

Externalidades: Desafios para a ciclabilidade

Externalities: Challenges for cyclability

Exterioridad: Desafio hacia el ciclismo

SILVA, Isabela Guilherme da

*Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina,
isabelag.silva@hotmail.com*

FERNANDES, Danaê

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Londrina, daenandes@gmail.com

KANASHIRO, Milena

*Profª Drª do Programa de Mestrado Associado UEL/UEM em Arquitetura e Urbanismo,
kanashiromilena@gmail.com*

RESUMO

O processo de valorização do transporte motorizado individual e a precariedade dos transportes públicos têm direcionado a um planejamento rodoviário em nossas cidades. O presente trabalho, tem como estudo de caso a cidade de Rolândia-Paraná, a qual apresenta 20% dos deslocamentos realizados por bicicleta, bem acima da média nacional de 2% para municípios acima de 60.000 habitantes. Assim, esta pesquisa tem como intuito entender esse fenômeno, primeiramente a partir da análise de sintaxe espacial – examinar se o *choice* (valor NACH) possibilita a predição de rotas para o deslocamento por bicicleta e cotejar as rotas do NACH com as do carregamento de dados da pesquisa de Origem-Destino. E, por fim, como objetivo principal, verificar a relação das rotas cicláveis com os locais de acidente envolvendo bicicletas, considerado uma das principais externalidades nesse tipo de deslocamento ativo. Os resultados deste estudo contribuem para a inclusão de ferramentas de análise de rotas cicláveis e subsidiará estratégias de planejamento urbano para uma cidade mais ciclável.

PALAVRAS-CHAVES: transporte ativo, ciclabilidade, estratégias de análise.

ABSTRACT

The process of valuing individual motorized transportation and the precariousness of public transport has led the urban planning for car-friendly cities. The present study has as a case study the city of Rolândia-Paraná, which presents 20% of the displacements by bicycle, well above the national average of 2% for municipalities above 60,000 inhabitants. Thus, this research intends to understand this phenomenon, firstly from the spatial syntax analysis - if the choice (NACH value) enables the prediction of routes for the bicycle displacement and to compare the NACH routes with those of the data loading Origin-Destination search. Finally, the main objective is to verify the relationship between cycle routes and bicycle accident sites, considered one of the main externalities in this type of active displacement. The results of this study contribute to the inclusion of cycle analysis tools and subsidize urban planning strategies for a more bikeable city.

KEY WORDS: active transportation, bikeability, analysis strategies.

RESUMEN



El proceso de valorización del transporte motorizado individual y la precariedad del transporte público ha orientado a una planificación de carreteras en nuestras ciudades. El presente trabajo, tiene como estudio de caso la ciudad de Rolândia-Paraná la cual presenta el 20% de los desplazamientos por bicicleta, muy por encima del promedio nacional del 2% para municipios superiores a 60.000 habitantes. Así, esta investigación tiene como propósito entender ese fenómeno, primero a partir del análisis de sintaxis espacial - si el choice (valor NACH) posibilita la predicción de rutas para el desplazamiento en bicicleta y cotejar las rutas del NACH con las del cargamento de los datos de la carga búsqueda de Origen-Destino. Y, por fin, como objetivo principal verificar la relación de las rutas ciclables con los lugares de accidentes por bicicletas, considerada una de las principales externalidades en ese tipo de desplazamiento activo. Los resultados de este estudio contribuyen a la inclusión de herramientas de análisis de rutas ciclables y subsidiará estrategias de planificación urbana para una ciudad más ciclable.

PALABRAS CLAVE: transporte activo, ciclabilidad, estrategias de análisis.

1 INTRODUÇÃO

No início do século XX, as cidades começaram a receber os automóveis e modificar suas dinâmicas de mobilidade e transportes. Como consequência à adesão do transporte individual motorizado, os espaços públicos urbanos foram cedidos à crescente necessidade de expansão viária, perdendo funções de sociabilidade (INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010).

Nesse processo, o planejamento urbano incorporou os veículos particulares como motriz essencial de deslocamento, alterando a escala das cidades e expandindo seus limites. As mudanças de uso do solo e distâncias proporcionadas pela velocidade de deslocamento trouxeram consequências negativas para os modos de transporte não motorizados, que tiveram que conviver com as externalidades produzidas pelos veículos automotores, como poluição e acidentes (VASCONCELLOS, 2014).

O Brasil detém um dos mais altos índices de fatalidades em acidentes de trânsito do mundo, decorrente da incompatibilidade entre as características do ambiente urbano, o comportamento dos motoristas e o deslocamento ativo sob condições inseguras. Esses fatores impactam intensamente os usuários mais vulneráveis do sistema, que são os pedestres e os ciclistas (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004).

Assim, na intenção de subsidiar as reflexões sobre o desenvolvimento do transporte por bicicleta, no Estado do Paraná, o presente trabalho trata-se de um estudo de caso na cidade de Rolândia, que apresenta 65.757 habitantes (IBGE, 2017). As cidades brasileiras de população inferior a 100 mil habitantes são consideradas pequenas (STAMM et al., 2013) e, segundo o IBGE (2010), 95,5% dos municípios paranaenses enquadram-se nesta categoria.

Além de representar a maioria das cidades do estado, Rolândia foi escolhida por exibir um número significativo de deslocamentos por bicicleta, correspondendo a 20% de todas as viagens computadas



em pesquisa Origem Destino Domiciliar (ITEDES, 2018), o que se encontra acima da média nacional para municípios com mais de 60 mil habitantes, que é de apenas 2% (ANTP, 2018).

Para a análise de operação das vias, recorreu-se à sintaxe espacial como estratégia analítica focada na ordenação geométrica e configuracional do espaço na cidade (HILLIER, 2009), pois, segundo Oliveira (2016), as relações entre espaço e padrões de movimentos humanos são aspectos fundamentais da sintaxe espacial. Nesta abordagem, a medida sintática que mais se aproxima ao comportamento de viagens por bicicleta é a angular *Choice* (RAFORD et al, 2007; NORDSTROM e MANUM, 2015), e se refere ao caminho de menor desvio angular através do sistema, ou seja, a rota mais direta.

A segunda estratégia foi a espacialização dos dados de contagens do tráfego e informações de deslocamentos por bicicleta, provenientes da Pesquisa Origem Destino Domiciliar (ITEDES, 2018). E, por fim, foram sobrepostas as informações viárias, como a largura das vias e calçadas, as velocidades máximas permitidas e a hierarquia viária, de acordo com o Plano Diretor Municipal (ROLÂNDIA, 2008).

Partindo da premissa de que a configuração do espaço urbano possui estreita relação com os padrões de transporte, este estudo tem como objetivo verificar se existe associação entre as rotas cicláveis e os locais de acidentes envolvendo bicicletas, através da sistematização dos dados e procedimentos de análise. Entender o fenômeno de ampla utilização deste modal poderá trazer subsídios para um desafio de cidades mais sustentáveis: a ciclabilidade.

2 MÉTODO

Rolândia é um município localizado no Norte do Paraná. A partir da elaboração de seu Plano de Mobilidade Urbana (ITEDES, 2018), verificou-se que cerca de 20% de todos os deslocamentos urbanos diários são realizados por bicicletas. Considerando que a média brasileira de deslocamento por bicicleta para municípios de porte semelhante ao de Rolândia é de 2% (ANTP, 2018), utilizou-se deste município como estudo de caso.

A cidade foi geoprocessada via *ARCGIS 10.5*, pelo Grupo de Pesquisa Design Ambiental Urbano, permitindo a sobreposição dos dados da cidade e do Plano de Mobilidade realizado pelo ITEDES (2018). Para o cálculo da medida sintática – *Choice*, foram usados o *software Dephtmap* e um mapa de eixos viários com análise de segmentos, de acordo com o manual de morfologia urbana da Universidade de Bartlett, em Londres (TURNER, 2004).

Na sequência, foram sobrepostos o carregamento das vias utilizadas para deslocamento por bicicletas, compondo as rotas sugeridas pelo programa *ARCGIS*, assim como as informações viárias, de acordo com o Plano Diretor Municipal (ROLÂNDIA, 2008). Foram listadas, ainda, as ocorrências de acidentes envolvendo bicicletas (BOMBEIROS-PR, 2019), entre os anos de 2013 a 2017.

3 ANÁLISE

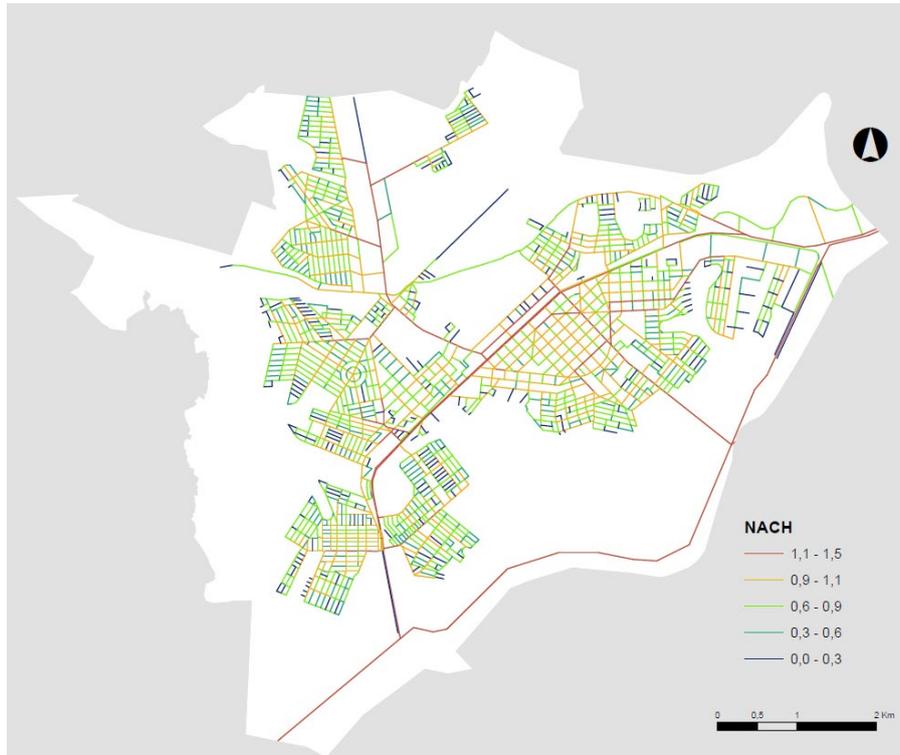
De forma a possibilitar a análise, a medida da sintaxe espacial, o *Choice* (valor do NACH), tem sido aquela de maior aplicação para mensuração cicloviária em vias urbanas (RAFORD et al., 2007). De acordo com Hillier et al. (2012), a medida de *Choice* tem a capacidade de determinar o número de rotas em um sistema que transpassa um espaço particular da malha urbana, enquanto a medida de *Integration* calcula a distância de cada elemento espacial em relação a todos os outros do sistema. A união dessas medidas pode auxiliar na compreensão da acessibilidade para o transporte por bicicleta (LAW et al., 2014).

A partir da sua forma normalizada (HILLIER et al., 2012), observou-se que, no mapa resultante do *Deptmap*, os valores maiores do NACH referiram-se a eixos viários de maiores conexões ao longo da cidade, portanto de maior integração.

Figura 1 – Mapeamento dos valores do NACH

ARQUITETURA E CIDADE: PRIVILÉGIOS, CONFLITOS E POSSIBILIDADES

Curitiba, de 22 a 25 de outubro de 2019



Fonte: autoras (2018)

Se considerarmos as discussões preditivas da ferramenta *Choice*, foi realizado o carregamento das vias de maior contagem de tráfego. Verificou-se uma correspondência na Av. Getúlio Vargas (antiga linha ferroviária), na Av. Aylton Rodrigues Alves (conexão norte), na Av. Atlanta e na Rua Reinaldo Massi (sentido sul), cujos fluxos de bicicletas extrapolaram 60 bicicletas/hora.



PROJETAR
GRUPO DE PESQUISA EM
PROJETO DE ARQUITETURA
E PERCEPÇÃO DO
AMBIENTE



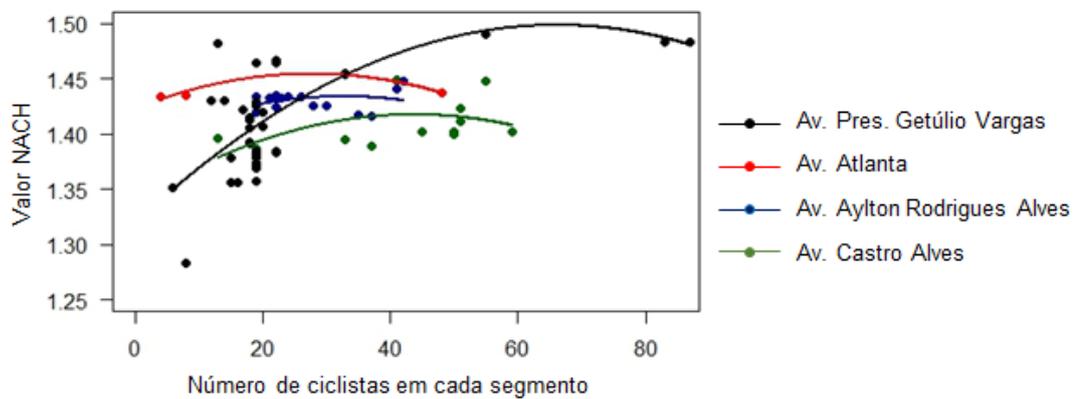
Figura 2 – Mapeamento das vias de carregamento por bicicleta



Fonte: autoras (2019)

Ao aplicar-se um modelo de regressão linear com termo quadrático, cada trecho de via pôde ser analisado de acordo com os dados obtidos na Pesquisa Origem Destino (ITEDES, 2018), levando-se em conta os 535 relatos de viagem por bicicleta e seu parâmetro de verificação *Choice*.

Figura 3 - Cotejamento de dados entre valor NACH e ocorrência de viagens



Fonte: autoras (2019)

Como resultado, foi notado que as vias selecionadas apresentam a mesma tendência entre os valores sintáticos NACH e a quantidade de ciclistas nos trechos correspondentes, embora os valores sejam variáveis entre vias.

Posteriormente aos resultados dos valores NACH e dos carregamentos das vias, procedeu-se à sistematização dos acidentes envolvendo bicicletas. Das 256 colisões ocorridas entre os anos de 2013 e 2017, 149 aconteceram com carros (58%), 83 com motos (33%), 18 com caminhões (7%) e apenas 6 acidentes com ônibus (2%). Conclui-se que o maior número de conflitos com bicicletas, na área urbana de Rolândia, teve relação com o atropelamento por automóveis.

As vias que apresentaram mais acidentes foram as avenidas: Presidente Getúlio Vargas (26 acidentes), Aylton Rodrigues (23 acidentes), Atlanta (14 acidentes) e Castro Alves (14 acidentes). Com exceção da Av. Atlanta, que é definida como coletora na hierarquia viária e possui um limite de velocidade de 40 Km/h, as outras três vias são consideradas estruturais e exibem uma permissão de tráfego de até 60 Km/h, conforme explicitado na Tabela 1.

Tabela 1 - Informações físicas sobre as vias com maior número de ocorrência de acidentes envolvendo bicicletas

NOME DA VIA	Nº DE ACIDENTES - BICICLETA COM					VELOC. VIA (Km/h)	LARGURA VIA (m)	HIERARQUIA VIA	COMPRIM. VIA (m)	CICLOVIA
	Carro	Caminhão	Ônibus	Moto	Total					
Av. Pres. Getúlio Vargas	13	3	0	10	26	60	7 a 14	Estrutural / Rodovia	7691,27	Não
Av. Aylton Rodrigues Alves	10	4	0	9	23	60	10	Estrutural	1526,57	Não
Av. Atlanta	6	1	0	7	14	40	9 a 14	Coletora	1124,00	Não
Av. Castro Alves	12	1	0	1	14	60	15	Estrutural	2765,15	Sim
R. Armando do Lago Albuquerque	3	0	0	5	8	30	8	Local	685,99	Não
Av. Tiradentes	6	1	1	0	8	30	9	Local	1302,04	Não
R. Ouro	6	0	0	1	7	40 / 30	9	Coletora/Local	1110,25	Não
R. Reinaldo Massi	4	1	0	2	7	30	9	Local	1254,28	Não
Av. Adelaide Farina	2	0	0	4	6	40	20	Coletora	1272,45	Não
Av. Palmeiras	3	0	0	2	5	60	15	Estrutural	1103,81	Não
TOTAL	65	11	1	41	118					

Fonte: Dados da Prefeitura Municipal e dos Bombeiros (2018)

Verificou-se uma incompatibilidade entre a hierarquia definida em Plano Diretor e as dimensões da caixa viária de algumas vias. A Av. Aylton Rodrigues Alves, por exemplo, é categorizada como estrutural e apresenta largura inferior à das vias coletoras. Entretanto, a ocorrência de acidentes parece estar mais relacionada à dimensão da caixa viária do que com a hierarquia funcional instituída.

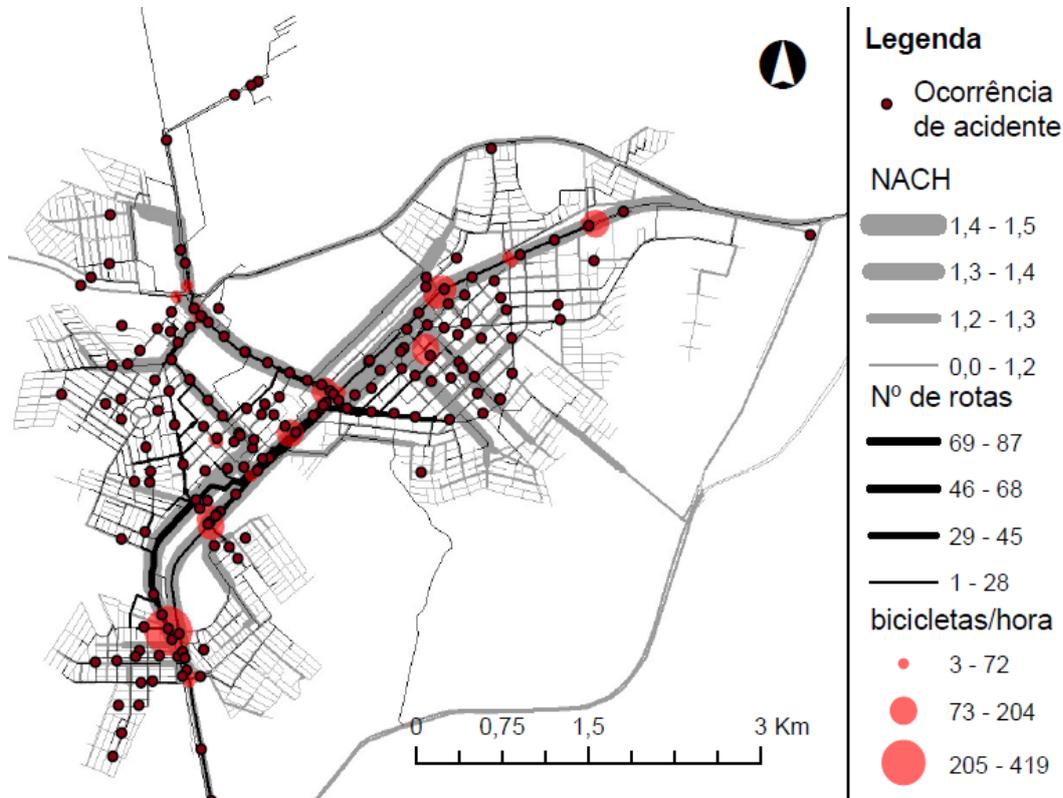
Entre as quatro vias com maior quantidade de acidentes por bicicletas, verificou-se que a Av. Presidente Getúlio Vargas tem dimensão cinco vezes maior que a Av. Aylton Rodrigues em comprimento. Apesar disso, as duas exibem um número semelhante de acidentes, sendo concomitantes nos demais fatores físicos. As avenidas Atlanta e Castro Alves, por sua vez, apresentam diferenças em todos os fatores (largura da caixa de rolamento, velocidade máxima, hierarquia e comprimento da via) e, ainda assim, revelam um mesmo número de colisões.

A quantia de acidentes nas outras seis vias estudadas decresce, enquanto suas características mantêm um padrão em relação à velocidade, à largura e pouca variação de comprimento. Com exceção da Av. Palmeiras, as demais vias apresentam uma categorização de hierarquia viária inferior, como coletoras e locais.

A Av. Castro Alves é a única via dotada de faixa exclusiva para circulação de bicicletas na cidade e, embora seja definida na hierarquia como estrutural, possui pista única em cada sentido, com estacionamento em ambos os lados. Ainda que a existência de estacionamento na via seja apontada como impactante na segurança do transporte cicloviário (NIELSEN e SKOV-PETERSEN, 2018), este fator não foi considerado como variável neste estudo, em virtude de todas as vias urbanas apresentarem características muito semelhantes de estacionamento em ambos os lados.

Buscando, então, verificar a aproximação da ocorrência de acidentes com as características das vias, procedeu-se ao cotejamento das informações da análise angular de segmentos, oferecida pelo *software Dephtmap* (valor NACH), e os demais dados disponíveis (Figura 3).

Figura 3 - Valor NACH, número de rotas e contagens de bicicletas



Fonte: autoras (2019)

Exceção à Av. Palmeiras, identificou-se que as outras vias estudadas, aquelas com mais ocorrências de acidentes envolvendo bicicletas, receberam valores NACH mais altos entre as vias. Embora nem sempre o segmento da via com maior valor NACH atribuído corresponder ao ponto de maior índice de acidente na via, verificou-se relações visíveis entre o valor NACH e a ocorrência de acidentes. Também houve relações entre a quantidade de rotas sugeridas por segmento de via, principalmente em trechos da Av. Pres. Getúlio Vargas, Av. Castro Alves e Av. Atlanta.

4. CONCLUSÕES

A pesquisa demonstrou que três vias de Rolândia se destacaram em razão do alto valor de conectividade (valor NACH) e integração, por receberem um fluxo intenso de bicicletas e, também, por serem cenário de uma grande quantidade de acidentes. São elas as avenidas Presidente Getúlio Vargas, Aylton Rodrigues Alves e Atlanta, vias que ligam as regiões nordeste-sudoeste, norte e sul da

cidade, respectivamente. A disposição de cada uma dentro do sistema viário revela que, para chegar a determinados locais do município, faz-se necessário passar, pelo menos, em um trecho dessas vias.

Tal fato pode ser conferido tanto na hierarquia definida pelo Plano Diretor Municipal, quanto na atribuição do valor NACH. Deste modo, ressalta-se que o planejamento urbano municipal deve inserir diretrizes para a construção de ciclovias em áreas onde o sistema viário não oferta muitas opções de trajetos, configurando rotas intensas para todos os modos de transporte.

Essas três vias são as principais na geração de atropelamentos e nenhuma possui infraestrutura específica para transporte por bicicletas. Suas caixas viárias são de até 14 metros e permitem que os automóveis não apenas transitem por elas, em alta velocidade muitas vezes, mas também estacionem, o que pode tornar-se um obstáculo para o ciclista que tenta deslocar-se na via. Além disso, os fatores de microescala não abordados no trabalho, como qualidade do pavimento, iluminação e sinalizações de trânsito, também influenciam no uso e na segurança deste tipo de deslocamento.

A Av. Castro Alves apresenta ciclovia e o mesmo número de acidentes da Av. Atlanta. Entretanto, notou-se que ela não exibe um carregamento significativo de bicicletas, a não ser no trecho que antecede a conexão com a Av. Aylton Rodrigues Alves. Seus valores NACH também não foram elevados, porém, como a via localiza-se ao redor do centro, infere-se que a região possui várias opções de rotas, não se restringindo a esta. A velocidade automotiva da via ainda pode ser uma condição que gera as colisões com os veículos motorizados.

Concluiu-se que a permissão de velocidades até 60 km/h e a classificação de via estrutural foram apontadas como um fator comum em quatro das dez vias com o maior registro de acidentes, assim como caixas viárias de maiores dimensões. Os trechos de vias com aglomerados de rotas passantes também ganharam evidência como locais proporcionais ao aumento de acidentes. Entretanto, essa relação não pode ser considerada absoluta, visto que há trechos da Av. Atlanta, com grandes aglomerados de rotas, desprovidos de acidentes.

Em relação a análise da medida *Choice*, observou-se que, em alguns casos, altos valores NACH corresponderam às vias com maior taxa de acidentes. No entanto, foi constatado que futuras vias estruturantes em áreas de expansão receberam elevado valor NACH, embora nenhuma ocorrência de acidente tenha sido registrada. Nesse sentido, a medida sintática *Choice* apresenta-se como uma potencial ferramenta para a predição de rotas com necessidade de infraestrutura específica para bicicletas.



Enquanto limitação do estudo, embora a contagem de tráfego tenha capturado grandes fluxos de ciclistas, a ampliação de pontos de monitoria de tráfego poderiam ocasionar outras análises na relação configuracional e de acidentes com bicicletas.

Como contribuição, o trabalho verifica a complexidade do fenômeno da ciclabilidade como objeto de estudo, por meio de estratégias analíticas para contribuir no entendimento do ambiente construído como suporte a uma vida mais ativa. Nesse sentido, é preciso reforçar a necessidade de mais pesquisas para vencer lacunas sobre a compreensão dos deslocamentos não motorizados.

Salienta-se que os deslocamentos ativos acontecem em grande número nas cidades brasileiras e, mesmo assim, ficam em segundo plano nas políticas de trânsito. Em meio a isso, o profissional de Arquitetura e Urbanismo deve ser o mediador fundamental dos padrões de planejamento de transportes, que podem ora corroborar para uma cidade mais motorizada, ou mais amigável ao pedestre e ciclista.

5 AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina, que, através do programa de bolsas de Iniciação Científica, colocou-me em contato com a pesquisa acadêmica. Agradeço ao Grupo de Pesquisa Design Ambiental Urbano, coordenado pela Prof^a Dr^a Milena Kanashiro, por todo o conhecimento transmitido. Desejo, ainda, que as minhas contribuições à pesquisa da mestranda Danaê Fernandes sejam úteis e lhe rendam frutos.

6 REFERÊNCIAS

ANTP. Sistema de Informações de Mobilidade Urbana: relatório geral 2014. São Paulo: ANTP, 2018.

BOMBEIROS-PR. Sistema de registro e estatística de ocorrências. Disponível em: <http://www.bombeiroscascavel.com.br/registroccb/imprensa.php>. Acesso em 15 mar. 2019.

HILLIER, B. Spatial sustainability in cities: organic patterns and sustainable forms. Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium, p. 16-35. Estocolmo: Royal Institute of Technology, 2009

HILLIER, B; YANG, T; TURNER, A. Normalising least angle choice in Depthmap and how it opens up new perspectives on the global and local analysis of city space. Journal of Space Syntax, v. 3, p. 155-193, 2012.

IBGE. Brasil em síntese. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/rolandia/panorama>. Acesso em 9 mai. 2019.

IEMA. A bicicleta e as cidades: como inserir a bicicleta na política de mobilidade urbana. São Paulo: Instituto de Energia e Meio Ambiente, 2010.

ARQUITETURA E CIDADE: PRIVILÉGIOS, CONFLITOS E POSSIBILIDADES

Curitiba, de 22 a 25 de outubro de 2019



ITEDES. Plano de mobilidade urbana de Rolândia-PR. Rolândia: Prefeitura Municipal, 2018.

LAW, S; SAKR, F. L; MARTINEZ, M. Measuring the changes in aggregate cycling patterns between 2003 and 2012 from a space syntax perspective. Behavioral Sciences, v. 4, ed. 3, p. 278-300, 2014

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Trânsito, questão de cidadania. Brasília: Ministério das cidades, 2004.

NIELSEN, T. A. S; SKOV-PETERSEN, H. Bikeability - Urban structures supporting cycling. Effects of local, urban and regional scale urban form factors on cycling from home and workplace locations in Denmark. Journal of Transport Geography, v. 69, p. 36-44, 2018.

OLIVEIRA, V. Urban morphology. An introduction to the study of the physical form of cities. Switzerland: Springer, 2016

RAFORD, N; CHIARADIA, A; GIL, J. Space Syntax: The Role of Urban Form in Cyclist Route Choice in Central London. UC Berkeley Research Reports, 2007.

ROLÂNDIA. Plano diretor de Rolândia-PR. Rolândia: Prefeitura Municipal, 2008.

STAMM, C.; STADUTO, J. A. R.; LIMA, J. F. de; WADI, Y. M. A população urbana e a difusão das cidades de porte médio no Brasil. Revista Interações, v. 14, p. 251-265, julho-dezembro 2013.

TURNER, D. Dephtmap 4 - A Researcher's Handbook. Bartlett School of Graduate Studies. Londres: UCL, 2004.

VASCONCELLOS, E. A. Políticas de transporte no Brasil: a construção da mobilidade excludente. Barueri: Manole, 2014.

