



O Desempenho da Mobilidade Urbana a partir da Configuração Espacial da Cidade

Peterson Dayan Machado Gonçalves

Universidade de Brasília

petersondayan@hotmail.com

Rômulo José da Costa Ribeiro

Universidade de Brasília

rjcriveiro@unb.br



O DESEMPENHO DA MOBILIDADE URBANA A PARTIR DA CONFIGURAÇÃO ESPACIAL DA CIDADE

P. D. M. Gonçalves e R. J. C. Ribeiro

RESUMO

Este artigo trata das relações entre a mobilidade urbana e a configuração espacial da cidade, como forma de avaliar a evolução do processo de urbanização. Foi estudado o caso de Brasília – Brasil, como aplicação metodológica que aqui é relatado. O propósito deste estudo foi definir procedimentos que proporcionem a avaliação e identificação de variáveis que se correlacionam estatisticamente. Com base na fundamentação teórica dos conceitos aqui tratados, foi possível estabelecer os métodos de análise dos dados de forma integrada, obtendo assim, mapas temáticos, como resultados do cruzamento das informações espaciais da cidade. Desta forma, este estudo identificou diversas variáveis da configuração espacial que se correlacionam estatisticamente com o sistema de mobilidade urbana. Assim, foi possível medir o seu desempenho e visualizá-lo neste sistema complexo, pela sintaxe espacial, cujo método, pode facilmente ser replicado nas cidades de todo o mundo.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade urbana é um dos principais problemas nas grandes cidades contemporâneas, conforme já relatara Vasconcellos (2014), e que vem se agravando no Brasil pela falta de planejamento e projetos adequados para acompanhar a evolução do processo de urbanização, como ressalta Holanda (2002). Embora a literatura descreva diversas teorias, metodologias e técnicas, para apontar os problemas das grandes cidades, o repertório empírico para medir o desempenho da mobilidade é ainda uma matéria complexa e de difícil compreensão, principalmente quando levamos em consideração o bem-estar e a qualidade de vida da população. Esta pesquisa se propôs, então, a analisar a relação entre a configuração do espaço urbano e as principais variáveis que afetam o desempenho da mobilidade urbana, como a densidade, a compacidade, a integração e a conectividade, utilizando a cidade de Brasília – Brasil, como estudo de caso. O objetivo deste estudo foi identificar se a configuração urbana, é um fator determinante para a utilização do automóvel, da bicicleta, para a promoção da caminhabilidade, ou para o uso do transporte público coletivo. Para tanto, buscou-se comprovar se o método aqui adotado, proporciona, estatisticamente, a obtenção de resultados que se aproximam ou não dos valores reais, obtidos in-loco, e dos modelos complexos da Engenharia de Transportes. A Sintaxe Espacial foi utilizada como metodologia da teoria da lógica social do espaço de Hillier e Hanson (1984), para analisar os efeitos da configuração espacial na mobilidade urbana, sendo levantados os dados, indicadores e índices nos principais órgãos de pesquisa em um único Modelo Urbano Integrado. Assim foi realizada a construção de mapas temáticos por

meio de análise multicritério, com o software QGIS, e foram selecionadas as variáveis significativas por meio de correlações estatísticas, de acordo com Casella e Berger (2002). Como resultado desta avaliação configuracional do espaço, foi possível estabelecer critérios objetivos para avaliar as condições existentes de forma automática e simplificada (Gonçalves, 2018). Com isso, identificou-se, por exemplo, que 68% das vias mais integradas do sistema viário do Distrito Federal, fazem parte do itinerário dos ônibus pertencentes ao sistema de transporte público coletivo, além de medir o desempenho da cobertura das rotas de ônibus, que não oferecem acessibilidade a 17% da população urbana da capital brasileira. Identificou-se, também, que a densidade urbana está diretamente ligada à configuração espacial e à mobilidade urbana, onde as escolhas construtivas e usos do solo definem as distâncias de paradas do transporte público, permitindo ou não a caminhabilidade das pessoas, e consequentemente, alternativa viável ao automóvel. Assim, a configuração espacial, ou organização física do território, apoiada numa rede integrada de alternativas de transporte, de sistemas de transporte público, de circulação pedonal e cicloviária, maximizam a acessibilidade e a mobilidade urbana da cidade, reduzindo a dependência do automóvel.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho supõe que a qualidade da mobilidade e as condições existentes nas grandes cidades estão relacionadas à configuração urbana, ou seja, não são independentes, se trata de um sistema complexo que, de acordo com a forma urbana, a mobilidade, pode ter um melhor ou pior desempenho. Em outras palavras, supõe-se que a configuração urbana, é o fator determinante para a utilização do automóvel, do uso da bicicleta, da promoção da caminhabilidade, ou do uso do transporte público coletivo. Para tanto, a configuração espacial e a mobilidade urbana foram definidos para estabelecer a base teórica deste artigo.

2.1 Configuração Espacial

A configuração espacial é estudada por meio da Teoria da Lógica Social do Espaço ou simplesmente Sintaxe Espacial, definida por Bill Hillier como uma teoria arquitetônica da cidade. A Sintaxe Espacial é um modelo teórico do espaço humano: como é estruturado, como funciona, como é entendido e como é parte do que chamamos de sociedade, comumente considerada como um conjunto de técnicas para analisar o espaço arquitetônico e urbano para prever resultados funcionais (Holanda, 2002).

A Sintaxe Espacial é uma abordagem baseada na ciência, que investiga relacionamentos entre a configuração espacial e uma série de fenômenos sociais, econômicos e ambientais, com o foco nas pessoas. Esses fenômenos incluem padrões de movimento, conscientização e interação; densidade, uso do solo e valor da terra; crescimento urbano e diferenciação social; distribuição de segurança e criminalidade.

A configuração espacial, por sua vez, aqui é entendida pelos aspectos formais, geométricos e das suas relações hierárquicas, ou seja, como os espaços urbanos se articulam entre si. Esta definição é importante para compreender os fundamentos deste estudo, que faz uma leitura da cidade sob o viés topológico¹, como um complexo conjunto de relações entre os elementos formais e espaciais (Holanda, 2012).

¹ Viés topológico se refere ao relacionamento dos elementos que constituem a cidade com o modo de articulação entre eles, ou seja, se trata de uma leitura das relações urbanas de interdependência entre as partes.

A forma da cidade, investigada por meio da análise sintática do espaço, é uma abordagem da configuração espacial, que foi apresentada, na década de 1970, pelo Prof Bill Hillier, Prof Julianne Hanson e colegas do The Bartlett School of Architecture, University College London. Hoje, a Sintaxe Espacial é usada e desenvolvida em centenas de universidades e instituições educacionais, bem como práticas profissionais em todo o mundo. Com base na análise quantitativa e na tecnologia informática geoespacial, a Sintaxe Espacial fornece um conjunto de teorias e métodos para a análise de configurações espaciais de todos os tipos e em todas as escalas (Al_Sayed *et al.*, 2014).

Para avaliar os efeitos do desenho urbano, a Sintaxe Espacial de Hillier e Hanson, (1984) relaciona as propriedades sintáticas configuracionais e possibilita que atributos da configuração morfológica sejam matematicamente mensurados e graficamente visualizados por meio de mapas axiais e tabelas, revelando assim a lógica morfológica do tecido urbano e da conformação da cidade (Medeiros, 2013).

A palavra *morfologia*, é derivada do grego *morpho*, que significa “estudo da forma”, e do alemão *morphologie*, originado por Goethe em 1822, que acrescenta os significados dos sentidos de posição e padrão, associando-se etimologicamente à palavra *configuração*, entendida como disposição, organização, ordenação, composição, estrutura, ajuste, posição, articulação ou arranjo das coisas numa determinada ordem.

A pesquisa usando a abordagem da configuração espacial mostrou como os padrões de movimento são poderosamente moldados pelo desenho urbano (Pereira *et al.*, 2011), como os padrões de segurança e insegurança são afetados pela forma, e como esta relação molda a evolução dos centros e centralidades (Coelho, 2017), tornando as cidades capazes de viver. Existem ainda outros estudos (Villaça, 2012), que revelam como a segregação espacial e a desigualdade social estão relacionadas nas cidades. Scoppa e Peponis (2015) defendem a tese, surgida na literatura recente, de que os usos comerciais estão sujeitos à atração exercida pela rede de vias distribuídas, e de acordo com a sintaxe da conectividade da rede de vias.

Desde então, tem crescido em todo o mundo uma variedade de áreas de pesquisa e aplicações práticas, incluindo arqueologia, criminologia, tecnologia da informação, geografia urbana e humana, antropologia e ciências cognitivas. Para Medeiros (2013, p. 78), os enfoques topológicos e geométricos são a chave para entender a diversidade que caracteriza o espaço urbano construído.

Para o entendimento das complexas relações no interior do espaço urbano, dos processos de atração e dispersão que conformam e diferenciam seu território, é necessária a investigação das relações entre suas partes, como se organizam, se estruturam, quais os princípios que regem esta organização. Por isso é necessária a compreensão das partes isoladas, que se refaz continuamente, para entender o conjunto como um todo, em suas diversas escalas: nacional, regional e local, pois o espaço total é indivisível (Santos, 2014).

2.2 Mobilidade Urbana

O conceito de mobilidade urbana está associado ao desejo de acessar determinado destino e à capacidade do indivíduo em se deslocar. A Lei nº 12.587, (Brasil, 2012), que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, define a mobilidade urbana como sendo

a condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano. Esta lei federal tem por objetivo contribuir para o acesso universal à cidade, o fomento e a concretização das condições que contribuam para a efetivação dos princípios, objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano, por meio do planejamento e da gestão democrática do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana².

Aqui não se pretende explorar o movimento veicular como objeto de estudo da Engenharia de Transportes, mas sim para entender as possibilidades de movimento das pessoas no espaço urbano, nos diversos modos de transporte, em função da configuração espacial estabelecida. Pretende-se, compreender as relações de acessibilidade do transporte público coletivo com a mobilidade a pé, e a equidade no acesso dos cidadãos, a partir das rotas de ônibus e da posição georreferenciada dos pontos de paradas existentes. Além disso, aqui se busca a identificação das vias mais ou menos integradas e conectadas que propiciam eficiência, eficácia e efetividade na circulação das pessoas no meio urbano.

Desta forma, o conceito de mobilidade urbana aqui tratado, está pautado nos fundamentos contidos no Art. 5º da PNMU, que se relacionam com a morfologia urbana e seus aspectos topológicos, na oferta de acessibilidade universal; no desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; na equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; na justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; na equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e na eficiência, eficácia e efetividade da circulação urbana.

Para Jones (2017), um dos principais impulsionadores do movimento de pedestres em torno das cidades é a estrutura e a conectividade das ruas. Estes são os espaços que as pessoas ocupam e se deslocam, e onde entramos em contato um com o outro. Essa forma de contato é essencial para a interação social e para as transações econômicas. A configuração do espaço, resultado do projeto urbanístico e arquitetônico, é, portanto, muito importante para o modo como as pessoas, as empresas e as comunidades se relacionam.

A Sintaxe Espacial permite realizar a modelagem do sistema viário no contexto deste conjunto de ferramentas, e é usada para analisar as conexões de ruas e prováveis padrões de movimentos de veículos e de pedestres (Barros, 2014). Desta forma, também pode ser usada para prever o impacto, sobre os fluxos, das mudanças em um projeto. Assim, a avaliação da Sintaxe Espacial, leva a uma nova compreensão da relação fundamental entre o projeto urbanístico, a infraestrutura, a capacidade de mobilidade urbana, de uso do espaço público e dos resultados sociais de longo prazo.

Já os modelos convencionais da Engenharia de Transportes, consideram, principalmente, os aspectos geométricos de um sistema, e desconsideram os aspectos topológicos, consagrados pelos modelos configuracionais (Barros, 2006, p. 79). Para Barros (2006), o alto custo da realização de pesquisa origem-destino é um fator crucial para deixar de utilizar este modelo, ao passo que a Sintaxe Espacial, não precisa desses dados para suas análises, pela qual permite obter informações muito relevantes, simplesmente com um mapa digital. Holanda (2002), também apontou como a teoria da Sintaxe Espacial tem um papel revelador das relações socioeconômicas na investigação das origens e destino, simplesmente pelo movimento dos indivíduos no território.

² Art. 2º da Lei nº 12.587 (Brasil, 2012).

Os métodos da Sintaxe Espacial podem ser usados para analisar a estrutura do sistema viário, mostrando quais vias e caminhos são mais importantes, tanto para a mobilidade urbana quanto para as atividades de comércio e interações sociais. Este método de análise espacial considera a geometria e a conectividade viária como variáveis independentes na avaliação do transporte de pedestres e de veículos. E observa apenas a configuração do sistema viário, para a obtenção de resultados muito significativos. Já outros fatores, que possam encorajar ou desencorajar o deslocamento a pé ou motorizado, não são examinados, o que simplifica o processo.

Desta forma, as condições de mobilidade urbana apresentam-se profundamente ligadas à estruturação do espaço urbano no território. Mas a dinâmica da urbanização é expressada pela descentralização espacial e necessidade de deslocamentos das pessoas, que só é possível graças ao desenvolvimento das redes de transportes e de comunicações (Vasconcellos, 2014). Assim, as redes de transportes são resultados de um conjunto potencial de origens e destinos, motivados pelas atividades desenvolvidas no espaço, que geram fluxos e interações espaciais (Santos, 2014).

3 MÉTODO, TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS

3.1 Modelo Urbano Integrado

As cidades são combinações complexas de formas físicas, sistemas de infraestrutura, relações interpessoais e de atividades econômicas. As mudanças físicas na cidade podem ter impactos inesperados sobre esses sistemas e sobre o funcionamento do dia-a-dia da cidade. Para antever aos impactos inesperados do planejamento urbano na configuração espacial e na mobilidade urbana, a Sintaxe Espacial desenvolveu a metodologia de reunir todas as informações em um único modelo, que aqui chamamos de "Modelo Urbano Integrado" (MUI).

Pesquisas acadêmicas identificaram vínculos fundamentais entre a configuração espacial e o desempenho social, econômico e ambiental dos lugares (Holanda, 2002) e (Medeiros, 2013). Assim, como primeiro procedimento adotado foi o de reunir o conjunto de dados que envolvem a forma urbana, o movimento dos pedestres, ciclistas e veículos, o sistema viário, o uso do solo, bem como os dados referentes à população, como as condições socioeconômicas, local de moradia e de trabalho, e renda.

A partir do momento em que todos os dados foram espacializados em um único modelo urbano integrado, foram desenvolvidos os procedimentos de geoprocessamento para a interpolação das informações da Sintaxe Espacial aos dados de áreas, de distribuição da população, de dispersão urbana, e do sistema de transporte para a saída analítica.

Com base nas análises dos dados espacializados, foram gerados os mapas temáticos para visualização e enviadas as variáveis para o processamento estatístico no Software IBM SPSS Statistics V.22, para a verificação dos principais testes, e assim, validar ou rejeitar as hipóteses de correlação dos resultados.

3.2 Correlações entre as Variáveis

Analisar somente o gráfico de dispersão leva a conclusões subjetivas. Existe a necessidade de definir uma medida que quantifique de forma objetiva o grau de relação entre as

variáveis. Assim, uma medida do grau de relacionamento linear entre duas variáveis é dada pelo Coeficiente de Correlação de Pearson (para dados quantitativos).

A correlação populacional de Pearson mede o grau de associação linear entre duas variáveis aleatórias com distribuição normal. A teoria de Pearson, supõe que se a distribuição conjunta é normal bivariada, então o coeficiente de correlação de Pearson corresponde ao estimador de Máxima Verossimilhança³ de rho (Vieira and Hoffmann, 1989). Assim a hipótese nula H_0 supõe que não existe associação linear entre as variáveis, e ao rejeitarmos H_0 , identificamos que existe associação linear entre elas.

Nos casos de não atendimento da suposição de normalidade dos dados, foram verificadas as correlações de postos de Spearman (Vieira and Hoffmann, 1989), que foram obtidas aplicando-se a fórmula da correlação de Pearson nos postos das variáveis que não possuem distribuição normal.

3.3 Estatística

Todos os resultados obtidos pelas variáveis relacionadas à configuração espacial, geométricas e topológicas, assim como, pelas variáveis da mobilidade urbana, foram lançadas no Software IBM SPSS Statistics V.22 com a finalidade de processar os testes estatísticos, e com isso identificar as variáveis representativas com significância estatística. Para isso, o primeiro passo, foi o processamento da estatística descritiva, suprimidas as variáveis que não possuem correlações significativas.

A estatística descritiva adotada segue os procedimentos da extensa bibliografia de Casella e Berger (2002), ao definir os conceitos e teorias aplicadas aos métodos estatísticos consagrados na literatura. Daqui em diante todos os conceitos, e métodos adotados nos testes estatísticos, devem ser consultados na literatura específica (Casella and Berger, 2002), visto que o foco deste artigo não é a explicação da teoria de cada teste realizado, mas sim da sua aplicação para validação e identificação das variáveis significativas.

Aplicou-se o Teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, com a correção do primeiro teste pela correlação de significância de Lilliefors, com a finalidade de identificar as variáveis cujos dados possuem distribuição normal. Utilizando 5% como nível de significância, e hipótese nula H_0 de que os dados seguem uma distribuição normal, foi possível identificar que apenas as variáveis “Renda per capita” e “População não atendida” não seguem uma distribuição normal, pois a hipótese nula H_0 , foi rejeitada para essas duas variáveis.

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos pelos efeitos da densidade da população e de emprego, são confrontados com a distância das estações de transporte público coletivo, além do zoneamento, uso do solo e do sistema ciclovitário.

As interações entre as variáveis indicam os efeitos da Sintaxe Espacial na identificação das vias mais integradas e conectadas, que são mais suscetíveis ao comércio e que, teoricamente, deveriam possuir maior acessibilidade ao transporte público coletivo, maior

³ Máxima Verossimilhança é um método estatístico para a estimação de parâmetros de uma distribuição que melhor explica a amostra, maximizando a probabilidade de obter os valores observados.

correspondência ao sistema cicloviário, e consequentemente, possuir maiores atrativos para a população. A Fig. 1 mostra as linhas de ônibus do sistema de transporte público do DF, onde há a sobreposição das rotas ao passar pelo mesmo trajeto, sendo assim, consideradas unidas neste modelo, ou seja, não são computadas as vias em duplicidade quando as linhas são sobrepostas.

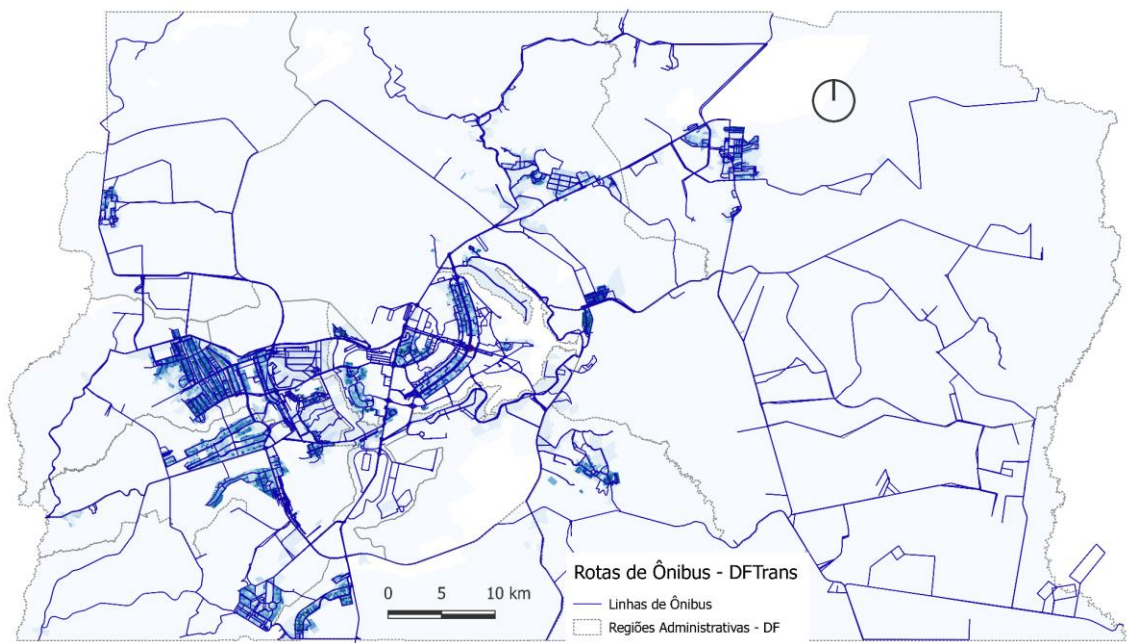


Fig. 1 Rotas de Ônibus do sistema de transporte público do DF

Por meio do mapeamento das linhas de ônibus, do sistema de transporte público coletivo do DF, Fig. 1, identificou-se as áreas que não são cobertas por este serviço. Este resultado foi obtido a partir da correlação entre a área de cobertura das rotas de ônibus do DFTrans e dos pontos de parada, com a área urbana de cada subdistrito do DF.

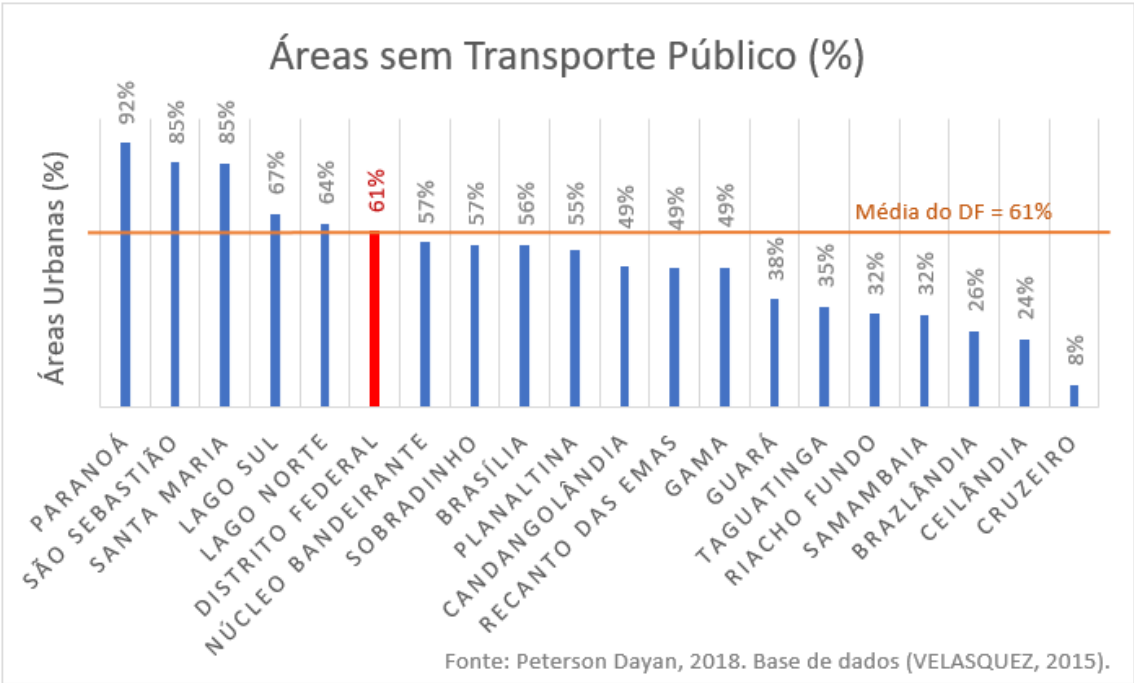


Fig. 2 Áreas sem Transporte Público em cada subdistrito do DF (2015)

A Fig. 2 mostra que, em média, 61% da área urbana do Distrito Federal, não possui acesso ao transporte público coletivo, a um raio máximo de 400 metros, ou 5 minutos de caminhada aos pontos de parada de ônibus. Da mesma forma, identificou-se a população não atendida pelo sistema de transporte público coletivo do DF. Este resultado foi obtido a partir da correlação entre a área de cobertura das rotas de ônibus do DFTrans e dos pontos de parada, com a população urbana de cada subdistrito do DF.

Foi identificado que, em média, 17% da população urbana do Distrito Federal, não possui acesso ao transporte público coletivo, a um raio máximo de 400 metros, ou 5 minutos de caminhada aos pontos de parada de ônibus. Os lugares mais críticos, onde mais de 40% da população não possui transporte público acessível, se encontra no Lago Norte e em Sobradinho, demonstrando a ineficiência do sistema de ônibus, principalmente nessas regiões.

O reflexo dessa falta de acessibilidade ao transporte público, está diretamente relacionada à disponibilidade de comércio e serviços à população. Scoppa e Peponis (2015) mostram que as medidas que descrevem a sintaxe da rede de vias têm uma relação significativa com a densidade de fachada comercial, com base em uma análise da base de dados espaciais da cidade de Buenos Aires, que tem um plano de rua radial, com blocos regulares e um lugar central bem definido, identificando o impacto da atração do Centro de Comércio e Serviços.

Pelo que se pôde observar, essa não é a realidade do Distrito Federal, onde as vias mais integradas possuem poucas fachadas comerciais, como é o caso das vias: EPIA, EPNB, EPTG, EPCL e EIXO⁴, presentes no mapa da Fig. 3.

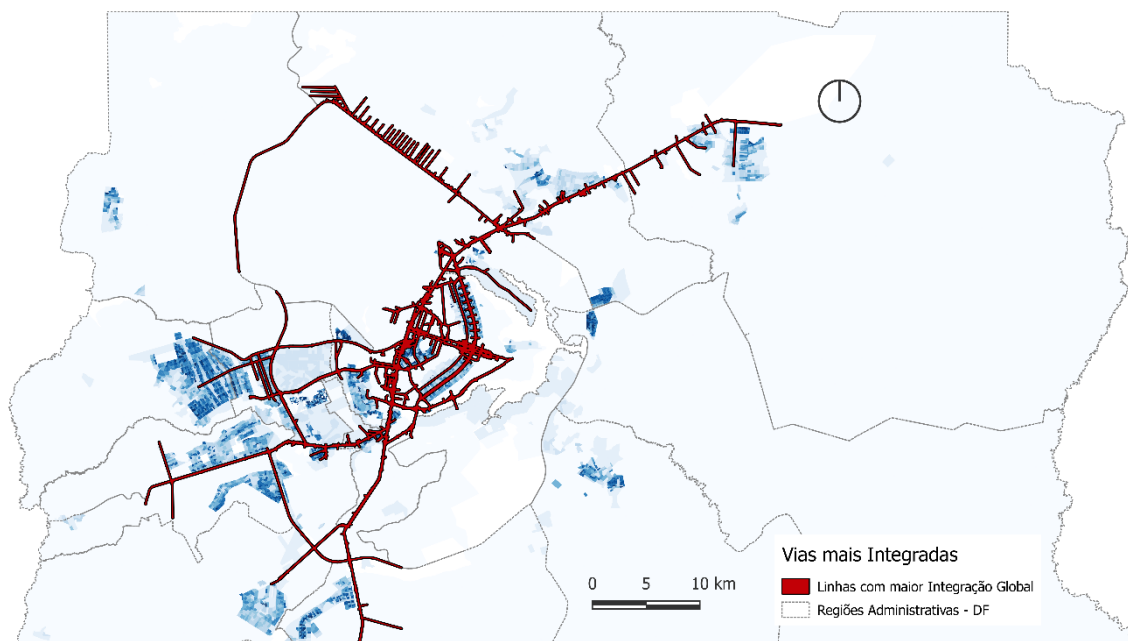


Fig. 3 Vias com maior Integração Angular Normalizada - NAIN

⁴ EIXO - Eixo Rodoviário de Brasília – DF 002; EPIA - Estrada Parque Indústria e Abastecimento – DF 003; EPNB - Estrada Parque Núcleo Bandeirante – DF 075; EPTG - Estrada Parque Taguatinga – DF 085; EPCL - Estrada Parque Ceilândia – DF 095

As vias mais integradas⁵ correspondem a apenas 23% da área ocupada pelas linhas de ônibus de todo o DF, entretanto, 68% dessas vias fazem parte do itinerário dos ônibus pertencentes ao sistema do DFTrans, sendo que aqui não foram contabilizados os trechos em duplicidade, ou seja, foram computados somente os trechos onde houve sobreposição das linhas de ônibus com as vias mais integradas do sistema viário.

Coelho (2017, p. 114) destacou que há uma rede de caminhos bastante estruturada em nível global (NACH), que abrange praticamente todo o território quando se consideram as vias com os valores de NACH 20% mais altos. Ao realizar o cruzamento destes caminhos com o sistema de transporte coletivo de ônibus do DF, encontramos uma correlação de 69% dessas vias de melhor escolha, como pertencentes ao itinerário dos ônibus do DFTrans. E ao analisar a abrangência das rotas de ônibus e das vias de melhor escolha angular normalizada – NACH 20%, identificamos que as melhores escolhas correspondem a 46% do total das linhas de ônibus. Esta análise foi feita para as vias com a escolha angular normalizada – NACH 20% mais altos, como mostra a Fig. 4.

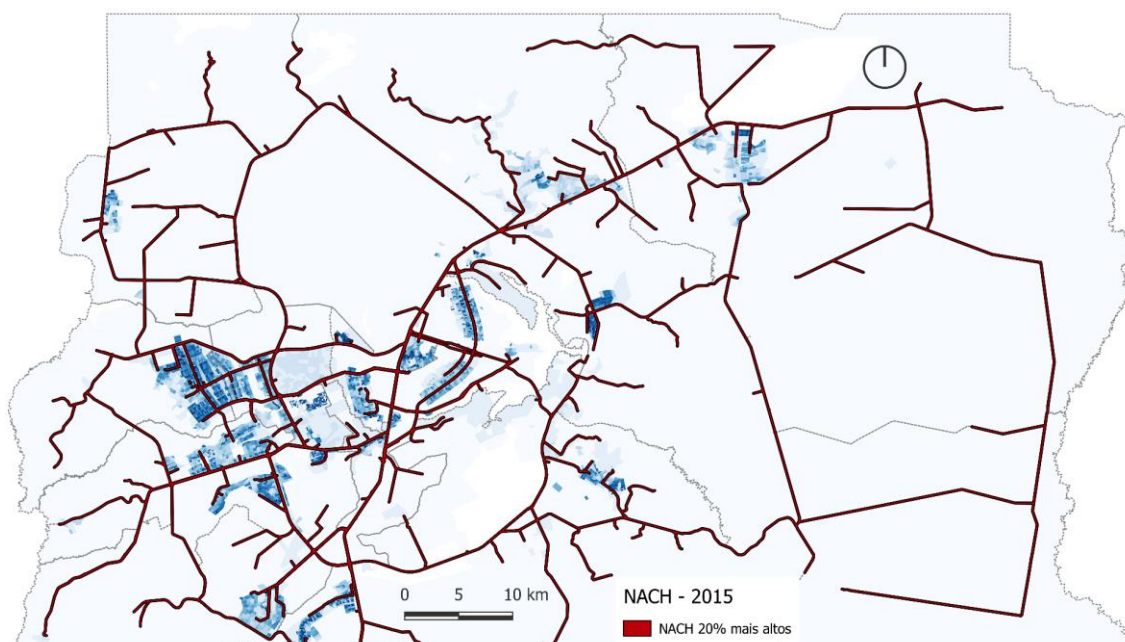


Fig. 4 Mapa com as Escolhas Angulares Normalizadas - NACH 20% mais altas

Por meio da correlação entre o sistema cicloviário do DF⁶ e as vias mais integradas e de melhor escolha, identificou-se que apenas 43% das ciclovias, estão inseridas nas vias de melhor escolha angular normalizada, ou seja, 57% das ciclovias do DF, estão localizadas em áreas de pior percurso para o acesso às principais localidades, mostrado na Fig. 5.

⁵ Considera-se como vias mais integradas, aquelas que correspondem a 20% das ruas mais acessíveis espacialmente (Stonor, 2015).

⁶ Foram incluídas as ciclovias que já estavam construídas e as que estavam em projeto em 2015.

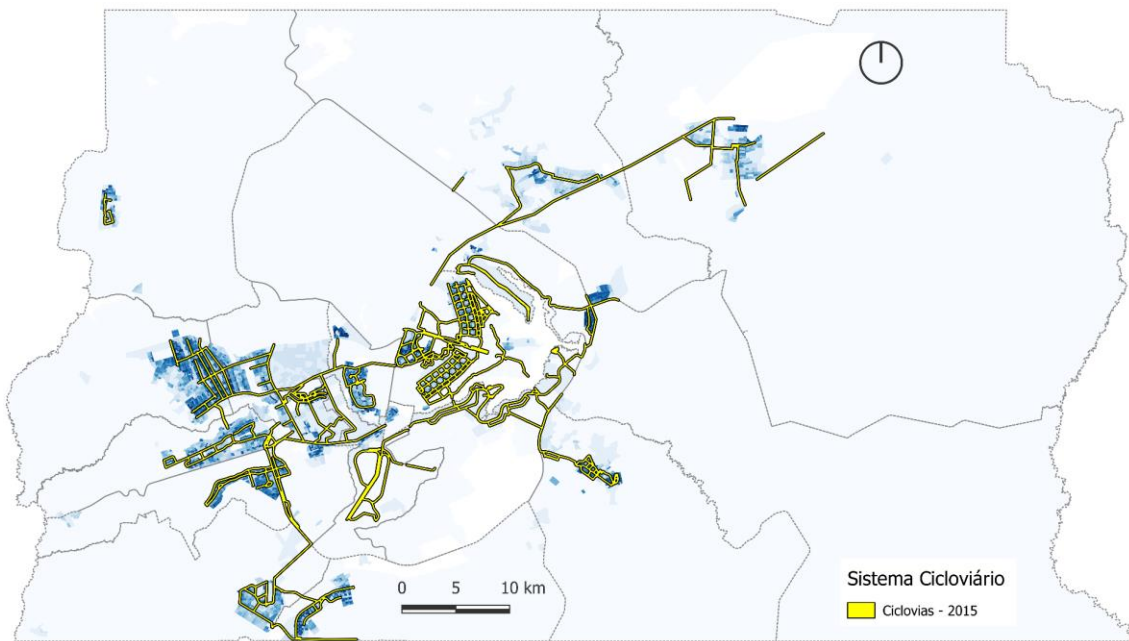


Fig. 5 Sistema ciclovitário construído e em projeto para o DF

Identificou-se, ainda que, apenas 31% das áreas mais integradas possuem ciclovias, ou seja, o sistema ciclovitário está deixando de atender 69% das regiões mais acessíveis. Este é um dado preocupante, pois demonstra a ineficiência do sistema ciclovitário no DF, mesmo, considerando todas as ciclovias construídas e as que estavam em projeto.

Quando uma via mais acessível não possui ciclovias, poderíamos imaginar que isso ocorre por ela não possuir atratividades para a circulação de pessoas, e com isso não se justificaria a construção de ciclovias. Esta hipótese é rejeitada por ser, as vias mais acessíveis, aquelas que exercem função de centralidades, e consequentemente, possui maior concentração de pessoas, e ao mesmo tempo, demanda por ciclovias.

5 CONCLUSÕES

O principal resultado obtido com o desenvolvimento deste artigo foi a compreensão de como a configuração espacial impacta a mobilidade urbana e afeta a população urbana das cidades, trazendo informações diferentes das usualmente conhecidas no Planejamento de Transportes e no Planejamento Urbano, contribuindo com uma abordagem pragmática, e comprovada por testes estatísticos.

Este estudo permitiu identificar algumas diretrizes urbanísticas que proporcionam um melhor desempenho da mobilidade urbana a partir da configuração espacial. A primeira delas diz respeito à densidade urbana, vimos que existe a defesa de uma ocupação do solo de forma mais compacta, em torno de 600 hab/ha, para viabilizar o transporte público e os modos não motorizados. Outra medida, identificada na literatura, é a busca pela ocupação dos vazios urbanos e consequente diminuição das distâncias intraurbanas, otimizando assim os deslocamentos do transporte público, por meio de uma rede de caminhos mais integrados e conectados.

Identificar essas variáveis, permitiu correlacionar os efeitos da configuração espacial sobre o desempenho da mobilidade urbana no Distrito Federal, que são aplicáveis tanto para o planejamento urbano quanto para o planejamento de transportes, permitindo indicar as

medidas prioritárias a serem implantadas como políticas públicas nos diferentes níveis de governo, e assim, cumprindo os objetivos deste estudo.

Vimos que a densidade urbana está diretamente ligada à configuração espacial e à mobilidade urbana, pois as escolhas construtivas e usos do solo definem as distâncias de paradas do transporte público, permitindo ou não a caminhabilidade das pessoas, e consequentemente, alternativa viável ao automóvel. Assim, a configuração espacial, ou organização física da região, apoiada numa rede integrada de alternativas de transporte, de sistemas de transporte público, de circulação pedonal e ciclovária, maximizam a acessibilidade e a mobilidade urbana da cidade, reduzindo a dependência do automóvel.

Ficou comprovado em todos os estudos que o Distrito Federal necessita de uma melhor ocupação e adensamento, com uma variação entre 300 hab/ha e 600 hab/ha, pois é inadmissível que a densidade média da terceira maior cidade em extensão urbana do Brasil esteja em torno de 21 hab/ha, enquanto que a menor densidade economicamente viável se encontra acima dos 200 hab/ha (Rodrigues da Silva, 1990, p. 97). Traduzindo, podemos dizer que a expansão urbana desordenada e o espraiamento das cidades provocam a degradação do meio ambiente, desperdício de recursos, aumento dos deslocamentos pendulares, dependência do carro e congestionamentos, diminuição da competitividade de mercado e perda da qualidade de vida.

Todas as cidades brasileiras estão com a densidades urbanas muito abaixo do mínimo desejável, é o que mostrou o estudo das áreas urbanas do Brasil, realizado pela Embrapa (Farias *et al.*, 2017), tanto pelas questões de viabilidade econômica da infraestrutura, da habitação, do sistema viário e do sistema de transporte público. É necessário promover a compacidade, a complexidade, a eficiência e a estabilidade social, por meio da mistura de usos do solo, gerando maior equilíbrio de usos dos espaços públicos, potencializando a vida comunitária e, consequentemente, reduzindo o uso do automóvel.

A ineficiência do transporte público de Brasília se mostrou evidente ao deixar de atender 17% da população, e se ausentar da cobertura de prestação do serviço em 61% da área urbana do DF. Verificou-se a importância da densidade e dos aspectos morfológicos na interpretação diacrônica da cidade, para entender seu processo de dispersão urbana, sendo estes os principais fatores que influenciam a mobilidade urbana.

6 REFERÊNCIAS

Al_Sayed, K. et al. (2014) Space Syntax Methodology. 4th Editio. London: Bartlett School of Architecture, UCL. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Barros, A. P. B. G. (2006) Estudo exploratório da sintaxe espacial como ferramenta de alocação de tráfego. Dissertação de Mestrado. T.DM-012A/2006. Universidade de Brasília.

Barros, A. P. B. G. (2014) Diz-me como andas que te direi onde estás: inserção do aspecto relacional na análise da mobilidade urbana para o pedestre. Tese de Doutorado. T.D.003A/2014. Universidade de Brasília / Universidade de Lisboa.

Brasil (2012) Lei no 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana. Brasília, Brasil: Presidência da República.

Casella, G. and Berger, R. L. (2002) Statistical Inference. 2nd edn. Pacific Grove, CA,

USA: Duxbury Press.

Coelho, J. M. (2017) Na riqueza e na pobreza: o papel da configuração para o estudo de centralidades e desigualdades socioespaciais em Brasília. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília.

Farias, A. R. et al. (2017) Identificação, mapeamento e quantificação das áreas urbanas do Brasil. Campinas: Embrapa Gestão Territorial, p. 5.

Gonçalves, P. D. M. (2018) Configuração Espacial e Mobilidade Urbana: um estudo de caso do Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.

Hillier, B. and Hanson, J. (1984) The social logic of space. Cambridge: Cambridge University Press.

Holanda, F. de (2002) O espaço de exceção. Brasília: Editora Universidade de Brasília.

Holanda, F. de (2012) Arquitetura e Urbanidade. 2a. São Paulo: Pro Editores.

Jones, P. (2017) Street Mobility Project Toolkit: Measuring the Effects of Busy Roads on Local People, in Presented at: Street Mobility and Network Accessibility: Final conference. London: University College London, p. 53.

Medeiros, V. (2013) Urbis Brasiliae: O Labirinto das Cidades Brasileiras. Brasília: Editora UnB.

Pereira, R. et al. (2011) O uso da Sintaxe Espacial na Análise do Desempenho do Transporte Urbano: Limites e Potencialidades, Texto para Discussão 1630. Brasília: IPEA.

Rodrigues da Silva, A. N. (1990) Densidades Urbanas Econômicas: a influência do transporte público. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo.

Santos, M. (2014) Espaço e Método. Coleção Mi. São Paulo: Edusp - Editora da Universidade de São Paulo.

Scoppa, M. D. and Peponis, J. (2015) Distributed Attraction: The Effects of Street Network Connectivity upon the Distribution of Retail Frontage in the City of Buenos Aires, Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science. SAGE Publications, 42(2), pp. 354–378. doi: <https://doi.org/10.1068/b130051p>.

Stonor, T. (2015) Spatial modelling for planners: data and spatial modelling technologies for better planning decisions, BRE Conferences: Connected cities. London: Space Syntax.

Vasconcellos, E. A. de (2014) Urban Transport Environment and Equity: The Case for Developing Countries. London: Routledge.

Vieira, S. and Hoffmann, R. (1989) Estatística Experimental. São Paulo: Editora Atlas.

Villaça, F. (2012) Reflexões sobre as cidades brasileiras. São Paulo: Studio Nobel.