profundidade e integração, as quais são descritas nos tópicos seguintes.

Relação de conectividade

Refere-se à quantidade de interseções que uma linha axial possui com outras linhas axiais em um determinado recorte espacial. No contexto urbano, indica o número de cruzamentos que uma linha axial faz com outras vias, podendo ser um indicador de acessibilidade (HANSEN, 1959). A Figura 5 ilustra o bairro Santa Tereza, com vias representadas por linhas axiais, em que a linha azul representa a Rua Mármore, a qual possui uma relação de conectividade igual a 11, isto é, esse valor indica que a linha transpassa outras 11 vias nesse setor urbano.

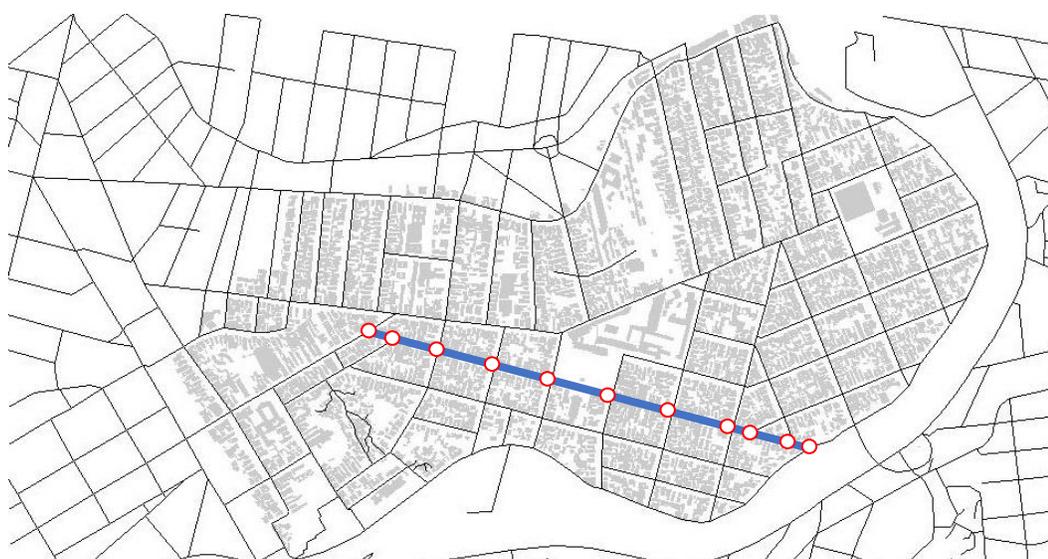


Figura 5. Bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte, com vias representadas por linhas axiais. A linha azul apresenta conectividade de 11, considerando que intersecciona com outras 11 linhas axiais.

Fonte: Os autores, 2023.

Relação de profundidade

A relação de profundidade na sintática espacial é um conceito utilizado para analisar a organização espacial de um sistema e pode ser calculada a partir da análise das relações topológicas entre os espaços, que são representadas pela conectividade entre eles (HILLIER; HANSON, 1984). Essas relações topológicas são propriedades geométricas e espaciais que permanecem inalteradas quando o sistema é deformado, tais como frontalidade, lateralidade e outras medidas não euclidianas. Assim, essa medida torna-se importante para a análise urbana, permitindo a identificação de padrões de acessibilidade e conectividade em diferentes contextos.

A Figura 6 ilustra a distância axial entre as linhas "a" e "b". Essa distância é definida pelo número de passos topológicos necessários para alcançar a linha de destino. No caso da Figura 6, são necessários 3 (três) passos topológicos para chegar à linha de destino. O passo topológico, neste caso, é o número de mudanças de direção necessárias para passar de uma linha de origem para a linha de destino.

Figura 6. Bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte, com vias representadas por linhas axiais. A distância axial entre as linhas "a" e "b" são de 3 (três) passos topológicos.

Fonte: Os autores, 2023.



Medida de integração

A integração na sintaxe espacial é calculada a partir da conectividade entre os elementos espaciais e a facilidade de movimentação entre eles. Segundo Hillier e Hanson (1984), a integração é medida pela soma das probabilidades de chegada ponderadas pelo número de vezes que cada ponto de partida é utilizado para alcançar os diferentes pontos de destino.

O cálculo da medida de integração requer a definição de um nó raiz, que é uma referência para a análise. Esse nó pode ser um ambiente interno (cômodo), uma rua em um contexto urbano ou, no nosso caso, uma linha axial (Figura 6). Ainda nesse exemplo, cada linha axial serve como um nó raiz para o cálculo da medida de integração. Ou seja, a medida de integração da rua "a" é apurada a partir da profundidade média dessa rua para todas as demais do sistema em que se está em contexto. Isso significa que a profundidade de cada elemento estudado do sistema em relação a todas as outras deve ser calculada e, em seguida, uma média aritmética é usada para representar todos os valores de profundidade média da distribuição.

A integração, portanto, nada mais é do que o inverso da distância média de cada espaço relativamente a todos os outros. Elas se marcam com cores quentes modificando-se a saturação para as cores frias conforme tenham maior distância ou maior profundidade. Repetindo: a integração é o inverso da profundidade. A profundidade média de uma linha axial (MD) é, portanto, obtida pela somatória das profundidades de todas as linhas axiais em relação a ela, dividida pelo número total de linhas menos um, de acordo com a fórmula:

$$MD_i = \frac{\sum_{j=1}^k d_{ij}}{(k-1)}$$

Onde:

MD_i = Profundidade média do espaço i;

d_{ij} = Profundidade da linha j em relação à linha i;

k = Número total de espaços do sistema.

Em resumo, o índice de integração é uma medida valiosa para avaliar a conectividade de diferentes espaços em uma rede espacial, permitindo a identificação de áreas bem conectadas e centrais na rede, bem como áreas mais isoladas e periféricas. A aplicação dessa medida é amplamente utilizada em áreas como planejamento urbano e arquitetura, com o objetivo de projetar espaços mais conectados e acessíveis às pessoas.

Indicador de escolha

A "escolha" é um indicador que avalia a probabilidade de alcançar uma linha axial a partir de qualquer ponto de origem ou destino do sistema em estudo. Em outras palavras, quanto mais caminhos passam por uma linha específica, maior é sua medida de escolha na rede. Essa métrica pode ser útil na compreensão de acessibilidade geral de determinados seguimentos urbanos (HANSEN, 1959). Por exemplo, em um estudo sobre a acessibilidade de transporte público em uma cidade, a métrica de acessibilidade geral pode ser usada para identificar as áreas com baixa conectividade de transporte público e propor novas rotas de ônibus ou metrô para melhorar a acessibilidade dessas áreas.

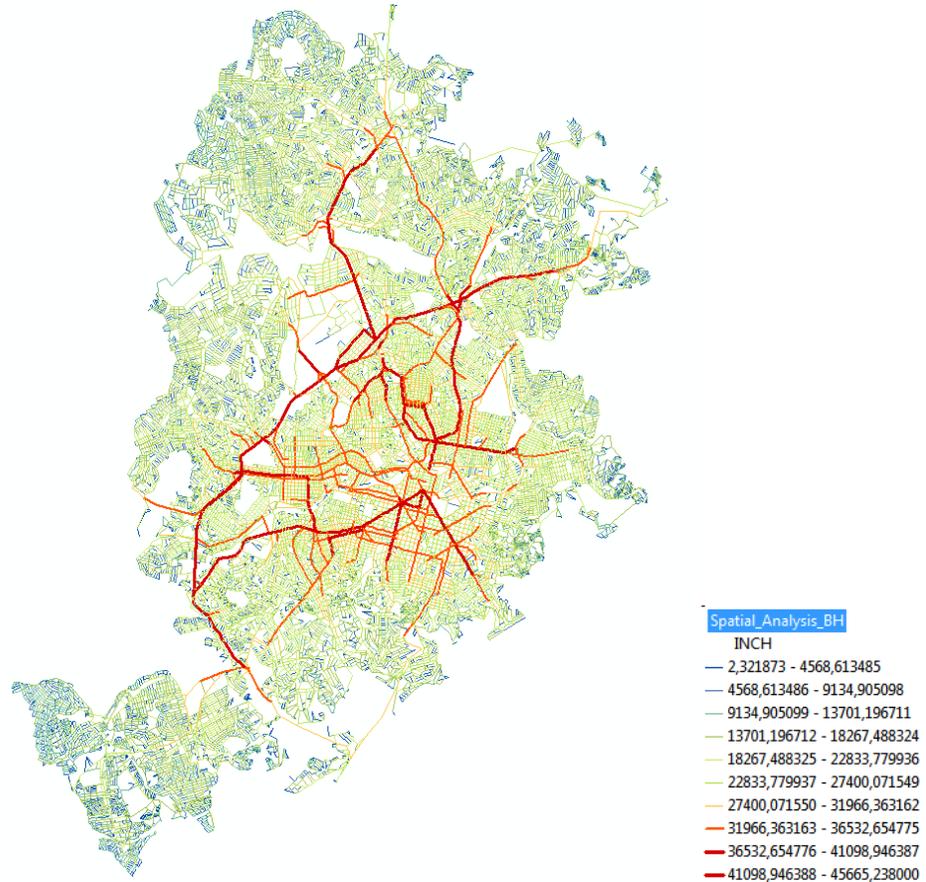
Medida de integração + indicador de escolha (INCH)

A combinação das medidas de integração e escolha (a qual denominaremos "INCH" = **I**ntegration + **C**hoice) resulta em uma compreensão mais completa da conectividade e hierarquia da rede espacial, permitindo identificar segmentos importantes que possuem alto potencial de atravessamento (medida de escolha) e, ao mesmo tempo, são bem conectados e centrais na rede (medida de integração). Em um estudo de planejamento urbano, a combinação das medidas de integração e escolha pode ser usada para identificar e selecionar locais estratégicos para a construção de infraestrutura de transporte, como corredores de ônibus, ciclovias e rotas de metrô. Por exemplo, Liu *et al.* (2016) analisou a rede espacial da cidade de Xangai, na China, e identificou as principais vias que possuem alta medida INCH, considerando essas vias como importantes corredores de transporte e comprovando que são fundamentais para a mobilidade urbana na cidade.

A Figura 7 apresenta o resultado do cálculo global INCH realizado para a cidade de Belo Horizonte, em que uma escala de cores (quente-frio) representa a variação dessas medidas para os eixos em estudo (vias do setor urbano). Na imagem podemos verificar que os eixos em vermelho refletem as maiores medidas INCH, sendo importantes corredores viários para o fluxo de mobilidade na cidade. Enquanto as representações mais periféricas demonstram sua baixa conectividade e potencial de atravessamento com a área central da capital mineira, necessitando de estudos mais detalhados para compreensão de fluxos de mobilidade.

Figura 7. Mapa com a representação dos resultados da medida INCH (Integração + Escolha) normalizados, para o município de Belo Horizonte.

Fonte: Os autores, 2022.



Avanço da análise sintática: Turner e Sevtsuk

Em 2001, Alasdair Turner apresentou uma nova métrica de análise no 3º Simpósio Internacional de Sintaxe Espacial, em Atlanta. Essa métrica, chamada de análise angular de segmentos, ampliou a aplicação da teoria, incorporando cálculos baseados em geometria e minimizando as limitações da teoria até aquele momento. Ou seja, a teoria também passou a considerar os segmentos como objeto de análise, conforme ilustra a Figura 8.

Figura 8. Rua Mármore (a), representada em mapa axial, composto por um único eixo e em mapa de segmentos, com 10 eixos, ampliando as possibilidades de análise sintática do espaço.

Fonte: Os autores, 2023.



Em 2012, Andres Sevtsuk e Michael Mekonnen, apresentaram sua ferramenta “*Urban Network Analysis*” (UNA), que complementam a Sintaxe Espacial com cálculos (7) de centralidades (Quadro 2), incorporando três características importantes que as tornam particularmente adequadas para análise espacial em redes viárias urbanas, que são:

- elas podem levar em conta a geometria e a topologia das redes de entrada, usando distância métrica, com unidades de medidas padronizadas, ou distância topológica, por exemplo: voltas, como fatores de impedância na análise;
- ao contrário das ferramentas de software anteriores que operam com dois elementos de rede (nós e arestas), as ferramentas UNA incluem um terceiro elemento de rede, os edifícios. Esses são usados como unidades espaciais de análise e, assim, dois edifícios vizinhos nos mesmos segmentos de rua podem obter resultados de acessibilidade diferentes;
- por fim, a ferramenta permite opcionalmente que os edifícios sejam ponderados de acordo com suas características particulares, como edifícios mais volumosos, mais populosos ou mais importantes podem ser especificados para ter um efeito proporcionalmente mais forte nos resultados da análise.

Centralidade por alcance (<i>reach</i>)	Definida pelo cálculo de quantos elementos no entorno cada edifício pode alcançar, dado um determinado raio sobre a malha urbana.
Centralidade por intermediação ou menor reta (<i>betweenness</i>)	Calculada pela quantidade das menores distâncias entre pares de edifícios, numa malha urbana, que passa por um determinado edifício.
Centralidade por proximidade (<i>closeness</i>)	É o inverso da distância necessária para se atingir a todos os demais edifícios de uma malha, dado um raio que inclui o somatório das menores distâncias até aquele ponto.
Centralidade por acesso direto (<i>straightness</i>)	Mensurado pela distância para cada trajeto mais curto de um ponto de interesse até os demais edifícios, assemelhando-se ao cálculo euclidiano de distâncias diretas.
Centralidade por atração (<i>gravity</i>)	Medida de acessibilidade a um determinado edifício numa malha urbana como sendo diretamente proporcional aos pesos que outros edifícios assumem, em algum grau, como atratores, e inversamente proporcional à distância a eles.

Quadro 2. Cálculos de centralidade realizados pelo instrumento “*Urban Network Analysis*”, desenvolvido por Sevtsuk e Mekonnen (2012).

Fonte: Os autores, 2022, fundamentado em Sevtsuk e Mekonnen, 2012; Sevtsuk, 2014.

Cálculos gravitacionais

Essa operação consiste na aferição da agilidade que um conjunto de pontos de interesse (destinos) podem ser alcançados, a partir de atributos mensuráveis: força de atração do destino e distância. Para Sevtsuk e Mekonnen (2012), o edifício torna-se a unidade de análise, permitindo a indicação individual de cada edifício dentro de uma determinada rede urbana, sendo necessário considerar a impedância espacial para se alcançar cada um dos destinos da rede.

Síntese metodológica

Face ao exposto, nossa pesquisa utiliza da representação aplicada pela análise de redes, em que os nós simbolizam os cruzamentos (passos topológicos), as arestas são as ruas (segmentos) e os edifícios, os pontos. Além disso, o estudo se concentra na aplicação de cálculos gravitacionais para medir a atração exercida por um conjunto de pontos de interesse (destinos) com base em

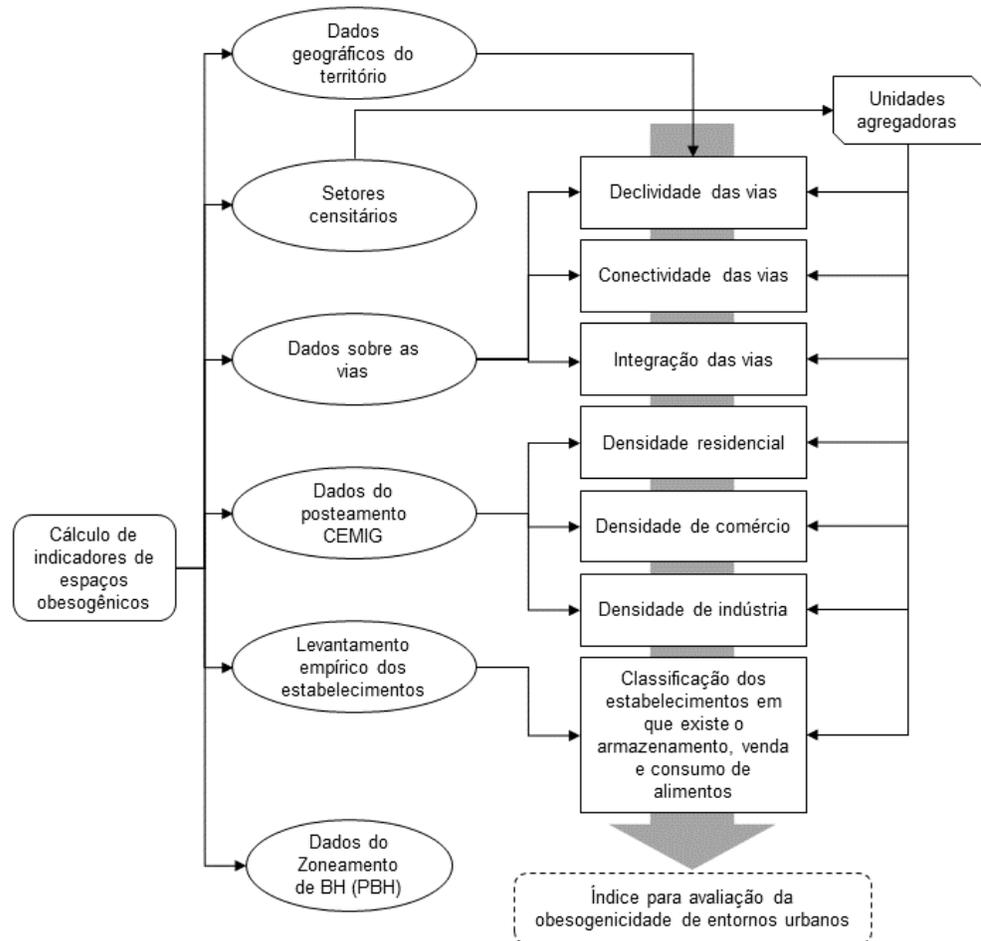
(5) Todos os cálculos dependem de ferramentas e *software* que operem com o Sistema de Informação Geográfica (GIS), a partir do manuseio de dados georreferenciados.

atributos mensuráveis. Isso porque, as métricas utilizadas neste estudo estabelecem uma conexão substancial entre as formas sociais e a morfologia urbana no contexto da formação e manutenção de espaços obesogênicos por meio da análise da sintaxe espacial e de cenários probabilísticos. A sintaxe espacial examina a relação entre a forma espacial e a função urbana, usando abstrações como linhas axiais para representar as relações dinâmicas entre espaços e caminhos percorridos pelas pessoas. Métricas como a medida de conectividade, profundidade e integração derivadas da teoria permitem avaliar a organização espacial e as relações topológicas entre elementos urbanos. Além disso, o cálculo de centralidades, incorporando edifícios como unidades de análise, amplia a compreensão da rede urbana, considerando fatores como distância e interações atrativas entre os destinos. Essas métricas buscam representar e analisar a complexa relação entre a forma urbana e a obesogenicidade, permitindo uma avaliação mais aprofundada da distribuição de espaços obesogênicos.

Essa estratégia de investigação, então, nos permite levar em consideração a multiplicidade de características que compõem os pontos de interesse, juntamente com padrões de uso e ocupação do solo. Isso porque o aprimoramento dos modelos gravitacionais permite a instrumentalização e parametrização de diferentes indicadores (formais, sociais, econômicos, culturais) para a indicação de espaços obesogênicos a partir de análises de redes urbanas. Dessa forma, consideramos que um edifício possui atributos e qualidades (sintáticas, semânticas e pragmáticas) que são capazes de torná-los atraentes para as pessoas, indicando maior ou menor congruência entre as formas sociais e elementos espaciais no processo de formação e manutenção de espaços obesogênicos. A Figura 9 apresenta uma síntese metodológica para a concepção do modelo, a partir dos dados e operações realizadas.

Figura 9. Síntese metodológica de análise espacial e estatística geoespacial

Fonte: Os autores, 2023.



Na abordagem metodológica deste estudo, é fundamental esclarecer as premissas subjacentes à relação entre a centralidade de gravidade das edificações e as escolhas alimentares, considerando a influência da oferta de alimentos sobre a formação de espaços obesogênicos. Para isso, uma série de passos foram adotados a fim de garantir uma análise mais completa e reflexiva das interações entre a forma urbana, os tipos de alimentos disponíveis e as decisões dos indivíduos em relação à alimentação. Inicialmente, foi considerada a ponderação apenas da classificação do tamanho do estabelecimento (tomando-se como referência que esse tamanho possa ser P, onde por sua vez $P = 0$ a $30m^2$, $M = 31$ a $70m^2$ e $G \geq 70m^2$). Ressaltamos que estudos futuros são requeridos para avaliar a ponderação desses pesos atratores. Enquanto aos demais atributos, como a tipologia de alimentos oferecidos (*in natura*, processados e ultraprocessados) e a categoria de consumo (no local, *take-way* ou *delivery*), foram considerados como reflexo dessa ponderação inicial. A área dos estabelecimentos foi escolhida como o ponto de partida para a análise de centralidade, servindo como um indicador inicial para a distribuição espacial. A partir dessa ponderação da área, os demais atributos deverão ser atribuídos de acordo com as características dos estabelecimentos, permitindo uma abordagem integrada que considera tanto a dimensão física dos locais quanto os aspectos relacionados à oferta de alimentos e padrões de consumo. Essa estratégia visa capturar nuances importantes da relação entre centralidade, oferta de alimentos e obesogenicidade no ambiente urbano.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, apresentamos o resultado do cálculo da centralidade de gravidade das edificações, operacionalizada pelo plugin UNA, a partir de um primeiro índice obesogênico. Para conduzir a análise, utilizamos como entrada os pontos geográficos representativos de estabelecimentos onde há a comercialização de alimentos, levando em consideração pesos genéricos. Assim, para essa indicação foram consideradas, matematicamente, a área da edificação, a tipologia de alimentos ofertados (*in natura*, processados e ultraprocessados) e a categoria de consumo (no local, *take-way* ou *delivery*) sobreposta com as medidas de integração + escolha (INCH) de todas as vias do bairro. A medida INCH consiste na combinação das medidas de Integração e Escolha, a qual representa o melhor potencial de movimento humano no recorte em estudo (HILLIER, 2008). O resultado é verificado na Figura 10.



Figura 10. Centralidade dos edifícios por atração, com representação das vias com o fator de normalização das medidas de integração e escolha (INCH), calculados no Depthmap.

Fonte: Os autores, 2022.

Nota-se, nesta operacionalização, que as edificações mais atrativas estão localizadas nas vias que possuem medidas INCH acima da média total. Contudo, observa-se também que algumas vias que apresentam alta medida INCH não conectam às edificações com alta atratividade, sendo condizente com os aspectos de formação histórica do recorte em estudo. Ou seja, as ruas do lado norte do bairro foram colonizadas por espanhóis, compondo terrenos longitudinais à área pantanosa, devido a presença de água para plantações. A partir de 1920, essas longas ruas, então, se tornaram atalhos para a avenida sanitária (atual Avenida Silviano Brandão) que cobriu o pântano. Além disso, não é verificado a presença de centralidade por atração, pois sua ocupação foi historicamente mais demorada, fomentando um crescimento majoritariamente composto por residências unifamiliares. Enquanto o lado sul do bairro, já no início de sua formação, recebeu um traçado geométrico sobreposto em área de alta declividade. Além disso, a rua Mármore, que pode ser considerada como um divisor entre o lado norte e lado sul do bairro, recebeu um bonde conectando-se ao centro da cidade. Assim, essas narrativas históricas corroboram com a ideia de que as atividades comerciais ocorrem onde existe o movimento de agentes humanos.

Outra questão importante a ser relatada é observada na área onde localiza-se atualmente o Mercado Distrital. Associamos a baixa quantidade de edifícios atratores devido ao processo de ocupação da região. Pois, inicialmente a área abrigava um hospital para tratamento de doenças infectocontagiosas, a qual direcionou para uma região de baixo adensamento populacional. Contudo, após o encerramento das atividades hospitalares, a lei de uso e ocupação do solo permitiu o adensamento em prédios de até 4 andares, o que causou um contraste curioso entre essa área e o interior do bairro. Dessa forma, novamente uma ocupação tardia, que iniciou na década de 1980, retrata a baixa atratividade, sendo possível observar atualmente um novo fenômeno de adensamento, o qual vem introduzindo atratores obesogênicos, como pizzarias e bares contemporâneos.

Também destacamos a Rua Pouso Alegre, a qual encontra-se nos limites ao norte e faz divisa com os bairros Floresta, Sagrada Família e Horto Florestal. Nesse logradouro, nota-se a presença de alguns estabelecimentos atratores, contudo, paralelamente à rua, tem-se a avenida Silviano Brandão, que consta de variadas tipologias comerciais, inclusive redes de supermercados de grande porte. Dito isto, destacamos que os pontos que apresentam com baixa atração podem sofrer influência desses bairros vizinhos, não sendo abarcados nesta análise inicial. Com isso, temos como limitação a catalogação dos estabelecimentos com pesos atratores. Fazendo-se necessários estudos mais amplos, evitando, assim, efeito de borda. Ressaltamos que quanto à medida INCH não é observado esse efeito, pois foi registrado e operacionalizado todos os segmentos de rua da cidade de Belo Horizonte.

Outro comparativo realizado foi da normalização da medida de conectividade com o mesmo indiciamento de atração das edificações. A medida de conectividade é considerada a mais básica da teoria e pode ser compreendida pela profundidade média de uma via em relação à todas as demais vias do sistema (PEREIRA *et al.*, 2011). Ou seja, neste caso foi calculado o número de segmentos de vias que cada segmento intercepta em relação ao sistema inteiro, a partir de um raio topológico de ação global (R_n). O resultado é apresentado na Figura 11.

A partir desse cálculo, verifica-se que as ruas mais conectadas possuem maior potencial de movimento e, conseqüentemente, possuem maior concentração de estabelecimentos atratores. Ou seja, como já dizia Hillier *et al.* (1993, p.31): “em sistemas urbanos, a configuração é o gerador primário dos padrões de movimento pedestre e, em geral, os atratores são ou equalizáveis ou trabalham como multiplicadores no padrão básico estabelecido pela configuração”.



Figura 11. Mapa comparativo da medida de conectividade das vias e a centralidade por gravidade das edificações.

Fonte: Os autores, 2022.

Avançando-se com as análises sobre o efeito da atração destes estabelecimentos, operacionalizamos o recorte em estudo quanto a atração e sua relação com a área servida. Isto é, a área servida é um dos módulos de análise espacial do Arcmap® que calcula geometricamente o grau de influência, tempo e distância percorridos. No nosso caso, os testes levaram em consideração percursos realizados pelos passeios. Escolhemos 500m como distância padrão, por ser uma variável consolidada em estudos de mobilidade ativa, sobretudo as distâncias andáveis inglesas (*walking distances*) (FARHAN *et al.*, 2021). Por fim, a impedância do percurso (processo que provoca a resistência do pedestre a seguir algum trajeto, escolhendo outro) foi calculada a partir de um algoritmo desenvolvido em *Python* e *VBscript* (8)(Quadro 3), a partir da associação dos dados de distância, de velocidade dos pedestres e das declividades médias dos seguimentos dos passeios (Figura 12), permitindo que o computador estudasse escolhas de trajetos mais econômicas, ou seja, de menor impedância de tempo e declividade. O resultado dessa análise é apresentado na Figura 13 que exibe a centralidade dos edifícios por atração, com a representação da área servida por esses estabelecimentos em curvas isocrônicas de caminhada, levando em consideração a declividade dos segmentos de via.

<pre> If [Inicio]<[Fim] Thensentido="sobe" If [Declividade]=0 then t=[Shape_Length]/60 End If If [Declividade]>0<=10 then t=[Shape_Length]/60 End if If [Declividade]>10<=20 then t=[Shape_Length]/50 End If If [Declividade]>20<=30 then t=[Shape_Length]/40 End If If [Declividade]>30<=40 then t=[Shape_Length]/28 End If If [Declividade]>40<=50 then t=[Shape_Length]/15 End If </pre>	<pre> Else sentido="desce" If [Declividade]>0<=10 then t=[Shape_Length]/60 End if If [Declividade]>10<=20 then t=[Shape_Length]/65 End If If [Declividade]>20<=30 then t=[Shape_Length]/63 End If If [Declividade]>30<=40 then t=[Shape_Length]/61 End If </pre>
--	--

Quadro 3. VBscript utilizado para o movimento de pedestres.

Fonte: Os autores, 2022.

(6) Essa operacionalização é necessária devido ao uso da versão 10.3 do ArcGIS. As versões mais recentes não necessitam dessa configuração, pois já possuem as operações integradas em suas funcionalidades.

Figura 12. Velocidade e declividade no movimento de pedestres.

Fonte: Os autores, 2023; fundamentado em Bovy, 1973.

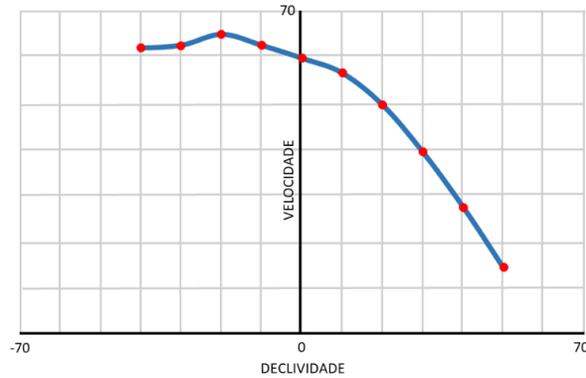
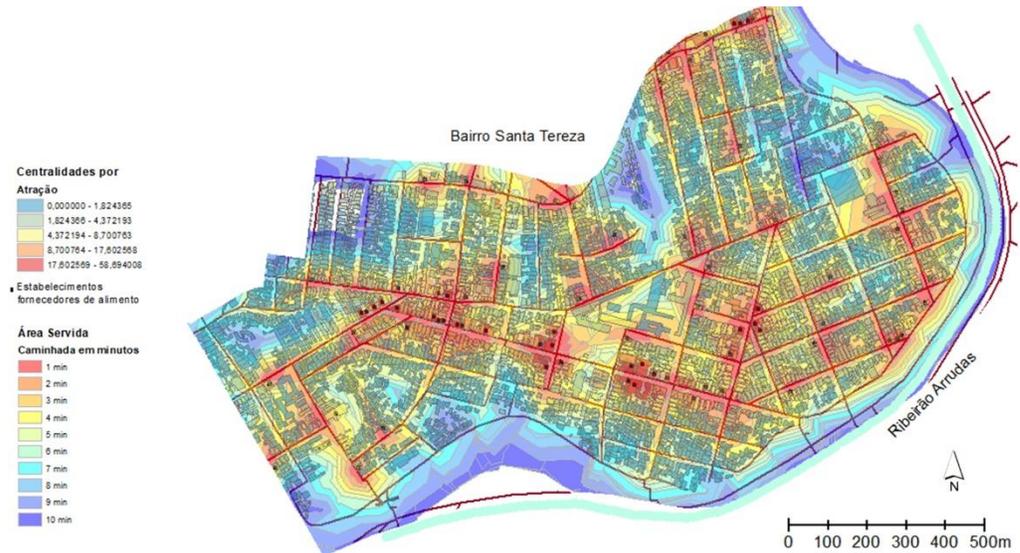


Figura 13. Centralidade dos edifícios por atração, com a representação da área servida em curvas isocrônicas de caminhada do pedestre até o estabelecimento.

Fonte: Os autores, 2022.



Com base nesse mapa, foi possível constatar que todo o bairro é servido, em até 10 minutos de caminhada e considerando a topografia, por pelo menos um estabelecimento que comercializa alimentos. É interessante notar que as vias mais centrais do bairro apresentam a maior concentração desses estabelecimentos, o que corrobora com a teoria de que a configuração urbana é um gerador primário dos padrões de movimento pedestre, conforme defendido por Bill Hillier (HILLIER *et al.*, 1993). Essa constatação é de grande relevância para a análise da configuração urbana e suas implicações na saúde pública. Por exemplo, esse resultado sugere que o bairro possui uma boa distribuição de comércio alimentício, o que pode incentivar a adoção de diferentes hábitos alimentares pela população local.

A configuração urbana também tem sido apontada como um fator importante na promoção de ambientes obesogênicos, ou seja, locais que favorecem o desenvolvimento de obesidade e outras doenças relacionadas à má alimentação e ao sedentarismo. Portanto, a análise da configuração urbana por meio de ferramentas como a análise de redes pode contribuir para o planejamento de cidades mais saudáveis e sustentáveis, que incentivem a adoção de hábitos alimentares saudáveis, podendo ser ampliado as discussões para os estabelecimentos para prática de atividades físicas e seu contrabalanceamento no sistema de distribuição. Contudo para isso, maiores esforços e pesquisas devem ser dedicadas para a temática, a fim de abarcar a temática e refletir em medidas de planejamento urbano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estruturas complexas da obesidade são constituídas por eventos distintos que afetam a saúde da população, com características próprias e de difícil compreensão. Essas características fazem com que o fenômeno tenda a ser enigmático, implicando em uma abordagem integrada e multidisciplinar para sua prevenção e tratamento. Assim, a obesidade pode ser considerada uma resposta normal a determinadas configurações urbanas, sob influências socioculturais, políticas e territoriais, exigindo a construção de um modelo estatístico complexo, o qual envolve diversas agendas em diferentes disciplinas, como saúde pública, tecnologia, nutrição, psicologia, logística, planejamento urbano, mobilidade, arquitetura, dentre outros.

Tratando-se do ambiente construído, as lacunas da temática são sempre mencionadas a respeito de medição, avaliação, bem como os testes de validade e confiabilidade das metodologias adotadas. Não obstante, a não heterogeneidade dos dados evidencia a complexidade do fenômeno, sobretudo aqueles que tangenciam os aspectos socioespaciais. Desta feita, este trabalho apresentou a estruturação e a operacionalização de modelos abertos de informação, com suporte das teorias configuracionais da sintaxe espacial e da análise de redes urbanas, avançando-se na investigação e no conhecimento de ferramentais que permitem sistematizar a compreensão da sinergia dos elementos e atividades relacionados ao sistema alimentar urbano, sobretudo os aqui denominados como obesogênicos.

As experimentações foram adotadas nos moldes de concepção e refutação de hipóteses e o modelo gerado foi observado na busca de se aproximar da concreção da informação. Assim sendo, podemos dizer que todas as hipóteses continuam válidas, porém apontamos que está sendo necessário avançar sobre a complexidade exigida para a composição do modelo. Isso é, devemos considerar o objeto de estudo como um sistema complexo, capaz de fazer emergir efeitos indeterminados e interferentes na refutação das hipóteses.

Ao incluir a ferramenta de análise de rede urbana, verifica-se a potencialidade da inclusão do edifício como unidade de avaliação para todas as medidas de análise da sintaxe espacial. Isso porque, edifícios vizinhos no mesmo segmento de rua podem, portanto, obter diferentes resultados de acessibilidade. Além disso, os edifícios podem ser ponderados a partir de suas características, compondo uma entrada de múltiplas variáveis e resultando em análises mais consistentes com o exame do real. Isso, então, poderá auxiliar os diversos agentes e disciplinas envolvidos na temática a tomarem decisões no contexto urbano diante da informação disponível pela avaliação da configuração, a partir da conformação de indicadores. Sendo que a conformação desses indicadores decorrerá de mais estudos de caso com o ferramental.

Embora consistentes operacionalmente, as teorias que recorrem aos modelos gravitacionais demonstram a fragilidade de se recorrer pura, simples e analogamente as teorias da física para descrever os fenômenos sociais. Esses modelos apresentam uma base sólida do ponto de vista estatístico, contudo deve-se levar em consideração que esta tipologia de cálculo normatiza a modalidade de viagem, além de padronizar a sociedade em um grupo homogêneo. Além disso, as interpretações das constantes adotadas nos modelos, geralmente associadas às variáveis de distância, são abordadas de forma estática, sobretudo em relação ao tempo. Esses fatores também são simplificados em sua determinação, não considerando a complexidade exigida. Assim, destacamos que os pensadores que adotaram os modelos gravitacionais para estudos urbanos não apresentaram os elementos normativos de forma explícita. Com isso, a operacionalização revela-se a partir de uma função extrapolativa, a qual é correspondente às experiências e padrões comportamentais advindos de um passado e racionalizados, demonstrando a necessidade de se avançar no conhecimento da complexidade dos modelos propostos.

Com relação às análises conduzidas, os resultados apontam para a caracterização do bairro Santa Tereza como um ambiente obesogênico. Isso porque, foi possível identificar que o bairro possui alta atratividade exercida por estabelecimentos que comercializam alimentos, e a partir da vivência dos pesquisadores no bairro, pode-se dizer que especialmente alimentos ultraprocessados ou de baixo valor nutricional. Essa afirmação, então, leva-nos a pensar no termo de 'atmosfera obesogênica' como mecanismo para retratar entornos urbanos com alta atratividade exercida por estabelecimentos que comercializam alimentos. O termo, então, resulta da modelagem de perfis espaciais e temporais que permitem a compreensão do urbano como uma imagem materializada. Assim, a atmosfera obesogênica, busca relatar sobre um conjunto de informações de um espaço, fornecendo um caráter experiencial de reconhecimento e o modo de estar associados com o potencial de aquisição e consumo de alimentos.

Além disso, destacamos que a identificação de espaços com maior centralidade em cenários urbanos não necessariamente implica que essas áreas sejam propícias à formação de espaços obesogênicos. Embora a centralidade possa estar associada à acessibilidade e ao tráfego de pessoas, é essencial considerar outros fatores, como a qualidade dos alimentos disponíveis e as escolhas alimentares individuais. O impacto potencial da concentração de alimentos não saudáveis na tomada de decisões alimentares e na obesogenicidade é significativo. A presença predominante de estabelecimentos que comercializam alimentos ultraprocessados pode influenciar negativamente as escolhas alimentares das pessoas que frequentam essas áreas, promovendo o consumo de alimentos de baixo valor nutricional e alto teor calórico. Isso pode contribuir para o aumento da obesidade e de outras doenças relacionadas à má alimentação. A concentração de alimentos não saudáveis pode criar ambientes obesogênicos, onde as opções alimentares disponíveis não favorecem a adoção de hábitos alimentares saudáveis. Portanto, compreender como a centralidade das edificações se relaciona com a presença de alimentos não saudáveis é crucial para desenvolver estratégias de intervenção e políticas públicas que promovam escolhas alimentares mais saudáveis e reduzam a obesogenicidade nas áreas urbanas.

O estudo empreendeu uma abordagem inovadora ao aplicar a teoria da sintaxe espacial e dos cálculos de centralidade para compreender a relação entre ambientes urbanos e obesidade. Contudo, revelou-se a necessidade de superar limitações e desafios intrínsecos à simplificação dos pesos atribuídos às variáveis na equação de obesogenicidade. A ponderação reflexiva das variáveis, inicialmente adotada, ressalta a importância de aprofundar a análise empírica considerando conhecimentos científicos sobre os riscos da obesidade e influências contextuais específicas. A obtenção de dados abrangentes revela-se um obstáculo prático e ético, o que demanda cautela na interpretação e aplicação da indicação proposta. A recomendação de empregar métodos estatísticos avançados para aprimorar o modelo e explorar interações entre variáveis surge como estratégia relevante.

Considerando as implicações, futuras investigações são indispensáveis para avaliar a validade e confiabilidade da análise de obesogenicidade proposta, bem como para sua aplicação em distintos contextos geográficos e culturais. O embasamento comparativo com indicadores epidemiológicos reais e a exploração de fatores específicos em diferentes regiões prometem enriquecer nossa compreensão, delineando uma adaptação precisa e informada do índice que se pretende gerar. Ademais, merece destaque a restrição do presente estudo ao não abranger os empreendimentos comerciais circundantes à área geográfica delimitada, tornando imprescindível a realização de investigações mais abrangentes a fim de incorporar considerações mais precisas.

Referências Bibliográficas

ALEXANDER, Christopher; ISHIKAWA, Sara; SILVERSTEIN, Murray. **A Pattern Language**: Towns, Buildings, Construction. New York: Oxford University Press, 1977. ISBN: 978-0195019193

BARRETO, Abílio. **Belo Horizonte, memória histórica e descritiva**. Fundação João Pinheiro. 2ª ed. Belo Horizonte: Mineiriana, Belo Horizonte, 1996. ISBN : 85-85930-05-5

BOVY, Philippe H. **Reseaux et espaces piétonniers**. Lausanne: Institut de technique des transports, 1973.

DOWNS, Shauna M.; AHMED, Selena; FANZO, Jessica; HERFORTH, Anna. Food Environment Typology: Advancing an Environments toward Sustainable Diets. **Foods**, v. 9, n. 4, p. 532, 2020. DOI: 10.3390/foods9040532

EGGER, Garry; SWINBURN, Boyd. An “ecological” approach to the obesity pandemic. **BMJ**, v. 315, n. 7106, p. 477–480, 23 ago. 1997. DOI: 10.1136/bmj.315.7106.477

ESRI. **ArcGIS**, 2016. Disponível em: <<https://www.arcgis.com/features/index.html>>.

FARHAN, Sabeeh L.; MUTAZ, T.; ALYASARI, Haider I.; ZUBAIDI, Salah L.; HASHIM, K. Digital Era Influence on Neighbourhood Planning. **Iop Conference Series: Materials Science and Engineering**, v. 1058, n. 1, p. 012042, 1 fev. 2021. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899x/1058/1/012042>.

GÁLVEZ-ESPIÑOZA, Patricia; EGAÑA, Daniel; MASFERRER, Dominique; CERDA, Ricardo. Propuesta de un modelo conceptual para el estudio de los ambientes alimentarios en Chile. **Revista Panamericana de Salud Pública**, p. 1–9, 2017. DOI: 10.26633/RPSP.2017.169

HANSEN, Walter G. How Accessibility Shapes Land Use. **Journal of the American Institute of Planners**, v. 25, n. 2, p. 73-76, 1959. <http://dx.doi.org/10.1080/01944365908978307>.

HILLIER, Bill; HANSON, Julienne. **The social logic of space**. Cambridge: University Press, 1984. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511597237>.

HILLIER, Bill; PENN, Alan; HANSON, Julienne; FRAJEWSKI, T.; XU, J. Natural Movement: Or Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment and planning B: Planning & design**, v. 20, n. 1, p. 29–66, 1993. DOI: 10.1068/b200029

HILLIER, Bill. **Using DepthMap for Urban Analysis**: A Simple Guide On What to Do Once You Have an Analysable Map in The System. Londres: The Bartlett School of Graduate Studies, 2008.

LOUZADA, Maria L. da C.; CANELLA, Daniela S.; JAIME, Patrícia C.; MONTEIRO, Carlos A. **Alimentação e saúde**: a fundamentação científica do guia alimentar para a população brasileira. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2019. DOI: 10.11606/9788588848344

MENDES, Larissa L.; PESSOA, Milene C.; COSTA, Bruna V. L (Org.). **Ambiente Alimentar**: Saúde e Nutrição. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2022. ISBN: 978-65-88340-16-5

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. Disponível em: <https://bvsm.sau.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>. Acesso em 3 ago. 2023.

OPENSTREETMAP CONTRIBUTORS (OSTc). **Open Street Map**, 2015. Disponível em: <<https://planet.openstreetmap.org>>.

PEREIRA, Doralice B.; CAIAFFA, Waleska T.; DE OLIVEIRA, Veneza B. Saúde e espaço urbano: entrelaces de saberes em contexto de pós-graduação. **Cadernos Metr pole**, v. 23, n. 52, p. 1039–1060, 2021. DOI: 10.1590/2236-9996.2021-5209

PEREIRA, Rafael H. M.; BARROS, Ana Paula B. G.; HOLANDA, Frederico R. B. de; MEDEIROS, Valério A. S. de. **O uso da sintaxe espacial na análise do desempenho do transporte urbano**: Limites e potencialidades. Texto para discussão: 1630. Rio de Janeiro: IPEA, 2011.

RAUDENBUSH, Stephen W.; SAMPSON, Robert J. 1. Ecometrics: Toward a Science of Assessing Ecological Settings, with Application to the Systematic Social Observation of Neighborhoods. **Sociological Methodology**, vol. 29, no 1, p. 1–41, 23 ago. 1999. DOI: 10.1111/0081-1750.00059.

SEVTSUK, Andres; MEKONNEN, Michael. Urban Network Analysis. A new toolbox for ArcGIS. **Revue internationale de g omatique**, v. 22, n. 2, p. 287–305, 2012. DOI: 10.3166/ri.22.287-305

SEVTSUK, Andres. Location and Agglomeration: The Distribution of Retail and Food Businesses in Dense Urban Environments. **Journal of Planning Education and Research**, vol. 34, no 4, p. 374–393, 7 dez. 2014. <https://doi.org/10.1177/0739456X14550401>.

SEVTSUK, Andres. **Path and Place: A Study of Urban Geometry and Retail Activity in Cambridge and Somerville, MA**. 2010. Tese de Doutorado – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2010.

SILVA, Luiz Roberto da. **Doce dossi  de BH**. Belo Horizonte: Ced blio, 1991.

TURNER, Alasdair. Depthmap: A Program to Perform Visibility Graph Analysis. In: 3rd International Symposium on Space Syntax, Atlanta, 2001. **Anais [...]**, 3rd International Symposium on Space Syntax. Georgia Institute of Technology, p.30-1-30.11, 2001.

Gustavo H. Campos de Faria
camposgh@ufmg.br

Renato C sar Ferreira de Souza
rcesar@arq.ufmg.br

Larissa Loures Mendes
larissa.mendesloures@gmail.com