



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

LILIANE FÁTIMA CARNEIRO LEÃO

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL PARA MEDIR O POTENCIAL DE UMA ÁREA  
URBANA EM ADOTAR COM EFICÁCIA O CONCEITO DE RUAS COMPLETAS**

Recife

2020

LILIANE FÁTIMA CARNEIRO LEÃO

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL PARA MEDIR O POTENCIAL DE UMA ÁREA  
URBANA EM ADOTAR COM EFICÁCIA O CONCEITO DE RUAS COMPLETAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Área de concentração: Transporte e Gestão das Infraestruturas Urbanas.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade.

Coorientador: Prof. Dr. Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto.

Recife

2020

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- L437a Leão, Liliâne Fátima Carneiro.  
Avaliação multicriterial para medir o potencial de uma área urbana em adotar com eficácia o conceito de ruas completas / Liliâne Fátima Carneiro Leão. - 2019.  
120 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientador: Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade.  
Coorientador: Prof. Dr. Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2019.  
Inclui Referências e Apêndice.
1. Engenharia Civil. 2. Ruas completas. 3. Planejamento viário e urbano. 4. Infraestrutura de transportes. 5. Segmentos de ruas. 6. Análise multicritério. 7. MACBETH. I. Andrade, Maurício Oliveira de (Orientador). II. Lima Neto, Oswaldo Cavalcanti da Costa (Coorientador). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-185

LILIANE FÁTIMA CARNEIRO LEÃO

**AVALIAÇÃO MULTICRITERIAL PARA MEDIR O POTENCIAL DE UMA ÁREA  
URBANA EM ADOTAR COM EFICÁCIA O CONCEITO DE RUAS COMPLETAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em: 27/02/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima Neto (Coorientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Anísio Brasileiro de Freitas Dourado (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Ricardo Almeida de Melo (Examinador Externo)  
Universidade Federal da Paraíba

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela dádiva da vida, pela saúde e força que ele me dá para que eu possa tornar o meu entorno um lugar melhor, na busca diária pela evolução humana.

Agradeço à minha mãe, Márcia, que teve de assumir os postos dos amores que partiram prematuramente e ser a minha base e meu refúgio de amor, companheirismo e fé. À ela, todo meu amor e gratidão. Te amo.

Aos meus anjos em forma de pai, avó e tio-pai que deixaram o corpo físico, mas continuam sendo meus exemplos de superação e força, na certeza que continuam me enviando muita luz, de onde estão.

À Fafau (Fátima) e minha madrinha (Lúcia) que me deram muito suporte desde sempre. Toda minha gratidão por estarem sempre por perto.

Aos meus filhotes de quatro patas, Bento e Alegria, que estiveram ao meu lado em todas as noites em claro (dormindo), mas sendo imprescindíveis ao doarem amor incondicional.

À toda minha família e amigos, uns mais que outros, àqueles que torcem por mim sempre, além de toda ajuda ofertada nesta fase. Em especial, Carine Aragão, Mariana Falcão, Dirceu Marroquim, Márcio e Roxana Siqueira, Fátima Silva, Ana Veras, Osmar Freitas, Viviane Falcão, Anderson e Louise.

Aos amigos do trabalho, também sou grata por me enriquecerem profissionalmente e enquanto ser humano.

Ao Programa de Pós-Graduação em Transportes e Gestão das Infraestruturas Urbanas, onde tive o privilégio de conviver com professores e colegas que se tornaram pessoas importantíssimas nesta jornada.

Gostaria de destacar os professores: Anísio Brasileiro, um professor com uma bagagem profissional e cultural muito admirável e que, ao aceitar fazer parte da minha banca, enriquece ainda mais o olhar sobre essa pesquisa. Enilson Santos que, para além de dominar o conhecimento na área, possui o dom da didática e transmite toda sua experiência com muita dedicação. Leonardo Herszon, que virou um amigo e um exemplo de profissional a ser seguido, ao se disponibilizar para solucionar as demandas dos estudantes. À querida Maria Leonor Maia (Nona), que por tantos anos foi a única mulher no programa a nos representar tão dignamente e por quem cultivo uma extrema admiração e carinho. Ela que consegue orientar de forma firme e suave a um só tempo.

Ao querido orientador, Professor Maurício Andrade, a quem todos ousam comparar carinhosamente a um “pai” na Academia, por ser aquele que acolhe, escuta e oferece seus conselhos dignos da função, ele, a quem muitos recorrem quando precisam finalizar seus artigos, uma vez que sua ampla visão sobre nossa área de conhecimento permite estabelecer relações entre temáticas e estratégias metodológicas de pesquisa, de maneira muito peculiar. Ele que sempre me recebeu e direcionou tão bem em suas orientações, exemplo de perseverança e dedicação que levo pra vida, muito obrigada.

Agradeço a todos os especialistas participaram de reuniões e entrevistas durante a fase de coleta de dados esta pesquisa. Ao Instituto da Cidade Pelópidas Silveira e aos seus técnicos, à CTTU e os seus gestores, ao Grande Recife Consórcio de Transportes, na pessoa de Ivana, à WRI – Brasil em nome de Bruno.

Ao professor Luís Amorim por me atender e elucidar as complexas questões da sintaxe espacial.

Ao professor Carlos Bana, criador da metodologia aplicada, a quem tive a honra de conhecer. E que, em sua rápida passagem por Recife, arrumou tempo suficiente para me explicar todo o processo de análise necessário para alcançar os objetivos dessa pesquisa.

E finalmente, agradeço o maior presente que o mestrado me trouxe. Todo o ensinamento e o convívio a mim ofertados pelo querido professor Oswaldo Lima Neto, co-orientador deste trabalho. Sem dúvida, o caminho teria sido muito mais árduo sem seu entusiasmo, objetividade e inteligência oferecidos a mim de forma sempre cordial e atenciosa. Ele que deposita otimismo e eficiência em tudo que faz, me impulsionou em uma fase crítica de produção, minha eterna gratidão, não só pelas trocas acadêmicas mas, principalmente, pelo exemplo de ser humano altruísta, que se tornam dádivas quando encontramos. Carregarei para sempre esta experiência. Que a vida continue me permitindo aprender muito mais com ele. Meu agradecimento mais especial, cheio de afeto e admiração.

## RESUMO

Em resposta aos problemas urbanos provocados pelo uso massivo e insustentável do automóvel, o movimento político das Ruas Completas surge com o intuito de democratizar o uso desses espaços públicos. O que torna essa abordagem especial é o incentivo a políticas que cobram dos planejadores e engenheiros uma mudança na prática de pensar as cidades. As práticas de decisão tradicionais, focadas no tráfego de veículos e no custo-benefício dos projetos viários se tornaram ultrapassadas por não considerarem aspectos essenciais para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, não basta definir apenas o desenho das ruas; é preciso elencar quais devem ser priorizadas para uma intervenção. Com esse objetivo, o Método de Apoio a Decisão Multicritério-MCDA, denominado MACBETH, foi escolhido visando replicar e validar no Recife a metodologia desenvolvida pelos professores da Universidade de Laval em Quebec, Canadá, para aquela cidade. Como estudo de caso, foi escolhido o bairro do Espinheiro no Recife que contém 108 segmentos viários e foram definidos oito critérios para avaliação e ranqueamento do potencial de serem reprojatados como ruas completas. A metodologia de aplicação desse modelo utilizou uma consulta a 15 especialistas, sendo 7 deles membros do Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira - IPS e da Companhia de Trânsito e Transporte Urbanos do Recife – CTTU; um especialista da World Research Institute Brasil-WRI e 7 professores doutores da pós graduação na área de transporte. Assim, enquanto a literatura recente enfatiza a falta de estruturas quantitativas e observa que a maioria das práticas de projeto das vias trata apenas do desenho destas, a abordagem proposta visa colaborar para o desenvolvimento de melhores políticas urbanas, ao considerar todas as ruas que compõem a rede viária das cidades e, assim, priorizar intervenções. Este trabalho é a primeira aplicação no Brasil e, almejamos com ele, avançar e otimizar as práticas que estão, há pelo menos uma década, atrasadas comparadas ao panorama mundial. No intuito de facilitar o entendimento e o uso em decisões futuras, os resultados da classificação foram integrados e apresentados em imagens extraídas de um sistema de informações geográficas. Através da análise desta classificação, percebeu-se que os critérios determinantes da maior atratividade para uma rua se tornar completa foram os mesmos encontrados em Quebec; o fluxo de pedestres, destarte, aparece como o mais relevante e está diretamente relacionado a outros critérios importantes como densidade mercantil, conectividade e rede de transporte público e cicloviário. A arborização também foi determinante em ambos os estudos, mas vale pontuar que à realidade canadense importa uma

baixa cobertura vegetal para amenizar o clima frio, enquanto a realidade do Recife exige um alto percentual de cobertura das árvores. Outro critério relevante para a classificação foi a segurança viária, que elevou a atratividade das vias serem reprojctadas como completas, a partir do maior registro de atropelamentos, indicando necessidade urgente de uma intervenção urbana. Pretende-se que, com esta escala de priorização, nossos decisores públicos usem este novo modelo de gestão, eficaz e transparente, para otimizar os resultados, o uso do dinheiro público e a performance dos atores envolvidos.

Palavras-chave: Ruas completas. Planejamento viário e urbano. Infraestrutura de transportes. Segmentos de ruas. Análise multicritério. MACBETH.

## ABSTRACT

In response to urban problems caused by the massive and unsustainable use of vehicles, the political movement of Complete Streets appears with the aim of democratizing the use of these public spaces. This approach is special for encouraging policies that charge planners and engineers to change the practice of thinking about cities. Traditional decision-making practices, focused on vehicle traffic and the cost-benefit of road projects, have become obsolete for not considering essential aspects of sustainable development. Therefore, defining uniquely the design of the streets is not enough; it is necessary to list which ones should be prioritized for an intervention. Considering this objective, the Multicriteria Decision Support Method-MCDA, called MACBETH, was chosen to replicate and validate in Recife the methodology developed by the professors of the University of Laval in Quebec, Canada, for that city. As a case study, the Espinheiro neighborhood, in Recife, which contains 108 road segments, was chosen and eight criteria were defined for the evaluation and ranking of the potential to be redesigned as complete streets. The methodology for applying this model used a consultation with 15 specialists: 7 members of the Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira - IPS and the Urban Traffic and Transport Company of Recife - CTTU; a specialist from the World Research Institute Brasil-WRI and 7 PhD professors of Transport Engineering. Thus, while the recent literature emphasizes the lack of quantitative structures and observes that most of the design practices of the roads deals exclusively with their design, the proposed approach aims to collaborate for the development of better urban policies, when considering all the streets that compose the network of cities and, thus, prioritize interventions. This work is the first application in Brazil and, we aim with it, to advance and optimize the practices that are, at least a decade, behind compared to the world panorama. In order to facilitate understanding and use in future decisions, the classification results were integrated and presented in images extracted from a geographic information system. The analysis demonstrated that the criteria, determining the greatest attractiveness for a street to become complete, were the same found in Quebec; the flow of pedestrians appears to be the most relevant and is related to other important criteria such as market density, connectivity and the public and cycle transport network. Afforestation was also decisive in both studies, but it is worth noting that the Canadian reality requires low vegetation cover to alleviate the cold climate, while the reality of Recife requires a high percentage of tree coverage. Another relevant criterion for the classification was road safety, which increased the attractiveness of

the roads to be redesigned as complete, based on the greater record of pedestrians accidents, indicating an urgent need for urban intervention. The intention is that our public decision-makers use this new effective and transparent management model to optimize the results, use of public money and the performance of the actors involved.

Keywords: Complete streets. Road and urban planning. Transport infrastructure. Street design. Multicriteria analysis. MACBETH.

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Partes componentes de uma rua.....  | 20 |
| Figura 2 – Economia das Ruas.....  | 22 |
| Figura 3 – Ruas para a Sustentabilidade Ambiental.....   | 23 |
| Figura 4 – Relação entre o risco de morte do pedestre e a velocidade do impacto...                                 | 24 |
| Figura 5 – Distâncias mínimas de parada, incluindo os tempos de percepção, reação e frenagem.....                  | 25 |
| Figura 6 – Contraste entre uma rua para automóveis e uma multimodal.....   | 26 |
| Figura 7 – Diferença entre a capacidade de uma rua comum para a multimodal.....                                    | 27 |
| Figura 8 – Foto de um cruzamento de pedestres na cidade de Cleveland Heights.....                                  | 36 |
| Figura 9 – Foto de um calçamento na cidade de Cleveland Heights.....   | 36 |
| Figura 10 – Mudanças na Rua Joel Carlos Borges, em São Paulo.....  | 38 |
| Figura 11 – Fases do processo MACBETH de apoio multicritério à decisão.....  | 44 |
| Figura 12 – Quadro-síntese do processo MACBETH de apoio multicritério à decisão                                    | 46 |
| Figura 13 – Níveis de performance para a largura viária.....   | 53 |
| Figura 14 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério da largura viária.....                            | 53 |
| Figura 15 – Gráfico da escala de atratividade para o critério da largura viária.....                               | 55 |
| Figura 16 – Obtenção de uma tabela com os valores do NACH gerada pelo software DEPHMAP-X.....                      | 62 |
| Figura 17 – Delimitação dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis por lote..... | 64 |
| Figura 18 – Área dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis.....                 | 65 |
| Figura 19 – Mapa do sistema viário do Bairro do Espinheiro.....  | 68 |
| Figura 20 – Níveis de performance para a rede de bicicletas.....   | 70 |
| Figura 21 – Matriz de julgamento das diferenças de atratividade para a rede de bicicletas.....                     | 70 |
| Figura 22 – Escala das medidas de atratividade do critério rede de bicicleta.....                                  | 72 |
| Figura 23 – Níveis de performance para a rede de ônibus.....   | 73 |
| Figura 24 – Matriz de julgamento da atratividade para a rede de ônibus.....  | 74 |
| Figura 25 – Gráfico das medidas de atratividade do critério rede de ônibus.....                                    | 75 |
| Figura 26 – Níveis de performance para a conectividade (NACH).....   | 76 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 27 – Matriz de julgamento da atratividade do critério conectividade.....  | 76  |
| Figura 28 – Gráfico da escala de atratividade do critério conectividade.....   | 77  |
| Figura 29 – Níveis de performance para a densidade mercantil.....  | 78  |
| Figura 30 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério densidade mercantil.  | 78  |
| Figura 31 – Gráfico da escala de atratividade para o critério densidade mercantil.....                                       | 79  |
| Figura 32 – Níveis de performance para a segurança viária.....   | 80  |
| Figura 33 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério segurança viária.....                                       | 81  |
| Figura 34 – Gráfico da escala de atratividade para o critério segurança viária.....  | 82  |
| Figura 35 – Níveis de performance para a arborização.....  | 83  |
| Figura 36 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério da arborização.....   | 83  |
| Figura 37 – Gráfico da escala de atratividade para o critério da arborização.....  | 84  |
| Figura 38 – Níveis de performance para a largura viária.....   | 85  |
| Figura 39 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério da largura viária.....                                      | 85  |
| Figura 40 – Gráfico da escala de atratividade para o critério da largura viária.....   | 86  |
| Figura 41 – Níveis de performance para o critério fluxo de pedestres.....  | 86  |
| Figura 42 – Matriz de julgamento da atratividade para o critério fluxo de pedestres....                                      | 87  |
| Figura 43 – Gráfico da escala de atratividade para o critério de fluxo de pedestres.....                                     | 88  |
| Figura 44 – Níveis de performance para todos os critérios e seus níveis de referência superior e inferior.....               | 89  |
| Figura 45 – Matriz de julgamento dos critérios entre si para obtenção dos seus pesos..                                       | 90  |
| Figura 46 – Gráfico obtido com os pesos dos critérios.....   | 92  |
| Figura 47 – Escala com o ranqueamento final dos segmentos.....   | 93  |
| Figura 48 – Ordenamentos dos segmentos por critério.....   | 95  |
| Figura 49 – Ranqueamento dos segmentos do Espinheiro segundo o seu potencial para serem reprojctados.....                    | 98  |
| Figura 50 – Escala do ranqueamento global dos segmentos extraída do M-MACBETH.....   | 99  |
| Figura 51 – Vista aérea mostrando o baixo percentual de arborização no quarto trecho da Av. João de Barros, em destaque..... | 101 |
| Figura 52 – Fotografia mostrando o alto fluxo de pedestres na Rua Barão de Itamaracá.....                                    | 102 |
| Figura 53 – Caracterização do Espinheiro em subáreas.....  | 107 |

## LISTA DE TABELAS

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| Tabela 1 –  | Planejamento de transporte convencional versus transporte multimodal..  | 31  |
| Tabela 2 –  | Consideração dos fatores de acessibilidade na avaliação do planejamento de transportes.....   | 32  |
| Tabela 3 –  | Prioridades no planejamento convencional e no de ruas completas.....  | 32  |
| Tabela 4 –  | Comparação entre projetos de redes viárias.....   | 33  |
| Tabela 5 –  | Impactos na acessibilidade.....   | 33  |
| Tabela 6 –  | Planilha de alimentação do Programa M-Macbeth para obtenção dos pesos de cada critério.....   | 56  |
| Tabela 7 –  | Escolha do ordenamento dos critérios mais relevantes segundo os especialistas.....  | 90  |
| Tabela 8 –  | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais da Rua Quarenta e Oito.....   | 100 |
| Tabela 9 –  | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. João de Barros.....  | 100 |
| Tabela 10 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua do Espinheiro.....   | 101 |
| Tabela 11 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua Barão de Itamaracá.....  | 102 |
| Tabela 12 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua Conselheiro Portela.....   | 103 |
| Tabela 13 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua da Hora.....   | 103 |
| Tabela 14 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. Norte.....   | 104 |
| Tabela 15 – | Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. Agamenon Magalhães.....  | 104 |
| Tabela 16 – | Comparação de valores para dois segmentos de rua no bairro Sillery: Chanoine Morel Avenue com alto potencial e Godefroy Avenue com baixo potencial.....                     | 105 |
| Tabela 17 – | Comparação de valores para dois segmentos de rua no bairro do Espinheiro: Rua do Espinheiro com alto potencial e Rua Dr. Joaquim de Arruda Falcão, com baixo potencial..... | 106 |

## SUMÁRIO

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO.....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>  | <b>20</b> |
| 2.1      | A IMPORTÂNCIA DE MUDAR A FORMA DE PROJETAR AS RUAS URBANAS.....  | 20        |
| 2.2      | O APARECIMENTO E CONSOLIDAÇÃO DO CONCEITO RUAS COMPLETAS.....  | 28        |
| 2.3      | VISÕES DE DIFERENTES ENTIDADES SOBRE RUAS COMPLETAS.....   | 28        |
| 2.4      | O ESFORÇO DO WRI- BRASIL PARA MUDAR A CONCEPÇÃO DO PROJETO DE RUAS URBANAS NO BRASIL.....  | 37        |
| 2.5      | COMO O ESTADOS UNIDOS VEM TRATANDO A QUESTÃO DA CRIAÇÃO DE LEIS QUE OBRIGAM A INCLUSÃO DA ABORDAGEM DE RUAS COMPLETAS NO PROJETO DAS RUAS URBANAS..... | 38        |
| 2.6      | A NECESSIDADE DA MUDANÇA NA FORMA COMO VEM SENDO ABORDADA A QUESTÃO DAS RUAS COMPLETAS.....  | 39        |
| 2.7      | CONCEITOS SOBRE MÉTODO ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO – MCDA E O MACBETH.....  | 41        |
| 2.8      | A ABORDAGEM MACBETH.....   | 42        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>  | <b>47</b> |
| 3.1      | OBTENÇÃO DOS DADOS.....  | 57        |
| 3.1.1    | Rede de Bicicletas.....  | 57        |
| 3.1.2    | Rede de Ônibus.....  | 57        |
| 3.1.3    | Conectividade.....   | 58        |
| 3.1.4    | Densidade Mercantil.....   | 63        |
| 3.1.5    | Segurança Viária.....  | 65        |
| 3.1.6    | Arborização.....   | 65        |
| 3.1.7    | Largura da Rua.....  | 66        |
| 3.1.8    | Fluxo de Pedestres.....  | 66        |
| <b>4</b> | <b>ESTUDO DE CASO.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>5</b> | <b>APLICAÇÃO.....</b>  | <b>69</b> |
| 5.1      | REDE DE BICICLETAS.....  | 69        |
| 5.2      | REDE DE ÔNIBUS.....  | 72        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 5.3      | CONECTIVIDADE.....  | 75         |
| 5.4      | DENSIDADE MERCANTIL.....                                    | 77         |
| 5.5      | SEGURANÇA VIÁRIA.....                                       | 79         |
| 5.6      | ARBORIZAÇÃO.....  | 82         |
| 5.7      | LARGURA DA VIA.....   | 84         |
| 5.8      | FLUXO DE PEDESTRES.....                                     | 86         |
| <b>6</b> | <b>ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>                           | <b>98</b>  |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                            | <b>108</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS.....</b>                                     | <b>110</b> |
|          | <b>APÊNDICE A - PLANILHA COM DADOS OBTIDOS PARA OS OITO</b> |            |
|          | <b>CRITÉRIOS, PARA ALIMENTAR O M-MACBETH.....</b>           | <b>115</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Desde o início do século passado, as ruas, ao redor do mundo, passaram a ser construídas em torno dos automóveis, para assegurar o rápido deslocamento desses, pensamento propagado pelo movimento modernista, que inspirou urbanistas a projetarem cidades fora da escala da interação humana. Amplas faixas de rolamento e pouco espaço para as pessoas se tornaram regra no planejamento urbano e infraestrutural; espalhando a população nas cidades, sufocando o crescimento econômico, criando congestionamentos e agravando o problema da segurança viária, sem falar nos impactos ao meio ambiente. As vias foram perdendo sua função social de congregar as pessoas e tornaram-se um espaço apenas de passagem.

Este fato alterou profundamente a mobilidade urbana e a qualidade de vida nas cidades. Como pontua Rogers (2013), o resultado é a rua como um lugar perigoso para caminhar, o aumento da violência nos espaços e, até mesmo, a redução na largura das calçadas, diminuindo sua segurança e atratividade. As vias voltadas exclusivamente para os veículos, juntamente com a diminuição quantitativa e qualitativa do espaço público, propiciaram a desvalorização deste espaço, aumentando o vandalismo e seu abandono por parte da população.

Em sua obra mais conhecida, a ativista Jane Jacobs, que foi uma das pioneiras da crítica a esta forma insustentável de gerir o espaço público, chama atenção para o papel das ruas e calçadas, considerando-as órgãos vitais de uma cidade, uma vez que são nesses espaços que se dá a integração e convivência de uma sociedade. Além de, para ela, as pessoas serem os “olhos” das ruas, permitindo, através da vitalidade e maior frequência nos usos, maior segurança. Com base nesse pensamento, o arquiteto dinamarquês Jan Gehl começou a aprofundar seus estudos sobre cidades que, segundo ele, deveriam ser pensadas especificamente para as pessoas que nelas vivem. Através da chamada “síndrome de Brasília”, repetida em várias cidades do mundo, Gehl expõe as grandes distâncias que impedem a locomoção a pé, além da falta de calçadas e ciclovias. O adequado planejamento e gestão urbana, que para ele, prioriza os pedestres, ciclistas e o transporte público, são uma plataforma para as pessoas serem felizes (GEHL, 2015).

A partir dessa nova visão sobre o uso e fruição da rua, e em consonância com os recentes debates internacionais, nossas cidades têm começado a devolver os espaços públicos aos cidadãos. Baseado nesses ideais que repensam as cidades, surge o conceito de Ruas Completas ou Ruas Compartilhadas, nos Estados Unidos. Ao propor colocar as pessoas no

foco do projeto, independentemente de sua capacidade, idade ou renda, o espaço se torna mais equitativo socialmente. A vitalidade que a vida urbana supõe demanda um projeto sensível e flexível que reconheça a diversidade de papéis que a rua cumpre nos diferentes contextos urbanos. É nela que acontece o encontro e o fortalecimento das relações de vizinhança, e se estabelece a articulação entre distintos modos, com notável supremacia de uns sobre outros. O movimento das ruas completas surgiu, então, para incentivar a mudança do paradigma no planejamento viário das cidades (TELLA; AMADO, 2016). Ao tornar uma rua completa, melhoram-se diversos aspectos importantes da vida urbana: saúde e segurança pública, qualidade de vida, sustentabilidade ambiental, sustentabilidade econômica e equidade social.

Apesar desses benefícios, a aceitação do conceito de ruas completas por muitos planejadores não é alcançada sob a alegação de que não existe espaço suficiente nas vias para se acomodar o que se pretende com a rua completa. Este argumento é rechaçado por Sadik-Khan (2017) em seu recente livro “Street Fight”, quando afirma que a hipnose da rodovia (fundamentada na supremacia dos veículos motorizados) faz com que os planejadores tratem as ruas urbanas como rodovias, dividindo-as em faixas como uma autoestrada, sob a teoria que quanto mais largas as vias, melhores são para acomodar os veículos mais largos, sob o pretexto da segurança viária; o que não acontece, na realidade, pois os acidentes continuam relevantes e sem controle adequado. Sadik detalha, no entanto, que as faixas de rolamento viário nos Estados Unidos, são projetadas com 3,6m, enquanto que a maioria de caminhões e veículos comerciais possuem menos de 2,55m, provando que quando se multiplica esse excesso de largura ao longo das rodovias das cidades, percebe-se em demasia o espaço público ocioso e cedido a um só modo de transporte.

Para ela, uma vez que a rua é definida, presume-se que o espaço entre calçadas é de domínio dos veículos motorizados, enfatizando a problemática que antecede este novo pensamento democrático dos usos. Ao ler a rua de forma apurada, pode-se relocar o espaço já existente – nenhuma reconstrução com altos custos se faz necessária. Para Sadik, deve-se redistribuir as larguras das faixas, de forma a se contemplar os diversos usos e ampliar muitas vezes as calçadas, atendendo a todas as demandas e usuários (SADIK-KHAN, 2017).

No entanto, uma questão se tornou muito relevante acerca do tema. O planejamento convencional dos transportes geralmente, monetiza (mede em valores monetários) os custos do projeto, o tempo de viagem e a economia de operação do veículo e, às vezes, as mudanças nas taxas de acidentes e emissões. A tendência de ruas que reduzem a acessibilidade e criam barreiras para viagens não motorizadas, estimulando a expansão. Como resultado, a avaliação

convencional tende a supervalorizar a expansão viária e a subestimar as ruas completas (LITMAN, 2015).

Hickman, Saxen e Banister (2012) afirmam que os processos de avaliação de iniciativas de transporte geralmente são caracterizados por sua complexidade, envolvendo uma ampla gama de impactos que precisam ser abordados e muitas partes interessadas que tentam influenciar as decisões a serem tomadas. Isso significa que as dimensões econômica, social e ambiental precisam ser consideradas simultaneamente no processo de avaliação, revelando uma crescente necessidade de envolver as partes interessadas no processo de suporte à decisão para capturar todos os aspectos dos problemas de decisão frequentemente complexos.

Hui et al. (2018) sugeriram uma estrutura que se fosse possível considerar todas as ruas de uma malha viária a fim de priorizar intervenções, seria uma grande ajuda para o desenvolvimento de melhores políticas para as cidades. O modelo proposto neste estudo visa responder a esse problema, com base na pesquisa pioneira feita pela Universidade de Laval, em Quebec, Canadá, a partir da análise e validação da metodologia lá aplicada (DONAIS et al., 2019). Para apoiar esta tomada de decisão rigorosa, a análise de decisão multicritério (MCDA) tem sido usada, por relacionar vários critérios. No entanto, ainda não há consenso no campo dos transportes em relação a um método preferido que possa integrar princípios de sustentabilidade. Porém, detentor de uma perspectiva mais global e holística e facilitando a inclusão de um processo participativo, o MCDA emerge como o método de avaliação mais promissor para o transporte sustentável (DONAIS et al., 2019).

Em termos de priorizar intervenções, alguns estudos utilizaram o MCDA para avaliar: o potencial dos ambientes de caminhada (LEE et al., 2013), o potencial das infraestruturas de ciclismo (BARFOD, 2012), a sustentabilidade do transporte (OLOFSSON et al., 2016) ou cenários de transporte sustentável (HICKMAN et al., 2012). Outros estudos categorizaram ou priorizaram intervenções com múltiplos critérios sem o uso da abordagem MCDA: Jones et al. (2008) propuseram um conjunto de indicadores de desempenho com base no grau de problema, dadas as funções Link e Place dos segmentos de ruas; e Transport for London (2013) desenvolveram uma estrutura para categorizar as ruas de acordo com seu contexto de construção e rede. Existem ainda outras problemáticas possíveis no apoio à decisão, como Roy (2016) salientou, diferentes da simples escolha, como a priorização de ações potenciais ou a sua alocação a categorias pré-definidas.

Este trabalho visa replicar e validar no Recife a aplicação dessa metodologia desenvolvida pelos professores da Universidade de Laval em Quebec, Canadá, a fim de fazer

uma analogia dos critérios mais relevantes para a atratividade de uma intervenção dentro do conceito de ruas completas. Fazendo uso para este estudo, dentre os inúmeros métodos de análise multicritério, do MACBETH “Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique” (medindo a atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias – em tradução livre).

Como estudo de caso, foi escolhido o bairro do Espinheiro no Recife, que contém 108 segmentos viários. A escolha desse bairro, inicialmente, foi feita por haver um projeto de Rua Completa a ser executado na Rua Hora, uma das principais vias do bairro. Pretendia-se, então, analisar como se situaria esta via na análise a ser realizada. Foram definidos oito critérios para avaliação e ranqueamento do potencial de serem reprojatados como ruas completas. A metodologia de aplicação desse modelo utilizou uma consulta a 15 especialistas, sendo 7 deles membros do Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira - ICPS e da Companhia de Trânsito e Transporte Urbanos do Recife – CTTU; um especialista da World Research Institute Brasil-WRI e 7 professores doutores da pós graduação na área de transporte. A consulta constou da resposta a três questões: 1) validação dos critérios utilizados na pesquisa canadense e das escalas de valor para cada critério lá utilizadas; 2) o ranqueamento por ordem de importância dos critérios validados; e 3) o preenchimento de uma matriz de avaliação dos critérios par a par, visando à formulação dos pesos para cada critério, a fim de possibilitar o ranqueamento dos potenciais entre os segmentos.

Além dos estudos acima referidos, e da pesquisa feita em Quebec por Donais et al. (2019), este trabalho baseou-se ainda nas publicações da Smart Growth America (entidade que encabeçou o movimento das Ruas Completas e é a referência primeira na área), através de sua National Complete Streets Coalition com os estudos feitos sobre o tema. Outra importante fonte é a obra de Barbara McCann que contextualiza a criação do movimento das ruas completas em McCann (2013), apresentando a transição para projetos viários seguros e inclusivos. Destacam-se ainda, Litman (2015), que descreve como se deve avaliar as ruas; Nacto (2016), por seu conteúdo abrangente sobre o assunto exposto no Guia de Iniciativas Globais para as Cidades e Hui et al. (2018) que trata do processo de mensuração de quão completas são as ruas analisadas. Quanto à parte da metodologia, que utilizou o Método de Análise de Decisão Multicritério Macbeth e seu programa M-Macbeth, buscou-se em Bana (1999) os fundamentos do método, através de uma aplicação usando o software vinculado à abordagem.

Estruturado em sete capítulos, este trabalho inicia-se por esta Introdução; em seguida se apresenta uma Revisão Bibliográfica sobre o tema pesquisado; segue-se então à descrição

da Metodologia utilizada; apresenta-se a área da cidade do Recife onde foi realizado o Estudo de Caso; descreve-se, em seguida, o passo a passo da Aplicação e Resultados; com isto realizado, faz-se uma Análise dos Resultados e chega-se, então, às Considerações Finais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O crescimento da população urbana mundial que, em 2007 ultrapassou a população rural, mantendo-se predominante desde então, alcançará cerca de 75% da população total em 2050 contra os 54% atuais, segundo relatório das Nações Unidas (ONU, 2018).

Esta realidade exige uma modificação radical na forma como as cidades continuam a se desenvolver centradas no automóvel, acarretando um espalhamento urbano que empurra para as periferias a população pobre, dificultando ao poder público o provimento dos serviços básicos, em especial dos transportes. Diversos estudos e cidades tem demonstrado que cidades densas com boas redes de transporte público e transportes ativos caminham na direção de um desenvolvimento sustentável com significativa melhoria na qualidade de vida e nos negócios.

### 2.1 A IMPORTÂNCIA DE MUDAR A FORMA DE PROJETAR AS RUAS URBANAS

A rua, a unidade básica do espaço urbano através do qual as pessoas experimentam uma cidade e se movimentam através dela, proporciona não só espaço para movimentação e acesso, mas permite uma variedade de usos e atividades. Por sua dinâmica, as ruas dão suporte à sustentabilidade ambiental, à saúde pública, à atividade econômica e às atividades culturais. Ela é composta de calçadas, ciclovias e faixas de tráfego que se conectam a outros segmentos tornando os movimentos possíveis, conectados e eficazes. Outros elementos complementam a rua como vagas de estacionamento, árvores, parklets e paradas de transporte público, que podem ser alterados para permitir uma adequação ao espaço. A figura 1, apresenta os componentes de uma rua.

Figura 1 - Partes componentes de uma rua



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

A qualidade de vida de uma cidade sentida pela população vai depender se as ruas são seguras, confortáveis, eficientes e vibrantes (com grande circulação de pessoas, atividades

diversas e dinâmicas), pois ao promover a interação social na rua teremos ruas naturalmente mais seguras.

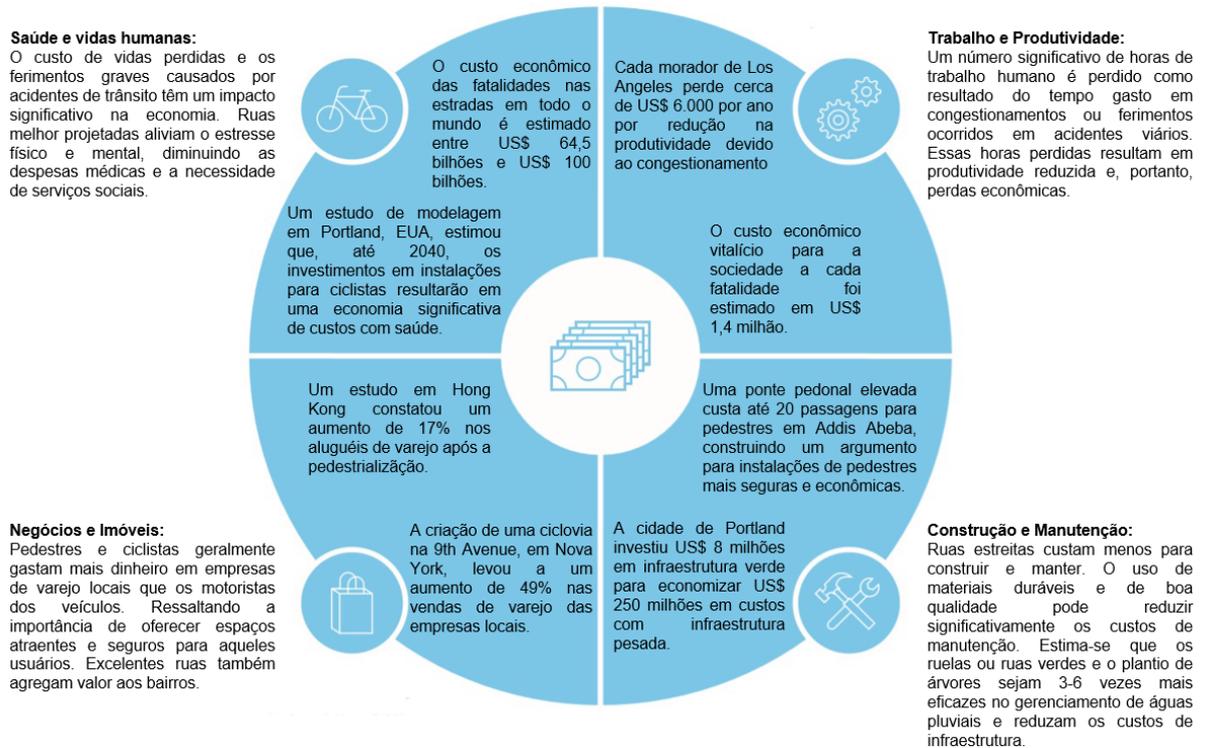
Ao se mudar o projeto das ruas, está se promovendo ambientes seguros para todos os usuários e oferecendo opções saudáveis que facilitam o transporte ativo, como caminhar, andar de bicicleta e usar o transporte público, além de reduzir drasticamente os níveis de ruído e melhorar a qualidade do ar e da água através do plantio de árvores. Isto se contrapõe às altíssimas taxas de acidentes, às doenças respiratórias por conta da contaminação atmosférica e aos altos níveis de obesidade (NACTO, 2016).

Janette Sadik-Khan, no prefácio do *Global Street Design Guide*, aponta que:

No último século as ruas ao redor do mundo foram construídas em torno de automóveis. Amplas faixas de tráfego e pouco espaço para as pessoas se tornaram as regras das ruas na maioria dos cantos do mundo, dividindo cidades, sufocando o crescimento econômico e criando congestionamentos perigosos. Cansada de esperar que as autoridades regionais ou nacionais consertem esses erros, uma nova geração de planejadores, engenheiros, urbanistas e moradores da cidade está trabalhando para recuperar as ruas. (NACTO, 2016)

Este guia mostra a importância de uma rede de ruas segura, vibrante e eficiente para a saúde econômica de uma cidade ou região e que os impactos de custo do projeto das ruas devem ser considerados para os indivíduos através do valor do tempo de viagem, acesso ao transporte público, custos de combustível e saúde individual. Enquanto um maior custo externalizado para a sociedade pode ser examinado através de despesas como as relacionadas a acidentes de trânsito, custos hospitalares, impactos ambientais negativos e congestionamento (NACTO, 2016). A figura 2 e 3 colocam em evidência esses aspectos.

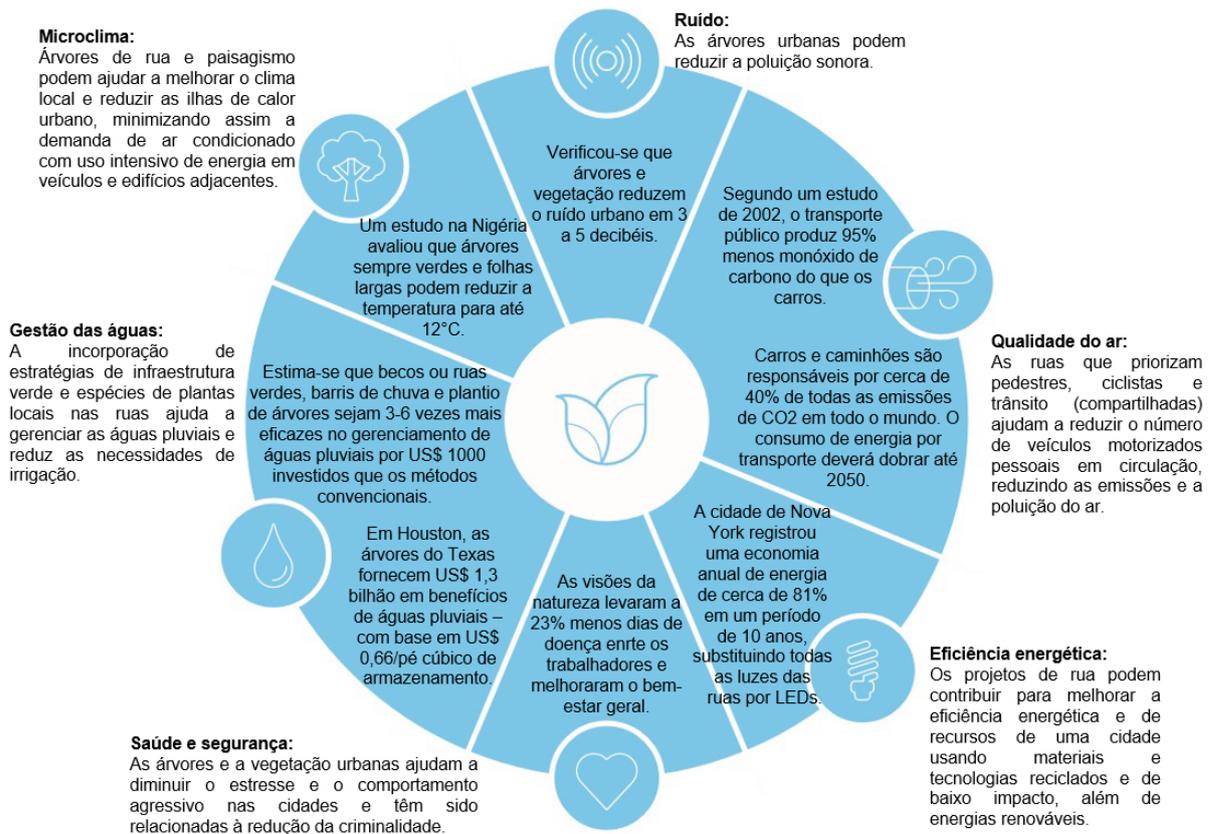
Figura 2 - Economia das Ruas



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

Os dados apresentados na figura 2, mostram os ganhos obtidos com o novo modelo das ruas; imediatos e secundários. Comprovam que não basta focar no valor do investimento, mas é fundamental analisar os impactos positivos na sociedade, melhorando a economia, através da vitalidade urbana; diminuição dos gastos com saúde, à medida que acidentes são reduzidos e a qualidade de vida da população aumenta.

Figura 3 - Ruas para a Sustentabilidade Ambiental



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

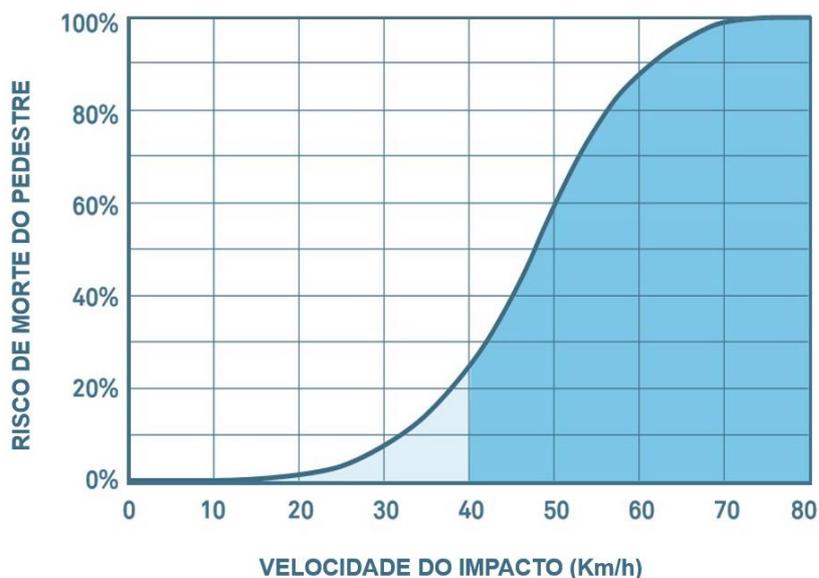
O investimento em ruas sustentáveis pode ser atraído destacando-se os impactos ambientais aprimorados e a maior contribuição para o alcance das metas ambientais de uma cidade, conforme mostram os dados da figura 3. Já que no ambiente urbano são geradas as maiores taxas das emissões de gases de efeito estufa para o aquecimento global. Assunto que tem preocupado os países e as cidades mundo afora (NACTO, 2016).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), nove em cada dez pessoas respiram ar contaminado no mundo (OMS, 2018). A agência da ONU estima que sete milhões de pessoas morram anualmente em decorrência da má qualidade do ar. No Brasil, o mesmo levantamento aponta cerca de 50 mil mortes por ano, mas alguns pesquisadores acreditam que o número possa ser maior. De acordo com o Laboratório de Patologias da USP, um morador de São Paulo, por exemplo, perde em média um ano e meio de vida por causa da poluição. Viver na capital paulista seria equivalente a fumar quatro cigarros por dia. As mortes ocorrem principalmente devido à inalação dos gases e à exposição a partículas finas que penetram profundamente nos pulmões e no sistema cardiovascular, podendo causar acidentes vasculares cerebrais, doenças cardíacas, câncer de pulmão, doenças pulmonares obstrutivas crônicas e infecções respiratórias, incluindo pneumonia (FELIN, 2018). Além disso, a queima de

combustíveis fósseis gera poluição atmosférica nos grandes centros urbanos. Esses combustíveis, em sua queima incompleta, ao serem utilizados em máquinas térmicas e veículos automotores, lançam grande quantidade de gás carbônico na atmosfera, fazendo destes os grandes vilões no que se refere ao aquecimento global e efeito estufa (SANTOS, 2016).

Outro grande impacto negativo gerado pela gestão insustentável das cidades são as mortes causadas pelo trânsito nas vias públicas. Ainda segundo OMS (2018), os acidentes viários matam cada vez mais pessoas em todo o planeta, com 1,35 milhão de óbitos por ano, o que preocupa ainda mais com a falta de medidas de segurança nos países mais pobres. Em seu relatório sobre segurança nas vias, publicado em 2018, a OMS afirma ainda que os acidentes de trânsito são atualmente a principal causa de morte entre crianças e jovens com idades entre 5 e 29 anos. Muitas dessas mortes ocorrem em ruas urbanas e seriam evitáveis, provocadas por comportamento induzido pelo desenho viário. A OMS ainda coloca o Brasil na pior classificação referente ao limite de velocidade em áreas urbanas e sugere que todas as cidades do mundo adotem velocidades máximas de 50 km/h nessas áreas e 30 km/h em áreas residenciais e/ou com grande circulação de pessoas. Como cita esta organização, a velocidade é o fator mais importante na segurança de uma rua e é diretamente proporcional ao risco de morte de pedestres em casos de conflito (OMS, 2018). A figura 4 apresenta este aspecto.

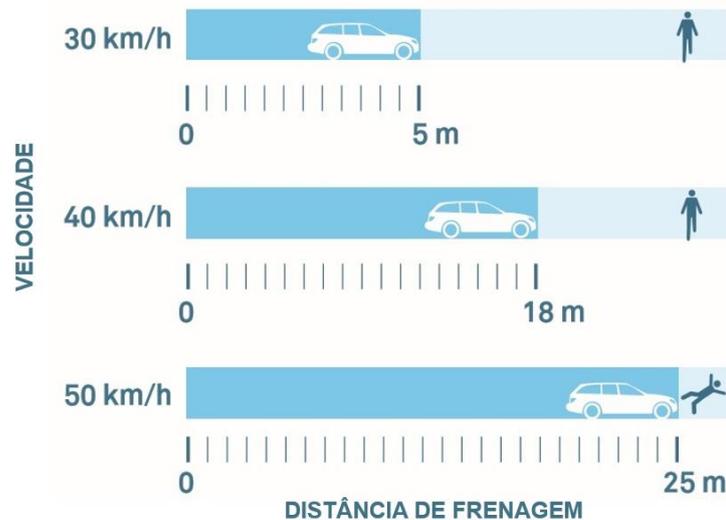
Figura 4 - Relação entre o risco de morte do pedestre e a velocidade do impacto



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

O Brasil registra cerca de 47 mil mortes no trânsito por ano enquanto que 400 mil pessoas ficam com algum tipo de seqüela. O custo dessa epidemia ao país é de R\$ 56 bilhões, segundo levantamento do Observatório Nacional de Segurança Viária. Com esse dinheiro, seria possível construir 28 mil escolas ou 1.800 hospitais (LAJOLO, 2017). O fator velocidade também implica na necessidade de uma distância de frenagem tanto maior quanto maior for a velocidade.

Figura 5 - Distâncias mínimas de parada, incluindo os tempos de percepção, reação e frenagem.



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

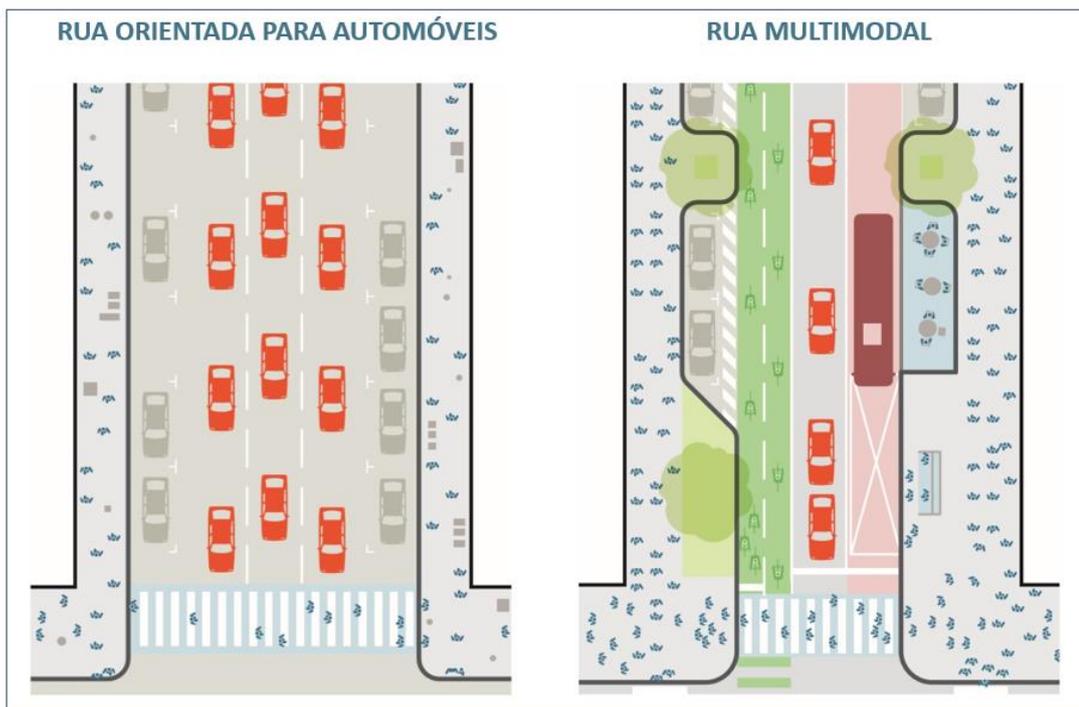
A figura 5 mostra as distâncias mínimas de parada, incluindo os tempos de percepção, reação e frenagem. Eles são baseados em condições secas e com visibilidade perfeita. De acordo com a figura, um veículo a 30 km/h precisa estar no mínimo a 5m de distância do obstáculo para evitar uma colisão, já que esta é a distância percorrida nesta velocidade entre a percepção do condutor, a reação e a frenagem. Sucessivamente, para um veículo a 40 km/h são precisos 18 m e a 50 km/h, o veículo consegue parar a 25 m depois da percepção do obstáculo.

Colocar as pessoas em primeiro lugar deve ser a meta das cidades que desejam se tornar sustentáveis, através de uma abordagem mais ampla do que apenas o espaço viário; prevendo os ganhos que essa mudança poderá promover na saúde pública, na segurança, na qualidade de vida da população, na sustentabilidade econômica e equidade social. Pode-se observar aumento nas vendas do comércio devido ao maior fluxo de pedestres, ciclistas e usuários de transporte público, circulando nas calçadas, além de trazer um aumento no valor dos imóveis da região. Com a melhoria na dinâmica urbana, promove-se a interação social e

se obtém, naturalmente, melhor qualidade de vida com ruas mais seguras, confortáveis, eficientes e vibrantes.

As vias urbanas devem ser projetadas para velocidades de tráfego mais lentas, incluindo calçadas largas e acessíveis; iluminação; mobiliário urbano e sombreamento para oferecer uma experiência segura. A arborização adequada e a cobertura vegetal podem melhorar a drenagem urbana, bem como a qualidade geral do ar e amenizar as temperaturas, nos países com alto índice de insolação. As ruas permitem, ainda, o acesso dos usuários a serviços fundamentais, como assistência médica e educação, exigindo, pois, rotas seguras, protegidas e rápido acesso. Uma configuração de via multimodal, que atende bem a essas questões, é exemplificada abaixo, na figura 6, a qual apresenta o contraste entre uma rua projetada para carros e a tipologia multimodal.

Figura 6 - Contraste entre uma rua para automóveis e uma multimodal

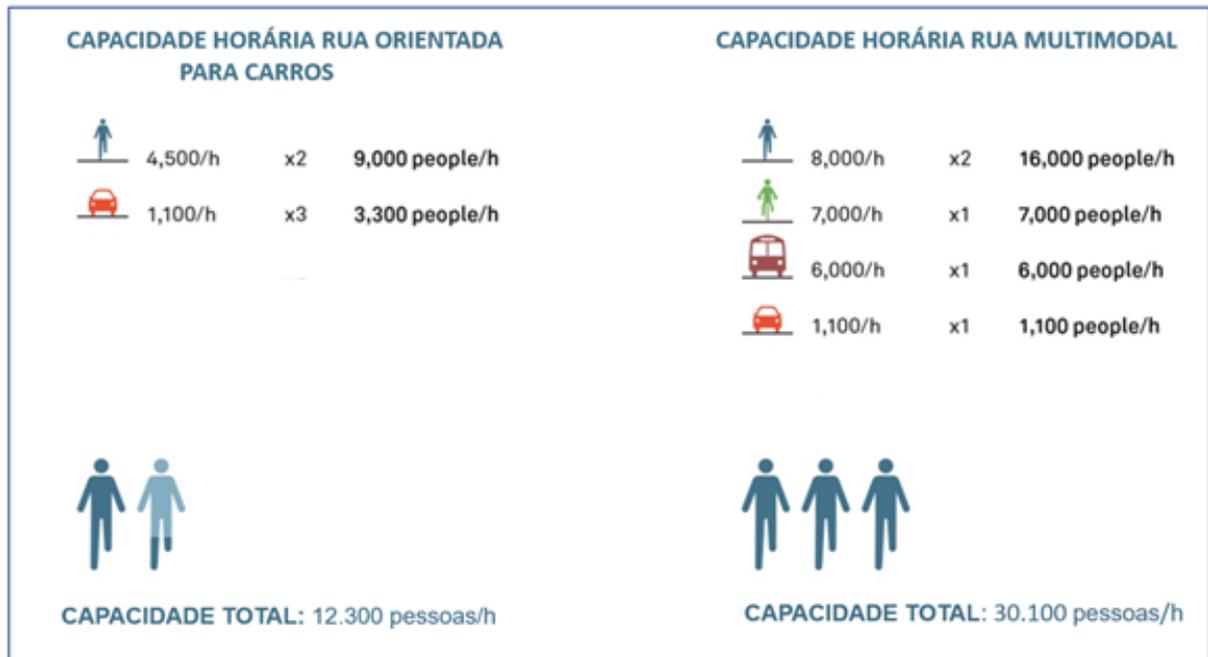


Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

Fica evidente, na primeira imagem da figura acima, todo o espaço dedicado aos carros em movimento ou estacionados, em detrimento dos modos ativos e do transporte público. Já na via multimodal, a capacidade da rua é aumentada por uma alocação de espaço mais equilibrada entre os diversos modos. Essa redistribuição espacial permite a coexistência de várias atividades propícias à permanência, como áreas de estar e descanso, pontos de ônibus seguros, arborização e paisagismo adequado, bem como ciclovias e calçadas mais largas, o

que possibilita maior fluidez e dinamicidade ao espaço público, devidas à maior usabilidade e capacidade do local, que podem ser observadas na figura 7:

Figura 7 - Diferença entre a capacidade de uma rua comum para a multimodal.



Fonte: Adaptado de NACTO (2016).

A otimização na capacidade das vias urbanas é enfatizada na figura 7, que mostra um aumento de quase 250% no fluxo de pessoas por hora, em vias compartilhadas. Para a comparação, foram consideradas duas calçadas e três faixas exclusivas para automóveis, no caso das ruas orientadas para carros e duas calçadas mais uma faixa de 3m de largura, para cada modo diferente, em condições de pico e com operações normais (NACTO, 2016).

Do exposto acima, claramente se verificam os ganhos oriundos de uma decisão política que propõe reprojeter o sistema viário e urbano voltado ao pedestre, ao compartilhamento modal, buscando a sustentabilidade. Com base nesses ideais, surge o movimento das ruas completas ou compartilhadas, para mudar as prioridades do sistema de transporte que produziu ruas voltadas ao uso desordenado do automóvel em detrimento dos demais modos, em especial os modos ativos, de forma a atender todas as demandas viárias e as especificidades de cada local, atendendo ao contexto urbano ao qual se insere.

## 2.2 O APARECIMENTO E CONSOLIDAÇÃO DO CONCEITO RUAS COMPLETAS

O movimento batizado como “Complete Streets” – traduzido no Brasil para “Ruas Completas”- propõe o uso das ruas para todos os usuários, independentemente da idade, capacidade ou modo de transporte, promovendo assim, mobilidade e segurança para os pedestres, ciclistas, usuários de transporte coletivo e motoristas (SMART GROWTH , 2018).

O nome “Ruas Completas” foi proposto no final de 2003 por David Goldberg. A expressão foi assim criada para que o órgão "America Bikes" e os cicloativistas, conseguissem incluir em lei nos Estados Unidos, a obrigatoriedade das instalações para bicicletas no planejamento viário. Percebeu-se que o termo adotado por eles anteriormente não chamava a atenção necessária, havendo a necessidade de substituí-lo por um nome mais adequado e que deveria ser escolhido por especialistas em transportes. Depois de criada e aprovada pela equipe, a gestora da entidade Smart Barbara McCann percebeu que a nova expressão cabia em um discurso mais amplo sobre o planejamento dos transportes (MCCANN, 2013).

A partir de 2005 o movimento de ruas completas ganha força, à medida que mais lugares percebem os benefícios de ter ruas seguras, acessíveis e saudáveis. Vários grupos, órgãos e comitês se uniram oficialmente para discutir e aperfeiçoar este conceito, formando em 2005, a National Complete Street Coalition, uma coalizão com diversos profissionais da área para desenvolver políticas e implementar nos EUA as “Complete Streets”, passando então a fazer parte do Smart Growth America, em 2012. O movimento lançado pela Coalizão em 2004, Complete Streets, propõe a integração de pessoas e lugares no planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de redes de transporte, (MCCANN, 2013). Desde então, a Smart Growth cresce constantemente no tamanho e nas operações da equipe, em paralelo à propagação do movimento e evolução deste, tornando-se o órgão mais influente no assunto a nível mundial (MCCANN, 2013).

## 2.3 VISÕES DE DIFERENTES ENTIDADES SOBRE RUAS COMPLETAS

O WRI Brasil (2017) salienta que todas as ruas podem se tornar completas, no entanto as políticas adotadas variam. Não existe uma fórmula a ser seguida, mas critérios a serem pensados dentro da realidade local, de acordo com as especificidades urbanas regionais, levando em consideração a vizinhança e o uso dos terrenos adjacentes, o contexto socioeconômico e ambiental, pois esses fatores influenciam na forma como as ruas são utilizadas (*ibid*). O que se deve respeitar em todos os casos é o atendimento às demandas

existentes. Uma rua se torna mais completa quando há uma distribuição mais democrática do espaço, além de segurança para todos os seus usuários (*ibid*).

Ainda para a WRI Brasil (2017), é comum associar a expressão “completa” à perfeição ou deduzir que esse tipo de rua terá sempre espaços segregados para cada usuário da via, como pedestres, ciclistas, ônibus ou carros. No entanto, alguns objetivos são almejados, de forma geral - respeitar os usos existentes, a identidade da rua e as prioridades da comunidade na qual a rua se insere; priorizar os modos ativos de transporte, bem como o transporte público; diversificar o uso do solo, mesclando residências, comércio e serviços e incentivar a participação popular, visando entender o bairro e suas prioridades e estimular o sentimento de pertencimento do lugar são as metas para transformar a rua num lugar de permanência e convívio das pessoas, não apenas de passagem.

Segundo, ainda o WRI Brasil (2017), como não há um desenho único para as Ruas Completas, os benefícios também podem variar bastante. A tendência é que esse conceito traga alguns impactos básicos, comuns a todas as configurações, já que elas estimulam melhorias na igualdade, segurança, saúde, tornando os espaços urbanos mais compartilhados e vivos, com muitos benefícios indiretos. Com acesso a ruas mais completas, as pessoas se sentem seguras para adotar padrões de deslocamento mais sustentáveis e com menos impacto climático, como a bicicleta e a caminhada. Há ganhos relevantes de acessibilidade, crianças e idosos se relacionam melhor com a cidade e muitas áreas degradadas podem começar a ser revitalizadas a partir desse conceito de desenho urbano. O transporte coletivo também pode ter melhorias, seja na qualidade do acesso das pessoas até os pontos de parada, seja na operação, a partir de vias exclusivas, por exemplo (WRI BRASIL, 2017).

A declaração de visão original da Coalizão Nacional de Ruas Completas diz:

Ruas completas são projetadas e operadas para permitir acesso seguro a todos os usuários. Pedestres, ciclistas, motoristas e ciclistas de todas as idades e habilidades devem poder se mover com segurança ao longo e através de uma rua completa. Criar ruas completas significa mudar as políticas e práticas das agências de transporte. Uma política completa de ruas garante que todo o direito de passagem seja rotineiramente projetado e operado para permitir acesso seguro a todos os usuários. As agências de transporte devem garantir que todos os projetos viários resultem em uma rua completa e apropriada ao contexto e às necessidades locais (MCCANN, 2013).

Como exposto em *Transport Canada* (2009), algumas características básicas são premissas para um bom projeto. Infraestrutura segura para o pedestre, com calçadas largas e faixas de travessia bem dimensionadas, além de adequada sinalização; canteiros centrais; equipamentos urbanos para o conforto dos usuários como bancos e lixeiras, além de elementos que atraiam a atenção dos transeuntes e quebrem a monotonia do passeio como

quiosques e exposições ao ar livre. As ruas completas também devem ser convenientemente arborizadas, buscando-se a regulação da temperatura na cidade, a facilitação da drenagem e uma paisagem urbana mais agradável. É necessário, ainda, que haja adequada infraestrutura para o ciclista – ciclovias, ciclofaixas, bicicletários –, aliada a conexões funcionais do ciclista com o sistema de transporte público. Quanto a este, seu tratamento nas ruas completas deve ser o de prioridade sobre o automóvel de uso privado, com faixas exclusivas ou semi-exclusivas, além de apresentar facilidades para integração com o pedestre e o ciclista. Por último, as ruas completas bem executadas possuem características que diminuem a velocidade do tráfego motorizado, sem diminuir seu desempenho, o que gera segurança aos outros modos, principalmente os ativos.

O *Toronto Centre for Active Transportation* (2009) afirma que as ruas completas resultam em diversas opções de mobilidade, diminuem os custos com o transporte, a velocidade do tráfego e os danos ambientais causados por veículos motorizados, exatamente por encorajar o “transporte ativo” e o uso de transporte público coletivo. Como consequência, fomenta uma cidade economicamente vibrante, mais segura, atrativa e agradável de se viver. Cabe ressaltar que as ruas não são somente espaços para locomoção; elas também são essenciais para a cidade em termos socioeconômicos e ambientais. Calçadas são locais que, muitas vezes, possuem arborização e lugares para socializar, como bares, restaurantes, lojas e mercados. Então, deixar a rua mais atrativa, arborizada e segura incentiva o aumento do número de pedestres, ciclistas e usuários do comércio, estimulando a valorização social da área e a economia da cidade. É bem verdade que não há um método genérico ou único para projetar uma rua completa. Para isso, é essencial considerar o contexto socioeconômico social e urbano-ambiental, bem como o engajamento da comunidade no projeto, além das condições de tráfego para promover o balanço ideal entre todos os modos de transporte (VALENÇA, 2016).

Para Litman (2015), “ruas completas” referem-se a ruas projetadas para acomodar diversos modos, usuários e atividades, incluindo caminhadas, ciclismo, transporte público, automóveis, empresas e moradores próximos. Esse projeto de rua ajuda a criar mais sistemas de transporte multimodais e comunidades mais habitáveis. Ruas completas podem oferecer muitos benefícios diretos e indiretos, incluindo melhor acessibilidade para não-motoristas, economia e acessibilidade dos usuários, conservação de energia e reduções de emissões, melhor habitabilidade da comunidade, melhoria no condicionamento físico, na saúde pública e no apoio a objetivos de desenvolvimento estratégico. Os benefícios líquidos dependem da demanda latente por modos alternativos e de desenvolvimento mais compacto, e do grau em

que os projetos completos de rua se integram a outras reformas de planejamento, como crescimento inteligente, Novo Urbanismo e gerenciamento de demanda de transporte.

Litman (2015) segue afirmando que por muitas décadas, o planejamento de transporte assumiu que transporte significa principalmente dirigir; portanto, o objetivo mais importante é aumentar a velocidade do tráfego de automóveis, muitas vezes em detrimento de outros modos, atividades e objetivos. Esse tipo de planejamento pode ter consequências indesejáveis e não intencionais; degrada as condições de caminhada e ciclismo, cria um sistema de transporte dependente de automóveis e amplia os padrões de desenvolvimento, aumenta os custos totais de transporte e cria vias pouco atraentes. Em resposta, as comunidades aplicam cada vez mais um novo paradigma de planejamento de transporte, que considera uma ampla gama de objetivos, impactos e opções. Essa abordagem reconhece a necessidade de análises mais abrangentes e multimodais.

Em seu trabalho, Litman (2015), apresenta tabelas que procuram fazer uma confrontação das ruas projetadas de forma convencional voltadas para o automóvel com um rua completa, a seguir apresentamos algumas delas.

Na tabela 1, Litman (2015) coloca que o planejamento convencional favorece o projeto da via que maximiza a velocidade do tráfego de veículos, já o planejamento multimodal considera outros modos importantes e, portanto, favorece projetos de ruas completas.

Tabela 1 - Planejamento de transporte convencional versus transporte multimodal

|  | <b>Convencional (Velho Paradigma)</b>  | <b>Multi-modal (Novo Paradigma)</b>   |
|--|--|---|
| <b>Definição de Transporte</b>                             | <b>Mobilidade</b> - viagens físicas (principalmente viagens de veículos a motor)             | <b>Acessibilidade</b> - capacidade das pessoas de alcançar os serviços e atividades desejados   |
| <b>Metas de Planejamento</b>                               | Maximizar as velocidades de deslocamento   | Maximizar a acessibilidade geral  |
| <b>Indicadores da performance do sistema de transporte</b> | Nível de serviço (LOS) nas estradas, velocidade média do tráfego, atraso no congestionamento | LOS multimodal, tempo e dinheiro exigidos por várias pessoas para acessar serviços e atividades |
| <b>Prioridade no projeto de vias</b>                       | Maximizar velocidades e volumes de tráfego de veículos                                       | Acomoda vários modos e atividades   |
| <b>Velocidade típica de projeto</b>                        | 30-50 milhas (50-80 quilômetros) por hora  | 20-30 milhas (30-40 quilômetros) por hora   |
| <b>Tipo de rede viária</b>                                 | Hierárquica com baixa conectividade  | Vias e calçadas altamente conectadas  |
| <b>Projeto do veículo</b>                                  | Caminhões pesados (caminhão de bombeiros ou van em movimento)                                | Caminhões pesados para estradas, usuário de calçada prejudicado                                 |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

Já na tabela 2, abaixo, Litman (2015) afirma que o planejamento convencional avalia o desempenho do sistema de transporte com base principalmente na velocidade de deslocamento de veículos a motor e nos custos operacionais. Novos métodos são necessários para uma avaliação mais abrangente da acessibilidade.

Tabela 2 - Consideração dos fatores de acessibilidade na avaliação do planejamento de transportes.

| Fator   | Planejamento Convencional   | Planejamento Abrangente   |
|---|---|---|
| <i>Condições de viagem de veículos a motor</i> - velocidade do tráfego, atrasos de congestionamento, custos operacionais veicular e segurança       | Geralmente é considerado o uso de indicadores como nível de serviço nas rodovias, velocidades médias de tráfego e custos de congestionamento e taxas de acidentes.                      | Os impactos devem ser considerados per capita (custos de veículos per capita e perdas com acidentes) para levar em consideração a quantidade que as pessoas viajam.                                       |
| <i>Qualidade da caminhada, do ciclismo, compartilhamento, transporte público e serviços de entrega</i>  | Considera a velocidade do transporte público, mas não o conforto. Modos não motorizados ignorados.  | Indicadores de desempenho multimodais que consideram conveniência, conforto, segurança, acessibilidade e integração   |
| <i>Conectividade da rede de transporte</i> - densidade de conexões entre caminhos, vias e modos e, portanto, a linearidade da viagem entre destinos | A maioria dos modelos de tráfego considera as principais redes regionais de vias e transporte público. Eles geralmente ignoram ruas locais, calçadas e caminhos e conexões entre modos. | Análise detalhada da conectividade da calçada, dos caminhos e da rede e consideração das conexões entre os modos, como a facilidade de caminhar e andar de bicicleta nos terminais de transporte público. |
| <i>Acessibilidade no uso do solo</i> - distâncias que as pessoas devem percorrer entre destinos comuns  | Freqüentemente ignorado. Alguns modelos integrados consideram alguns fatores de uso do solo.  | Análise detalhada de como os fatores de uso do solo afetam a acessibilidade por vários modos.   |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

No caso da tabela 3 mostra que o planejamento convencional favorece viagens rápidas e portanto beneficia os modos motorizados sobre os não motorizados. O movimento das ruas completas planeja de forma reversa, em benefício dos modos sustentáveis.

Tabela 3 - Prioridades no planejamento convencional e no de ruas completas.

| Planejamento Convencional       | Planejamento de uma Rua completa |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Tráfego de automóveis        | 1. Pedestre                      |
| 2. Veículos de frete/serviços   | 2. Bicicleta                     |
| 3. Estacionamento de automóveis | 3. Ônibus                        |
| 4. Ônibus                       | 4. Veículos de frete/serviços    |
| 5. Bicicleta                    | 5. Tráfego de automóveis         |
| 6. Pedestre                     | 6. Estacionamento de automóveis  |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

A tabela 4 ressalta que as redes de vias hierárquicas e bem conectadas têm vantagens. O aumento da conectividade nas ruas tende a reduzir as distâncias que devem ser percorridas para alcançar destinos e melhorar as condições de caminhada e ciclismo, o que reduz as viagens per capita de veículos, o congestionamento de tráfego e os acidentes.

Tabela 4 - Comparação entre projetos de redes viárias.

| Vantagens de rede viária hierarquizada   | Vantagens de ruas bem conectadas  |
|--|---|
| Permite velocidades de deslocamento mais altas quando as artérias são descongestionadas. | Oferece mais opções de rota, o que tende a permitir viagens mais diretas e mais curtas.   |
| Reduz o tráfego nas ruas locais.   | Tende a reduzir o congestionamento do tráfego, porque menos tráfego está concentrado nas principais artérias.   |
|  | Tende a reduzir a gravidade do acidente de trânsito, devido às velocidades de tráfego mais baixas.  |
|  | Tende a melhorar as condições para caminhar e andar de bicicleta e incentivar o transporte ativo, fornecendo opções de rota mais diretas e reduzindo o volume de tráfego nas principais estradas. |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

Na tabela 5 vemos como as ruas completas tendem a reduzir a velocidade do tráfego de veículos, mas aumentam outros fatores de acessibilidade, incluindo acesso não motorizado, acesso ao trânsito, conectividade à rede rodoviária e acessibilidade ao uso da terra.

Tabela 5 - Impactos na acessibilidade.

| Fatores de Acessibilidade                                  | Ruas orientadas para automóveis   | Ruas Completas  |
|--|---|---|
| Velocidades máximas de tráfego                             | Maiores velocidades de tráfego máximo (pico)  | Velocidades de tráfego ideais (geralmente reduzidas)  |
| Capacidade do Tráfego                                      | Velocidades mais elevadas de projeto e falta de faixas à esquerda podem reduzir a capacidade de tráfego de pico | Retornos centrais e ciclovias, e velocidades de projeto mais baixas aumentam a capacidade de pico |
| Eficiência de viagem do veículo (diretamente aos destinos) | Os sistemas de estradas hierárquicos reduzem a conectividade, aumentando as distâncias de viagem                | Redes de estradas mais conectadas reduzem as distâncias de viagem                                 |
| Conveniência de estacionamento                             | Prioridade máxima. Estacionamento na rua e calçadas sempre que possível   | Prioridade moderada. Estacionamento na rua fornecido após calçadas, ciclovias e ônibus            |
| Acesso não motorizado                                      | Vias mais largas e aumento do tráfego tendem a criar barreiras ao acesso não motorizado                         | Melhora significativamente o acesso a pé e de bicicleta   |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

Tabela 5 - Impactos na acessibilidade (continuação).

| Fatores de Acessibilidade                                    | Ruas orientadas para automóveis  | Ruas Completas  |
|--|--|---|
| Acesso a transporte público                                  | Como a maioria das viagens de trânsito inclui conexões não motorizadas, as ruas orientadas automaticamente podem reduzir o acesso ao transporte público. | Melhora o acesso a pé e de bicicleta e pode incluir faixas de ônibus e outros recursos de suporte de transporte público |
| Acessibilidade no transporte (qualidade de modos acessíveis) | Pode reduzir os custos operacionais do veículo, mas reduz o acesso por modos acessíveis  | Melhora significativamente o acesso a pé e de bicicleta e pode melhorar o acesso ao transporte público                  |
| Acessibilidade ao uso da terra (distâncias entre atividades) | Tende a estimular um desenvolvimento urbano mais disperso e marginal (expansão)  | Incentiva o desenvolvimento do uso da terra mais compacto e acessível   |

Fonte: Adaptada de LITMAN (2015).

O *Smart Growth America/National Complete Streets Coalition* publica anualmente um relatório contendo as melhores políticas postas em prática (mais próximas ao “ideal”) e fornece informações detalhadas sobre os dez elementos mais importantes de uma política voltada para ruas completas. De acordo com Smart (2018), esses elementos são:

- a) Visão e intenção: inclui uma visão equitativa de como e por que a comunidade deseja projetar suas ruas. Especifica a necessidade de criar uma rede completa, conectada e específica pelo menos quatro modos, dois dos quais devem ser bicicleta e a pé;
- b) Usuários diversos: beneficia todos os usuários de maneira equitativa, principalmente usuários vulneráveis e as comunidades mais desconsideradas nos investimentos e mal atendidas;
- c) Compromisso em todos os projetos e fases: aplica-se a projetos novos, de modernização / reconstrução, manutenção e em andamento;
- d) Exceções claras e responsáveis: especifica quaisquer exceções e define um procedimento claro que requer aprovação de alto nível e aviso público antes que as exceções sejam concedidas;
- e) Jurisdição: requer coordenação entre agências entre departamentos governamentais e agências parceiras nas Ruas Completas;
- f) Desenho: direciona o uso dos critérios e diretrizes de projeto mais recentes e melhores para maximizar a flexibilidade do projeto, e define um prazo para sua implementação;
- g) Uso do solo e sensibilidade ao contexto: considera as necessidades atuais e esperadas de uso solo e de transporte da comunidade local;

- h) Medidas de desempenho: estabelece padrões de desempenho específicos, equitativos e disponíveis ao público, como quilômetros de ciclovias, porcentagem da rede de calçadas concluída, número de pessoas que escolhem andar de transporte público e / ou número de pessoas andando e andando de bicicleta ao longo de uma rua, bem como avaliar a partir de outros indicadores como saúde, segurança, desenvolvimento econômico, resiliência, etc.;
- i) Critérios de seleção de projetos: fornece critérios específicos para incentivar a priorização de financiamento para a implementação de Ruas Completas;
- j) Etapas de implementação: inclui as próximas etapas específicas para a implementação da política: revisão de procedimentos, planos; desenvolvimento de novos guias ou revisão dos existentes para melhores práticas de projeto; realização de workshops e treinamentos da equipe responsável, líderes comunitários e público geral para compreensão do objetivo das ruas completas; criação de um comitê para supervisionar a implementação, incluindo as partes interessadas; criação de um plano de envolvimento da comunidade que considere a equidade e fácil acesso.

Ainda conforme o Smart Growth (2018), mais de 1600 políticas de ruas completas haviam sido aprovadas nos Estados Unidos até então e, a cidade Cleveland Heights foi eleita a detentora da melhor política de ruas completas segundo o relatório publicado em 2018. As figuras 8 e 9 mostram trechos de ruas dessa cidade.

Figura 8 - Foto de um cruzamento de pedestres na cidade de Cleveland Heights.



Fonte: Smart Growth (2018).

Figura 9 - Foto de um calçamento na cidade de Cleveland Heights.



Fonte: Smart Growth (2018).

## 2.4 O ESFORÇO DO WRI- BRASIL PARA MUDAR A CONCEPÇÃO DO PROJETO DE RUAS URBANAS NO BRASIL

O WRI Brasil (2017) ressalta que mais importante do que classificar se uma rua é completa ou não, é mudar o paradigma de desenho viário do último século e ainda em prática no Brasil, baseado em soluções para o tráfego de veículos e não para o uso das pessoas. O conceito de Ruas Completas foi concebido para influenciar o poder público a levar em consideração outros aspectos no momento de planejar os perfis viários de uma cidade.

Para iniciar esse processo de disseminação e entendimento do conceito pelo país, o WRI Brasil formou, em parceria com a Frente Nacional de Prefeitos (FNP), a Rede Nacional Para a Mobilidade de Baixo Carbono, composta por dez cidades brasileiras e o Distrito Federal. Cada uma delas selecionou uma rua para receber um projeto piloto sob a ótica das Ruas Completas. Alguns municípios, inclusive, trabalham na implementação (WRI BRASIL, 2017). O WRI Brasil oferece apoio técnico às cidades, contribuindo para que os projetos sejam executados.

A mudança de paradigma na concepção das ruas passa também pelo processo de implementação. O primeiro passo não precisa ser um grande investimento em infraestrutura, já que é possível adotar soluções com materiais de baixo custo para a redistribuição do espaço. A Rua Joel Carlos Borges, em São Paulo, é um bom exemplo. O projeto para a requalificação daquela via foi separado em diferentes fases. A primeira delas já foi implementada, com uso de materiais de baixo custo e rápida implantação, como tinta e sinalização. Agora, será possível medir como as pessoas irão se comportar nesse novo espaço, entender os fluxos e medir os impactos. Após toda essa análise, a prefeitura da cidade poderá adaptar o projeto definitivo, de acordo com observações técnicas ou dos moradores, utilizando recursos maiores apenas quando a população local já estiver acostumada ao novo desenho da rua – com espaços distribuídos democraticamente, segurança para todos usuários. (WRI Brasil, 2018).

Na Rua Joel Carlos Borges (Figura 10), os números mostram que são 22,5 pedestres para cada carro nos horários de pico. A vocação daquela rua é atender à alta demanda de pessoas caminhando. O limite de velocidade reduzido, de 20 km/h, permite que ciclistas e carros compartilhem a faixa de rolamento existente. É uma rua completa porque o novo desenho distribui o espaço viário de acordo com o real uso, mesmo que não disponha de faixa dedicada ao transporte coletivo, para bicicletas ou outras soluções de desenho viário (WRI Brasil, 2018).

Figura 10 - Mudanças na Rua Joel Carlos Borges, em São Paulo



Fonte: WRI Brasil (2018).

A ideia é que as cidades incluam diferentes perfis viários nas suas políticas de planejamento urbano, levando em consideração uma distribuição do espaço mais democrática e que atenda aos diferentes usuários. Tanto os Planos de Mobilidade como o Planos Diretores podem incluir princípios e conceitos de Ruas Completas. Ao disseminar esse conceito, buscamos mudar o paradigma da forma como as ruas são projetadas, para construir cidades mais seguras, equitativas e vivas para as pessoas.

## 2.5 COMO OS ESTADOS UNIDOS VÊM TRATANDO A QUESTÃO DA CRIAÇÃO DE LEIS QUE OBRIGAM A INCLUSÃO DA ABORDAGEM DE RUAS COMPLETAS NO PROJETO DAS RUAS URBANAS

Nos Estados Unidos, os estados adotaram os estatutos legislativos do Complete Streets - leis estaduais que orientam as agências de transporte a projetar e operar rotineiramente ruas para fornecer acesso seguro a todos os usuários, incluindo pedestres, ciclistas, motoristas e usuários de transporte público. Até o momento, não houve uma análise sistemática e abrangente do conteúdo e das disposições dessas leis. Usando métodos estabelecidos de mapeamento legal, foi realizada uma análise qualitativa das leis estaduais que entraram em vigor até dezembro de 2018. Embora as leis variem em conteúdo, detalhe e especificidade, várias disposições comuns foram identificadas nos estatutos. Os estatutos legislativos de Ruas Completas podem ser essenciais para garantir que as redes viárias em todos os estados sejam seguras, conectadas e acessíveis a todos os usuários. Este estudo fornece informações

importantes sobre o cenário legislativo das leis estaduais do Complete Streets e disponibiliza um novo conjunto de dados que pode apoiar futuras avaliações dessas leis (PORTER *et al.*, 2019).

Lesões em pedestres e bicicletas resultantes de colisões com veículos a motor têm sido problemas significativos de saúde pública e segurança nos transportes nos EUA. A Administração Nacional de Segurança Viária dos EUA afirmou em 2017 que a cada ano, em todo o país, uma média de quase 5.000 pedestres e mais de 700 ciclistas morrem em colisões com veículos a motor e dezenas de milhares de pessoas estão feridas. (PORTER *et al.*, 2019). As mortes de pedestres e ciclistas aumentaram substancialmente na última década, abrangendo 20% de todas as mortes no trânsito nos EUA, resultando na morte de quase um pedestre a cada duas horas e um ciclista a cada doze horas (PORTER *et al.*, 2019). Ao longo do século 20, as leis adotadas nos EUA relacionadas a transporte, impostos, moradia e zoneamento resultaram coletivamente na priorização do automóvel como principal meio de transporte do país. Eisenhower (então Presidente dos Estados Unidos), na Lei de Rodovias Interestaduais de 1956 - financiada por impostos sobre combustíveis - levou à construção de um sistema de rodovias interestaduais a 41.000 milhas, desenvolvido especificamente para "proporcionar o crescimento esperado do tráfego de veículos automotores" (PORTER *et al.*, 2019). Ainda segundo Porter *et al.* (2019), as políticas federais de habitação adotadas desde a década de 1920 incentivaram os a compra de novas casas unifamiliares fora do núcleo urbano, em áreas que só podiam ser acessadas com eficiência por automóveis e as leis de zoneamento - que regulam tamanhos, usos e desenvolvimento de áreas geográficas específicas - geralmente focam na perpetuação de padrões de crescimento de baixa densidade e expansão autocentrada. Como resultado, as rodovias dos EUA foram construídas principalmente para acomodar veículos a motor, acima e além de todos os outros modos de transporte. Zvestoski & Agyeman (2015) ressaltam que esse "paradigma auto-normativo" do planejamento de transporte nos EUA contribuiu para a dependência do automóvel, a expansão suburbana e, finalmente, aumentou as interações prejudiciais entre veículos a motor, pedestres e ciclistas.

## 2.6 A NECESSIDADE DA MUDANÇA NA FORMA COMO VEM SENDO ABORDADA A QUESTÃO DAS RUAS COMPLETAS

A avaliação econômica do transporte convencional tende a ignorar ou subestimar muitos desses impactos. Geralmente, monetiza (mede em valores monetários) os custos do projeto, o tempo de viagem e a economia de operação do veículo e, às vezes, as mudanças nas

taxas de acidentes e emissões. O planejamento convencional tende a ignorar a tendência de estradas mais amplas para reduzir a acessibilidade, criando barreiras para viagens não motorizadas e estimulando a expansão. Geralmente, não atribui nenhum valor à melhoria da acessibilidade, conforto e diversão dos não motoristas; valores de opção ou patrimônio; cargas reduzidas de motorista; melhoria da aptidão e saúde pública; economia de custos de estacionamento; economia de veículo; conservação de energia; ruído reduzido; estética melhorada; ou expansão reduzida. Como resultado, a avaliação convencional tende a supervalorizar a expansão da estrada e a subestimar ruas completas (LITMAN, 2015).

Hickman *et al.* (2012) afirmam que os processos de avaliação de iniciativas de transporte geralmente são caracterizados por sua complexidade, envolvendo uma ampla gama de impactos que precisam ser abordados e muitas partes interessadas que tentam influenciar as decisões a serem tomadas. O crescente interesse pelo meio ambiente e o desenvolvimento sustentável em geral enfatizaram a necessidade de levar em consideração uma ampla perspectiva ao abordar as iniciativas de transporte. Isso significa que as dimensões econômica, social e ambiental precisam ser consideradas simultaneamente no processo de avaliação. O foco na incorporação de tais considerações de sustentabilidade estabeleceu novas demandas para o processo de avaliação e revelou uma crescente necessidade de envolver as partes interessadas no processo de suporte à decisão para capturar todos os aspectos dos problemas de decisão frequentemente complexos. As avaliações convencionais na área de transporte geralmente são baseadas apenas na análise de custo-benefício, que captura os impactos que podem ser atribuídos com um valor monetário. Portanto, é necessário um sistema de apoio à decisão capaz de avaliar o efeito de outros tipos de impactos e incluí-lo na avaliação e para preencher essa lacuna na pesquisa, propõe-se uma metodologia utilizando oficinas de planejamento e análise de decisão com vários critérios em combinação para melhorar o suporte à decisão e promover uma abordagem de planejamento de transporte mais sustentável por meio da participação ativa das partes interessadas no processo.

Quanto à priorização de intervenções nas Ruas Completas, Hui *et al* (2018) revisaram diferentes estruturas de classificação para medir a “completude” das ruas. Eles enfatizaram a falta de estruturas quantitativas e observaram que a maioria das estruturas trata apenas de projetos e geometrias de ruas. Além disso, sugeriram que uma estrutura que pudesse considerar todas as ruas de uma rede e priorizar intervenções seria uma grande ajuda para o desenvolvimento de melhores políticas para as cidades. A metodologia proposta neste trabalho visa responder a esse problema.

## 2.7 CONCEITOS SOBRE MÉTODO ANÁLISE DE DECISÃO MULTICRITÉRIO – MCDA E O MACBETH

Conforme recomendado por Hickman, *et al.* (2012) e assinalado por Donais *et al.* (2019), os processos tradicionais de tomada de decisão na área de transportes aplicam a análise custo-benefício (CBA) no entanto, uma mudança em direção a práticas mais sustentáveis foi iniciada nas últimas décadas para remediar os muitos impactos negativos da automobilidade. Como resultado, as práticas decisórias tornaram-se mais complexas devido aos aspectos multidimensionais e à variedade de partes interessadas envolvidas, geralmente com pontos de vista conflitantes.

Para apoiar a tomada de decisão rigorosa, a análise de decisão multicritério (MCDA) tem sido, além da CBA, freqüentemente usada por governos e cidades, por ser um método de apoio à decisão que permite avaliar opções que levam em conta múltiplos critérios. No entanto, ainda não há consenso no campo dos transportes em relação a um método preferido que possa integrar princípios de sustentabilidade. Porém, detentor de uma perspectiva mais global e holística e facilitando a inclusão de um processo participativo, o MCDA emerge como o método de avaliação mais promissor para o transporte sustentável (DONAIS *et al.*,2019).

O auxílio à decisão com múltiplos critérios (MCDA), segundo Roy (2016), oferece uma alternativa que pode se adequar melhor à complexidade da integração dos princípios de sustentabilidade. Em vez de basear-se nas preferências de mercado como na CBA, os modelos MCDA são construídos em conjunto de acordo com as preferências e prioridades das partes interessadas, Bristow e Nellthorp (2000) reforçam afirmando que podem estar mais intimamente ligados aos objetivos das políticas. Dimitriou *et al.* (2016), Hüging *et al.* (2014) e Tudela *et al.* (2006) apontam outras vantagens do MCDA são que ele estrutura um problema mal definido e complexo para fornecer uma imagem mais ampla da situação, considera aspectos tangíveis e intangíveis e é composto de vários métodos que são adaptados a diferentes contextos de decisão. Camargo Pérez *et al.* (2015), Macharis e Bernardini (2015) e Mardani *et al.* (2015), agregam mais vantagens do MCDA, a serem usadas no campo dos transportes, quando se trata de avaliação de projetos em áreas como infraestrutura, logística, gerenciamento de mobilidade e transporte público.

No entanto, Beria *et al.* (2012), Browne e Ryan (2011), apresentaram algumas críticas a alguns métodos de MCDA devido a complexidade matemática de alguns métodos criando efeitos de caixa preta. Outra crítica é que os processos participativos com muitas partes

interessadas consomem tempo e recursos e ainda, que alguns métodos forçam a agregação de aspectos incomparáveis por meio da ponderação. Roy (2016) salienta que este último ponto não é verdadeiro para os métodos ordinais de MCDA que foram desenvolvidos com precisão para esclarecer e identificar incomparabilidades nos processos de decisão.

Como visto em Bana e Costa (2010), para muitos autores, o apoio à decisão consiste simplesmente em ajudar o decisor a escolher a melhor de várias opções. Mas existem outras problemáticas possíveis no apoio à decisão, diferentes da simples escolha, como a priorização de ações potenciais ou a sua alocação a categorias pré-definidas, que foram salientadas por Roy (1985).

Dentre os inúmeros métodos de análise multicritério, para esse estudo foi escolhido o MACBETH “*Measuring Attractiveness by a Category Based Evaluation Technique*” (medição da atratividade por uma técnica de avaliação baseada em categorias – tradução livre). A atratividade mencionada reflete a pontuação atribuída a cada opção em cada critério, conforme Bana Consulting (2005). Esta análise distingue-se de outros métodos multicritérios por basear a ponderação dos critérios e a avaliação das opções em julgamentos qualitativos sobre diferenças de atratividade (BANA E COSTA, 2013). A abordagem MACBETH permite assim, além da análise de critérios quantitativos, adicionar questões qualitativas e quantificá-las em escalas definidas junto aos especialistas (DONAIS *et al.*, 2019). Passo a passo, os valores subjetivos são transformados em números a serem validados por meio do software M-Macbeth, vinculado à abordagem referida. Isto possibilita uma maior robustez na análise do processo de decisão, no caso desta pesquisa, na priorização dos segmentos de rua.

## 2.8 A ABORDAGEM MACBETH

Segundo Bana Consulting (2005), criador do método, o MACBETH é uma metodologia de apoio à tomada de decisão, que permite avaliar opções tendo em conta múltiplos critérios. Para ele, a distinção fundamental entre MACBETH e outros métodos de Análise de Decisão com múltiplos critérios é que o MACBETH requer apenas julgamentos qualitativos sobre as diferenças de atratividade entre elementos, para gerar pontuações para as opções (ou níveis de desempenho) em cada critério e para ponderar os critérios. Sete categorias semânticas de diferença de atratividade são introduzidas no MACBETH: diferença de atratividade nula, muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema, o que explica a origem do nome da abordagem.

O MACBETH é um processo de planejamento integrado que apresenta perguntas às partes interessadas de uma maneira que as ajuda a alcançar um consenso, minimizando os conflitos durante as oficinas (DONAIS *et al*, 2019).

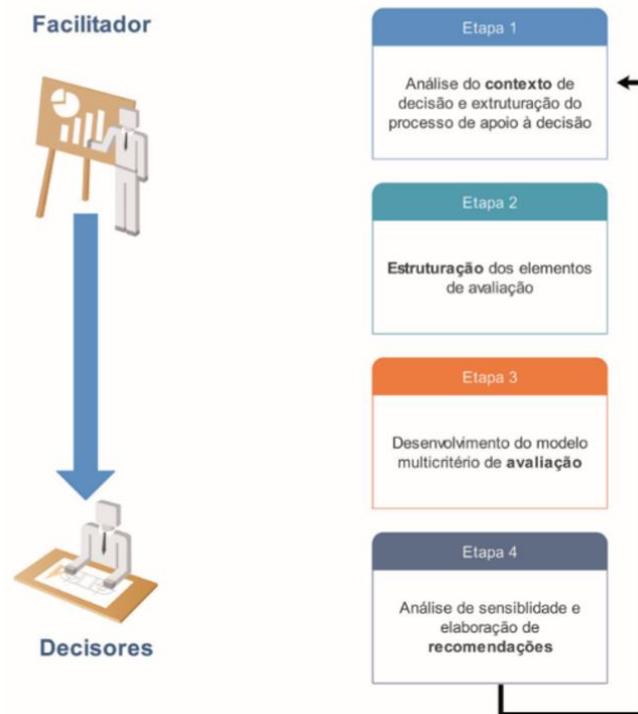
A aplicação de modelos e técnicas clássicas para medição cardinal de valores geralmente requer que uma pessoa responda a perguntas muito difíceis. Para resolver esse problema, a abordagem MACBETH propõe um procedimento simples de questionamento para 'direcionar' a quantificação interativa de valores através de julgamentos verbais aos pares de diferença de atratividade entre elementos valiosos de um conjunto, como explicado em Bana e Costa (1994).

Baseado em um paradigma construtivista, Bana e Costa e Pirlot (1997 apud Furtado *et al.*, 2017), afirmam que o MACBETH tem como convicções que norteiam o modelo o seguinte:

- a) a consideração simultânea dos elementos de natureza objetiva e subjetiva; e
- b) a convicção construtivista, que tem a participação e a aprendizagem dos participantes do projeto como pilares do paradigma.

Nesse processo metodológico, são consideradas quatro etapas de execução, como mostra a figura 11 e serão explicadas em maiores detalhes nos capítulos da Metodologia e Aplicação.

Figura 11 - Fases do processo MACBETH de apoio multicritério à decisão



Fonte: Furtado (2017).

- a) Etapa 1 - Análise do contexto: identificação do problema e enquadramento da situação na qual a decisão se insere; bem como a definição dos atores que participarão no processo decisório;
- b) Etapa 2 - Estruturação dos elementos: identificação dos pontos de vista fundamentais e critérios; definição das opções a serem avaliadas e dos seus desempenhos.
- c) Etapa 3 - Construção do modelo multicritério aditivo de valor e avaliação das opções segundo esse modelo;
- d) Etapa 4 - Análise de sensibilidade do modelo e recomendações.

Já a estrutura proposta por Donais *et al.* (2019), que será utilizada no trabalho, foi organizada em cinco fases:

- a) Fase 1 - Estruturação do problema;
- b) Fase 2 - Construção de escalas de atratividade (esta fase se enquadra na etapa 3 vista anteriormente e corresponde à pontuação obtida para as opções);
- c) Fase 3 - Derivação de constantes de escala (esta fase se enquadra na etapa 3 vista anteriormente e corresponde à ponderação dos critérios e definição da escala global construída a partir dos pesos) ;
- d) Fase 4 - Validação (corresponde à etapa 4 anterior) e

- e) Fase 5 - Produção geográfica dos mapas de prioridade (etapa que se soma ao processo facilitando a leitura e interpretação dos resultados, tornando-os mais acessíveis e transparentes).

Podendo classificar um grande conjunto de alternativas, o método é suportado por um software, o M-MACBETH (Bana Consulting, 2005). Sendo uma abordagem interativa para mapear em escala cardinal tanto elementos quantitativos quanto os qualitativos. Assim sendo, para entender a importância do método, é preciso compreender a diferença entre as preferências ordinal e cardinal, pois o modelo auxilia a quantificar esta última usando como insumo os julgamentos de valores expressos qualitativamente. À medida que estes julgamentos qualitativos são introduzidos no M-MACBETH, o software verifica automaticamente, através da análise da coerência cardinal e semântica, eventuais inconsistências entre os juízos de valores que os decisores manifestam - problemas operacionais reconhecidos como uma fraqueza em outros procedimentos - e sugere possibilidades de ajuste, por meio de programação linear. Tecnicamente, o M-MACBETH usa uma cadeia de quatro programas lineares para atribuir números aos elementos do conjunto com base nos julgamentos qualitativos expressos pela pessoa questionada e revelar possíveis fontes de incoerência (BANA E COSTA, 1994).

Posteriormente, o processo MACBETH evolui para a construção de um modelo quantitativo de avaliação. A partir dos julgamentos do avaliador e utilizando as funcionalidades do software, uma escala de pontuações em cada critério e pesos relativos para os critérios são gradualmente sugeridos e discutidos. Em seguida, uma pontuação global é calculada para cada opção, fazendo a soma ponderada das suas pontuações nos múltiplos critérios. Essa pontuação global reflete a atratividade da opção respectiva no conjunto de todos os critérios. O uso da noção de julgamentos semânticos desempenha, pois, um papel fundamental nesta metodologia e a simplicidade, interatividade e construtividade dessa abordagem a inserem nos paradigmas modernos do auxílio à decisão. Como resume Donais *et al.* (2019), o método permite construir escalas em nível de intervalo cardinal para os critérios, originalmente qualitativos ou quantitativos; derivar os pesos dos critérios; e obter uma pontuação agregada para cada alternativa.

Diversas análises de sensibilidade e de robustez dos resultados do modelo, assim construído, permitirão compreender o problema em profundidade, ajustar o modelo e formar convicções sobre as prioridades a estabelecer ou as opções a selecionar, em contextos de tomada de decisão individual ou em grupo. M-MACBETH ainda oferece numerosas

representações gráficas que facilitam a elaboração de um relatório justificando as recomendações elaboradas (BANA CONSULTING, 2005). Os detalhes sobre os procedimentos matemáticos que fundamentam a obtenção de uma escala numérica a partir de julgamentos de valores qualitativos, assim como a identificação de inconsistências entre os julgamentos de valores e análises de sensibilidade e robustez estão disponíveis em Bana Consulting (2005). Abaixo, segue uma síntese do processo MACBETH:

Figura 12 - Quadro-síntese do processo MACBETH de apoio multicritério à decisão.

| <b>ESTRUTURAÇÃO</b> | <b>AVALIAÇÃO</b>  | <b>RECOMENDAÇÕES</b>             |
|---------------------|-------------------|----------------------------------|
| <b>Critérios</b>    | <b>Pontuação</b>  | <b>Análise de resultados</b>     |
| <b>Opções</b>       | <b>Ponderação</b> | <b>Análises de sensibilidade</b> |

Fonte: Bana Consulting (2005).

A figura 12 resume as principais etapas envolvidas no processo MACBETH, de acordo com Bana Consulting (2005):

- Estruturação – fase na qual se definem os pontos de vista, atores envolvidos e se identificam os critérios e opções a serem avaliadas em suas performances;
- Avaliação – fase na qual se avalia a atratividade (pontuação) de cada opção em cada critério e obtém-se os pesos dos critérios;
- Recomendações – fase das análises de consistências. Na análise de resultados é feita a avaliação da atratividade global de cada opção e se exploram os resultados do modelo; já na análise de sensibilidade, como o termo sugere, analisam-se a sensibilidade e robustez dos resultados do modelo à luz de vários tipos de incertezas nos dados.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho busca validar para a realidade brasileira a metodologia utilizada na pesquisa feita para cidade de Quebec, Canadá, pelos professores da Universidade de Laval (CA), com o objetivo de identificar, avaliar e hierarquizar o potencial de uma rua a ser reprojetaada como uma rua completa, por meio do método de análise multicritério denominado MACBETH. Essa metodologia foi aplicada com o suporte de doze profissionais da Prefeitura de Quebec, que lidam com as questões do sistema viário, procurando mesclar diversas áreas técnicas. Eles foram os atores responsáveis por externar as opiniões nos diferentes campos representando o pensamento da Prefeitura de Quebec. No entanto, foram feitos os devidos ajustes a fim de adequar a pesquisa ao contexto do Brasil.

O método de análise multicritério MACBETH dispõe de um software denominado M-MACBETH que foi utilizado na pesquisa. Este programa foi alimentado pelas opiniões geradas pelos técnicos da Prefeitura, no caso de Quebec.

O M-MACBETH exige, primeiramente, que se defina o problema a ser tratado e quais são as alternativas de escolha a serem feitas. Em seguida, solicita a definição dos critérios que vão possibilitar a análise dessas alternativas. Constrói-se, posteriormente, a partir dos dados coletados em cada critério, as escalas de mensuração da atratividade (potencial) de cada critério. Construídas as escalas, seguem-se às etapas posteriores a fim de se obter o peso de cada critério, possibilitando a geração de uma média ponderada indicativa do potencial de cada segmento vir a ser reprojetaado como uma rua completa.

Neste trabalho, parte-se do mesmo problema de Quebec que, como dito anteriormente, consiste em obter um ranqueamento das ruas segundo seu potencial de serem reprojetaadas como uma rua completa. Desta forma, nosso objeto de trabalho são os segmentos viários, ou seja, trechos da rede viária limitados por interseções.

Para a definição dos critérios foi feita uma crítica inicial sobre os 11 critérios definidos na pesquisa canadense para verificar a viabilização no caso do Recife em função da disponibilidade dos dados para suas quantificações. Os critérios definidos no estudo do Canadá foram os citados a seguir e serão explicados posteriormente.

- a) Rede de Bicicletas;
- b) Rede de Ônibus;
- c) Conectividade (qualidade relativa à malha urbana);
- d) Dimensão Cidadã (participação popular nos conselhos de bairros);
- e) Densidade de Atividades Humanas;

- f) Fluxo de Pedestres;
- g) Segurança (acidentes com pedestres);
- h) Largura da Rua;
- i) Privação Social e Material (relativo a indicadores socioeconômicos);
- j) Planejamento Urbano (planos existentes relativos a ruas ou segmentos, incluindo planos de bairro e planos diretores);
- k) Índice de Cobertura das Árvores.

Inicialmente, no caso em estudo, chegou-se à conclusão que três deles não dispõem das informações necessárias para serem utilizados no Recife, que são: dimensão cidadã, privação social e material e planejamento urbano. No caso da dimensão cidadã - que corresponde à participação popular por meio de reclamações, petições e resoluções nos conselho de bairros - os próprios canadenses acharam cedo para incluí-la diretamente e preferiram utilizar como uma aproximação o número de requisições dirigidas à Prefeitura e as resoluções dos conselhos de vizinhança sobre aspectos viários, elementos não disponíveis na gestão da cidade do Recife. Na questão da privação social e material, eles utilizaram um índice, elaborado pelo Ministério da Saúde e Serviços Sociais de Quebec, baseado em seis indicadores socioeconômicos e que expressa a privação em duas dimensões: a privação material (a proporção de pessoas sem diploma do ensino médio, a relação população / emprego e a renda média) e a privação social (a proporção de pessoas que moram sozinhas, a proporção de indivíduos separados, divorciados ou viúvos e a proporção de famílias monoparentais). Este índice também não estava disponível para a cidade do Recife. Por fim, para a questão de planejamento urbano procuraram incorporar todos os planos urbanos da prefeitura que envolvessem os segmentos viários. Como também não estão disponíveis no contexto local, decidiu-se não utilizá-lo neste estudo.

Analisa-se, então, neste trabalho, oito critérios que serão explicados a seguir. Alguns deles sofreram ajustes em relação aos utilizados no Canadá, como o critério da rede de ônibus. Não foram consideradas, para este caso, as linhas planejadas por não existirem na realidade local.

- a) Rede de bicicletas: Para este critério, foi considerada a rede cicloviária da cidade do Recife – existente, planejada e inexistente, não havendo aqui distinção entre ciclovias, ciclofaixas e ciclorotas. Este é um critério qualitativo e foram definidas três classes para a avaliação do segmento de rua neste indicador, divergindo de Quebec, que

elencou cinco categorias, já que esta cidade possui uma rede cicloviária mais desenvolvida que a do Recife. Para cada classe, então, foi estabelecido um nível de performance/ desempenho a ser inserido no M-MACBETH. Estes níveis serão detalhados no subitem de Obtenção de Dados e no capítulo da Aplicação. Mas vale destacar anteriormente que, para cada critério, serão definidos dois níveis de referência, um superior, chamado aqui de “BOM” e um inferior, chamado de “NEUTRO”. O nível “bom” indica, no caso deste critério, um valor satisfatório para a priorização de determinada rua ser reprojetaada como rua completa, podendo haver valores maiores do que ele, no critério; e o nível “neutro” como sendo o nível a partir do qual não haveria mais interesse, podendo ainda haver valores inferiores a ele. Entendendo que o fato de um segmento ter uma via de bicicleta planejada faz com que o seu potencial de ser reprojetaado como rua completa seja maior do que aquele com uma via já existente (já que, neste caso, se torna mais relevante para fechar um circuito/rede cicloviária), ficou estabelecido o maior nível de performance para os segmentos com vias planejadas aos quais atribuiu-se o nível superior (BOM) de performance; seguidos daqueles com vias para bicicletas existentes e, por último, os segmentos que não têm via existente nem planejada, aos quais atribuiu-se a referência inferior (NEUTRO).

- b) Rede de ônibus: Como dito anteriormente, este critério sofreu alteração em relação ao utilizado no Canadá. Lá, a escala avaliava segmentos pertencentes à rede de transporte público por ônibus, incluindo linhas existentes e linhas planejadas. Como no nosso caso não existe informação sobre linhas planejadas, utilizou-se apenas as informações sobre as linhas existentes. O valor a ser medido foi o intervalo de tempo de passagem dos ônibus pelo segmento, sendo mais bem pontuados os menores intervalos. A escala construída consta dos seguintes níveis de performance: BRT; linhas com intervalos entre 10 e 15 minutos na hora do pico e fora dele (nível BOM); linhas regulares com intervalos entre 15 e 30 minutos; linhas com intervalos maiores que 30 minutos (nível NEUTRO) e segmentos onde não passam linhas de ônibus.
- c) Conectividade: Neste estudo, para medir a conectividade da rede de ruas foi usado o conceito de Sintaxe Espacial, pois permite analisar formas espaciais e sua influência na atividade humana (HILLIER, 2007). Baseado no modelo de Quebec, entre as diferentes medidas de sintaxe espacial, optou-se por se usar aqui o NACH

(*Normalizing Angular Choice*) – medida de escolha angular normalizada, introduzida por Hillier *et al.* (2012) – que mede o potencial de um segmento ser usado como o caminho mais curto para outro segmento dentro de um determinado raio. Em outras palavras, um segmento com alta conectividade é um segmento com maior probabilidade de ser usado por pedestres (por exemplo, redes urbanas em forma de grade geralmente têm um NACH alto, redes com traçados semelhantes a árvores têm um NACH baixo e uma rua sem saída tem um NACH igual a zero). Aqui, foram utilizadas as indicações dos autores com valores do NACH de 1,5 para o nível BOM e 0,95 para o NEUTRO. Sendo todas as outras coisas iguais, quanto maior a sua conectividade, mais inclinados eram os profissionais a projetar um segmento como Rua Completa. Este índice, contudo, será melhor detalhado no subitem 3.1 da Obtenção de Dados e no capítulo de Aplicação Metodológica.

- d) Densidade de Atividade Humana: Este critério, neste estudo chamado de Atividade Mercantil, foi escolhido para representar a proximidade de um segmento aos atratores de viagens locais e principais. Para o cálculo da densidade de atividade humana no Canadá, utilizou-se a densidade de residentes, trabalhadores e estudantes em uma área que representa a menor unidade geostática dos dados do Censo Canadense, enquanto aqui, utilizamos os dados do Cadastro Mercantil da Prefeitura da Cidade do Recife para obter o número de pessoas empregadas no comércio e no serviço por lote, que foram agrupados por setor censitário (menor unidade de compilação de dados do IBGE, segundo Censo de 2010) e calcular a densidade de atividades mercantis por setor. Quanto maior a densidade, mais inclinados eram os profissionais a projetar um segmento como Rua Completa. A partir dos dados encontrados para os 108 segmentos do Espinheiro, foi construída uma escala com catorze níveis de performance, apresentada no capítulo da Aplicação. Para os níveis “BOM” e “NEUTRO” foram escolhidos os valores de 20 e 10 registros/ha, respectivamente.
- e) Fluxo de Pedestre: Para este critério, o cálculo de pedestres foi estimado, com base nas imagens do Google Street View, já que os valores que seriam obtidos pela matriz de O-D do Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira, na cidade do Recife, não estavam disponíveis oportunamente. Foram adotados os valores de bom e neutro sugeridos pelos autores do estudo em Quebec, de 1000 pedestres/dia e 500

pedestres/dia, respectivamente. Quanto maior for o fluxo de pedestres, maior será o potencial do segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa.

- f) **Segurança:** Referindo-se à segurança viária e assim chamado no presente estudo, assim como no Canadá, para este critério foi usado o número de colisões envolvendo pedestres durante um período de dois anos. Obteve-se, então, um valor de acidentes por comprimento total da rua em questão. Posteriormente, para se obter uma taxa por segmento, foi multiplicada a razão encontrada pelo comprimento do segmento analisado. Obteve-se, assim, uma escala com dez níveis de performance, sendo adotadas a taxa de 0.3 colisões/m para o nível “BOM” e, para o nível “NEUTRO”, o valor de 0.1.

Quanto maior esta taxa, ou seja, maior o número de colisões envolvendo pedestres por comprimento, maior necessidade o segmento apresenta em ser reprojetoado como Rua Completa.

- g) **Largura da rua:** Ruas estreitas podem ser um obstáculo para o projeto de uma rua completa, pois a intenção é fornecer o equilíbrio certo de espaço para todos os modos, de acordo com o contexto urbano (caminhada, ciclismo, transporte público e veículos particulares), como visto em Donais *et al.*, (2019). Os profissionais priorizaram então, para o ranqueamento, ruas mais amplas, pois seria mais fácil implementar diversos modos de transporte, bem como ampliar a arborização. Foram utilizadas as referências sugeridas no estudo de Quebec, que estabeleceu o nível bom com 15 metros e o nível neutro com 10 m.

- h) **Índice de Cobertura das Copas das Árvores:** Como uma das medidas voltadas para a melhoria da saúde pública, assim como em Quebec, aqui também adotou-se este critério como relevante para a intervenção urbana, a partir do índice de cobertura das árvores. No entanto, ao contrário do Canadá que necessita de maior incidência solar por ser uma cidade fria e, portanto, menor sombreamento, no nosso País, onde as temperaturas são altas o ano inteiro, uma ampla cobertura verde nas vias é imprescindível para o conforto dos usuários. Considerando, então, todos os demais critérios iguais, quanto maior o percentual de cobertura das árvores – tratado neste estudo como Arborização, maior será a atratividade (potencial) deste segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa. Para os níveis de performance, definiram-se

dez categorias, sendo estabelecidos para os níveis “BOM” e “NEUTRO” os valores 50% e 20%, respectivamente.

A pesquisa buscou envolver quinze técnicos no processo de consulta sobre suas opiniões necessárias à alimentação do programa M-MACBETH para obtenção do ranqueamento do potencial dos segmentos em se tornarem uma rua completa. Da Prefeitura da Cidade do Recife foram: três técnicos do Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira (ICPS) e três técnicos da Companhia de Transporte e Trânsito (CTTU); um técnico do Word Research Institute Brasil-WRI e oito professores, doutores e especialistas em Transporte Urbanos.

A essas pessoas foi solicitado que respondessem a três questões, detalhadas em seguida:

- a) A validação dos critérios acima descritos, com sugestão de retirada ou acréscimo dos mesmos;
- b) Solicitou-se que os especialistas fizessem o ranqueamento dos critérios, do mais importante ao menos importante, tendo em vista o objetivo da pesquisa;
- c) Solicitou-se, ainda, o preenchimento de uma matriz de julgamento entre critérios.

Foi durante a fase da validação dos níveis de “bom” e “neutro” sugeridos na pesquisa canadense que foi sugerida a inverção da escala de mensuração do critério Índice de Cobertura das Copas das Árvores, já que o Canadá utilizou os níveis de “bom” para 16% de cobertura e “neutro” para 40% de cobertura, por se tratar de um país extremamente frio, no qual se deseja maior exposição ao sol, diferentemente de nosso contexto, onde se deseja maior sombreamento. Resolveu-se, pois, definir os valores de “bom” para 50% de cobertura e de “neutro” para 20%, para a nossa realidade. A partir desta validação dos valores de “bom” e “neutro”, através do programa M-MACBETH, constroem-se as escalas de atratividade (potencial) para cada critério, salientando-se que o software define que o nível “bom” assume o valor 100 e o nível “neutro”, o valor zero para a construção destas escalas, seguindo alguns passos, explicados a seguir.

Primeiramente, alimenta-se o software M-MACBETH com os níveis de performance validados para cada critério, a partir dos dados obtidos, registrando os valores “BOM” e “NEUTRO” atribuídos, para cada escala de pontuação criada. A figura 13 mostra a interface do software nesta etapa de preenchimento, para o critério da largura viária.

Figura 13 - Níveis de performance para a largura viária.

Propriedades de Largura viária

Nome:  Nome abreviado:

Comentários:

Base de comparação:

as opções

as opções + 2 referências

níveis qualitativos de performance:

níveis quantitativos de performance:  critério

Níveis de performance:

| - | + | Nível quantitativo |
|---|---|--------------------|
| 1 |   | 25                 |
| 2 |   | 20                 |
| 3 |   | 15                 |
| 4 |   | 10                 |
| 5 |   | 5                  |

Indicador:

Abreviado:  Unidade:

Fonte: A Autora (2019).

Após preencher os níveis de performance para todos os critérios, registrar as referências superior e inferior do “bom” e “neutro” (cores verde e azul, respectivamente, de acordo com o padrão do software) e indicar se estes níveis são qualitativos ou quantitativos, como observados na figura acima, segue-se ao próximo passo a ser feito no M-MACBETH - o preenchimento de uma matriz de julgamento da atratividade par a par entre todos os níveis do critério, repetindo-se para todos os critérios, como exemplificado na figura 14.

Figura 14 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério da largura viária.

|    | 25   | 20        | 15       | 10       | 5         | Escala atual |           |
|----|------|-----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 25 | nula | mt. fraca | positiva | positiva | positiva  | 103.33       | extrema   |
| 20 |      | nula      | fraca    | positiva | positiva  | 166.67       | mt. forte |
| 15 |      |           | nula     | forte    | positiva  | 100.00       | forte     |
| 10 |      |           |          | nula     | mt. fraca | 0.00         | moderada  |
| 5  |      |           |          |          | nula      | -50.00       | fraca     |
|    |      |           |          |          |           |              | mt. fraca |
|    |      |           |          |          |           |              | nula      |

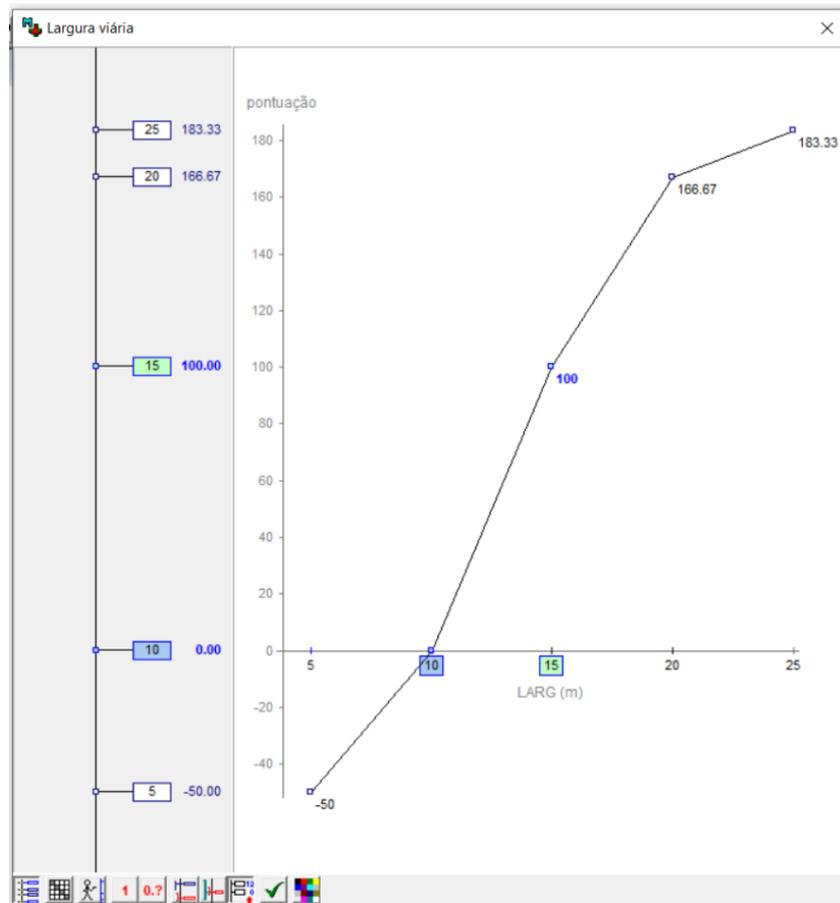
Julgamentos consistentes

Fonte: A Autora (2019).

As comparações entre as opções (níveis de performance) são sempre realizadas duas a duas, avaliando-se qualitativamente a diferença de atratividade entre elas, escolhendo uma das sete categorias semânticas do MACBETH (“nula”, “muito fraca”, “fraca”, “moderada”, “forte”, “muito forte” ou “extrema”) ou várias categorias consecutivas em caso de hesitação ou divergência. Deve-se observar, inicialmente, se os níveis de performance estão no ordenamento decrescente de valores, tanto na coluna-base, quanto na linha-base. Caso não estejam, necessita-se corrigir, arrastando as células para o lugar adequado, a fim de que a matriz possa ser preenchida. Estando correto este ordenamento, o software preenche automaticamente a diagonal principal (das células formadas pelos mesmos níveis) com o valor semântico “nulo”, que representa a indiferença na atratividade entre os valores. No caso da figura acima, preencheu-se a diagonal imediatamente acima da diagonal principal, comparando-se cada duas opções consecutivas na matriz e o software automaticamente validou esta ordenação (imprimiu nas células o valor “positivo”, provando que não havia inconsistência). Bana Consulting (2005) pontua que não é necessário introduzir um julgamento para cada par de opções ou níveis de performance da matriz. No entanto, para que haja validação automática, recomenda-se preencher a última coluna da matriz (comparando cada uma das opções com a menos atrativa); preencher a primeira linha (que compara a opção mais atrativa com as restantes) e a diagonal imediatamente acima da principal (como no exemplo da Largura Viária).

Segundo Bana e Costa (2013), à medida que os julgamentos qualitativos são emitidos pelo avaliador e introduzidos no M-MACBETH, o software verifica automaticamente a sua consistência e, quando encontra uma inconsistência, oferece sugestões para eliminá-la com o menor número de mudanças necessárias para resolvê-la, por meio de programação linear. A partir de uma matriz de julgamentos consistentes, o MACBETH propõe uma pontuação para cada opção. Estas pontuações formam a escala numérica MACBETH de base. A formulação do problema linear, detalhada em Bana e Costa (2013), foi concebida de tal forma que, além de fixar o valor zero para a indiferença (diferença nula de atratividade), atribui o valor 1 aos julgamentos muito fracos, 2 aos fracos, 3 aos moderados, 4 aos fortes, 5 aos muito fortes e 6 aos extremos. Por meio da combinação destes valores com os atribuídos aos níveis de referência superior (100) e inferior (zero), as escalas de atratividade de cada critério que permitirão obter a pontuação de cada segmento nos diferentes critérios apresentadas na figura 15, são definidas e associadas a um gráfico.

Figura 15 - Gráfico da escala de atratividade para o critério da largura viária.



Fonte: A Autora (2019).

Após esta etapa concluída, solicitou-se aos especialistas que fizessem o ranqueamento dos critérios, do mais importante ao menos importante, tendo em vista o objetivo da pesquisa e, o posterior preenchimento de uma matriz de julgamento entre critérios, vide tabela 6, na qual a primeira coluna deverá ser preenchida em ordem decrescente de importância dos critérios. A matriz abaixo foi preenchida por um dos quinze especialistas consultados. Logo, foram preenchidas quinze matrizes, sendo esta apresentada apenas como exemplo.

Tabela 6 - Planilha de alimentação do Programa M-Macbeth para obtenção dos pesos de cada critério.

|                     | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | NEUTRO |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
| C1- Pedestre        | x  | 5  | 4  | 4  | 5  | 3  | 4  | 4  | 4      |
| C2- Ônibus          |    | x  | 2  | 4  | 5  | 3  | 3  | 2  | 3      |
| C3-Bicicleta        |    |    | x  | 5  | 5  | 4  | 4  | 5  | 5      |
| C4-Largura          |    |    |    | x  | 5  | 4  | 4  | 3  | 4      |
| C5-Conectividade    |    |    |    |    | x  | 5  | 4  | 4  | 3      |
| C6- Densidade       |    |    |    |    |    | x  | 1  | 2  | 3      |
| C7-Segurança Viária |    |    |    |    |    |    | x  | 3  | 4      |
| C8-Árvores          |    |    |    |    |    |    |    | x  | 4      |
| NEUTRO              |    |    |    |    |    |    |    |    |        |

Fonte: A Autora (2019).

Em seguida, para o preenchimento da coluna denominada “NEUTRO”, pediu-se que se imaginasse um determinado segmento no qual todos os critérios estão situados no nível “neutro” e, em apenas um critério o nível seja modificado de “neutro” para “bom”, o que implicaria esta mudança na atratividade deste segmento ser escolhido para ser reprojetoado como uma rua completa. A avaliação foi feita estabelecendo-se valores, de acordo com o nível do suposto impacto sofrido pelo segmento, a partir da mudança no referencial do critério. Se este impacto fosse muito pequeno, adotava-se o valor um (1) no julgamento; (2) para pequeno; (3) para moderado; (4) para um forte impacto (melhoria) e (5) para muito forte. Repetindo-se esta questão para todos os critérios, obteve-se o preenchimento da coluna. No caso do Fluxo de Pedestres, por exemplo, considerando um determinado segmento de rua, ao imaginar uma melhoria no nível de performance de neutro para bom, o especialista consultado opinou que implicaria uma mudança moderada (4) na atratividade/ priorização do segmento ser reprojetoado como rua completa. Preenchida toda a coluna do “NEUTRO”, seguiu-se, então, ao preenchimento da linha correspondente a cada critério, fazendo-se a comparação para a par da melhoria obtida em cada critério em relação ao outro, a partir da mudança nos níveis de referência e assim, sucessivamente. Os critérios C1 a C8 são os acima referidos, porém, ordenados segundo o ranqueamento solicitado.

Baseando-se nessas informações fornecidas pelos especialistas, fez-se uma média dos valores da coluna “NEUTRO” para cada critério, com as 15 matrizes e, arredondou-se a média obtida para o valor inteiro mais próximo, em cada critério. Assim, com esses valores médios, para os critérios na coluna “NEUTRO”, fez-se o preenchimento na matriz final, alimentando o software para a geração dos pesos dos critérios.

Com a média das decisões dos especialistas para cada critério, já ordenados por grau de importância, se utiliza o programa M-Macbeth que fornece os pesos que cada critério terá. Multiplicando o peso obtido por cada critério pelos valores que cada segmento obteve na sua escala de atratividade, chega-se a uma média ponderada para cada segmento de todos os critérios.

O M-MACBETH fornece, então, uma escala global, baseada nos valores de “bom” igual a 100 e “neutro” igual a zero, onde aparecerão os valores das médias ponderadas dos critérios obtidas para cada segmento. Nessa escala estarão ranqueados os segmentos. Dos de melhor potencial para os de mais baixo potencial.

Valendo-se desses valores ranqueados se elabora um mapa da rede viária estudada através do programa Q-Gis onde se pode visualizar os segmentos por cores indicando cor vermelha: grande potencial, segmentos que obtiveram valores acima de 100, cor azul - potencial de regular a bom; segmentos que obtiveram valores entre 50 e 100, cor verde - potencial de regular a neutro; segmentos que obtiveram valores entre 50 e 0, cor rosa - potencial muito baixo, segmentos que obtiveram valores inferiores a 0. Este índice de segmentos assim apresentados facilita a identificação, a localização de cada segmento e o valor obtido do seu potencial.

### 3.1 OBTENÇÃO DOS DADOS

A seguir, descreve-se como foram obtidos os dados necessários para cada critério, a fim de se construir uma planilha, apresentada no APÊNDICE, com valores dos critérios referentes a cada segmento.

#### 3.1.1 Rede de Bicicletas

A ordem de preferência dos segmentos neste critério foi definida de acordo com as seguintes categorias: via planejada, via existente e via não existente. As informações referentes a essas categorias nos 108 segmentos da rede viária do bairro do Espinheiro foram obtidas no Plano Diretor Cicloviário da Região Metropolitana do Recife de 2013.

#### 3.1.2 Rede de Ônibus

Como dito anteriormente, este critério também sofreu alteração em relação ao utilizado no Canadá. Como no nosso caso não existe informação sobre linhas planejadas,

utilizou-se apenas as informações sobre as linhas existentes. O valor a ser medido foi o intervalo de passagem dos ônibus pelo segmento, sendo mais bem pontuados os menores intervalos. Todos os dados sobre a passagem das linhas pelos segmentos como seus respectivos intervalos no pico e fora pico foram obtidos do Grande Recife Consórcio de Transporte, órgão responsável pela gestão e regulamentação do Sistema de Transporte Público de Passageiros da Região Metropolitana do Recife (STPP/RMR).

### 3.1.3 Conectividade

Como já pontuado anteriormente, neste estudo, para medir a conectividade da rede de ruas foi usado o conceito de Sintaxe Espacial, que analisa, sistemicamente (como uma parte da cidade, uma rua, por exemplo, se relaciona com o todo), formas espaciais e sua influência na atividade humana (HILLIER, 2007), através de medidas quantificam o potencial de acessibilidade espacial da cidade. O instrumento utilizado pela sintaxe espacial para este fim é o software DEPHMAP-X. No entanto, para entender os valores gerados pelo software e aplicados neste estudo, é preciso antes fazer uma breve explanação teórica sobre o processo de análise espacial utilizado.

Turner (2001) propôs uma nova forma de análise para a teoria: a Análise Angular de Segmentos, com o objetivo de reduzir alguns dos problemas encontrados na análise tradicional (axial), como a quebra da linearidade de vias tortuosas, representadas por vários eixos, como se fossem várias mudanças de direção, o que nem sempre ocorre. A técnica apresenta duas diferenças principais em relação à análise axial clássica: agora, além da análise topológica (em relação às mudanças de direção), também é feita uma análise angular (geométrica), baseando-se no menor ângulo de encontro entre dois ou mais segmentos. Dessa forma, percursos contínuos (com poucas sinuosidades) são lidos como “semirretas”, que representam melhor a lógica de movimentação das pessoas. Além disso, esta nova técnica também realiza análises métricas, considerando um raio estipulado pelo usuário. A importância de utilizar diferentes tipos de análises (topológicas, angulares e métricas) se dá pelas características intrínsecas da cidade em suas diferentes escalas. Conforme explica Castro (2018), a análise angular de segmentos “quebra” os eixos axiais nas suas interseções com outros eixos, calculando cada segmento criado individualmente. Isto permite que a análise seja mais detalhada, principalmente para eixos muito longos, que apresentam diferentes padrões de deslocamentos ao longo do percurso, principalmente na escala do pedestre. A maioria das medidas aplicadas na análise angular de segmentos é similar às da

análise axial, porém elas foram adaptadas à nova forma de cálculo. As principais medidas da análise de segmentos são, segundo Al\_Sayed, *et al.* (2012):

- a) **Conectividade:** que é a medida mais básica da sintaxe espacial e, na escala local, mede a quantidade de segmentos que se conectam a outro. É uma medida simples, mas importante para identificar a quantidade de possibilidades de percursos que o pedestre pode utilizar. Pode ser empregada também como um indicador do nível de regularidade da malha;
- b) **Comprimento dos segmentos:** outra medida básica, refere-se ao tamanho métrico de cada segmento de espaço público da cidade. Assim como a conectividade, medir o comprimento dos segmentos pode dar pistas de como a malha urbana se relaciona com a escala humana.
- c) **Integração:** medida que calcula, de acordo o potencial de cada segmento, dentro de um raio métrico, ser um destino altamente desejado. Mede o quão próximo cada segmento está de todos os outros em termos da soma das alterações angulares que são feitas em cada rota. Esta medida se refere à facilidade (proximidade) de movimento de um ponto a outro da cidade, prevendo, assim os potenciais de movimento para cada segmento ao medir todos os caminhos angulares mais curtos do sistema, de todas as origens a todos os destinos, com menor mudança de direção.
- d) **Escolha:** calcula o número de vezes que um segmento é utilizado como caminho mínimo de um segmento para os demais, dentro de um raio métrico estipulado. O 'caminho mais curto' refere-se ao caminho de menor desvio angular (ou seja, a rota mais retilínea). A escolha calcula a probabilidade de se atravessar um determinado segmento a partir de todos os outros pontos de origem e destino. Apesar de existir na análise axial, as medidas da Integração e Escolha tornaram-se mais empregadas em mapas de segmento depois que Al\_Sayed, *et al.* (2012) propuseram uma normalização dos para elas, a fim de permitir comparações em sistemas urbanos de tamanhos diferentes, além de também poder combinar as duas em uma só medida.
- e) **Integração + Escolha:** esta combinação das medidas Integração e Escolha analisa quais espaços minimizam as distâncias (Integração) e, ao mesmo tempo, possuem potencial de atravessamento (Escolha); ou seja, permite encontrar os segmentos em uma rede que servem como destino potencial e rota de movimento desejada. De acordo com Hillier e Iida (2005), estas são as duas principais propriedades da acessibilidade espacial. Portanto, esta medida refletiria melhor o potencial de movimento humano na

cidade. Apesar de ser uma medida mais completa, esta combinação não substitui a análise isolada das medidas Integração e Escolha. É importante frisar que cada uma reflete um tipo de centralidade, que será mais importante que outra a depender do tipo de pesquisa realizada, segundo Castro (2018).

- f) Profundidade angular total: esta medida é calculada somando-se os valores ponderados dos ângulos de conexão, entre os segmentos, ao longo dos caminhos angulares mais curtos de um segmento raiz (origem) para todos os outros. Um "caminho mais curto" é aquele que apresenta o menor custo angular de um segmento para todos os outros em uma rede de ruas (TURNER, 2001). A ponderação usada na escala angular considera 1 passo (ou fator igual a 1) como um ângulo aproximado a 90 graus. Os ângulos são cumulativos. Turner (2001) propôs ainda que mudanças de direção de 25 graus fossem ponderadas com o fator 0.25, e mudanças de direção de 45 graus, aproximadamente, fossem ponderadas com fator 0.5. Somam-se, então, os valores obtidos dessa forma, para cada ligação de um segmento particular para todos os demais, ao longo do caminho, como medida da profundidade angular total.

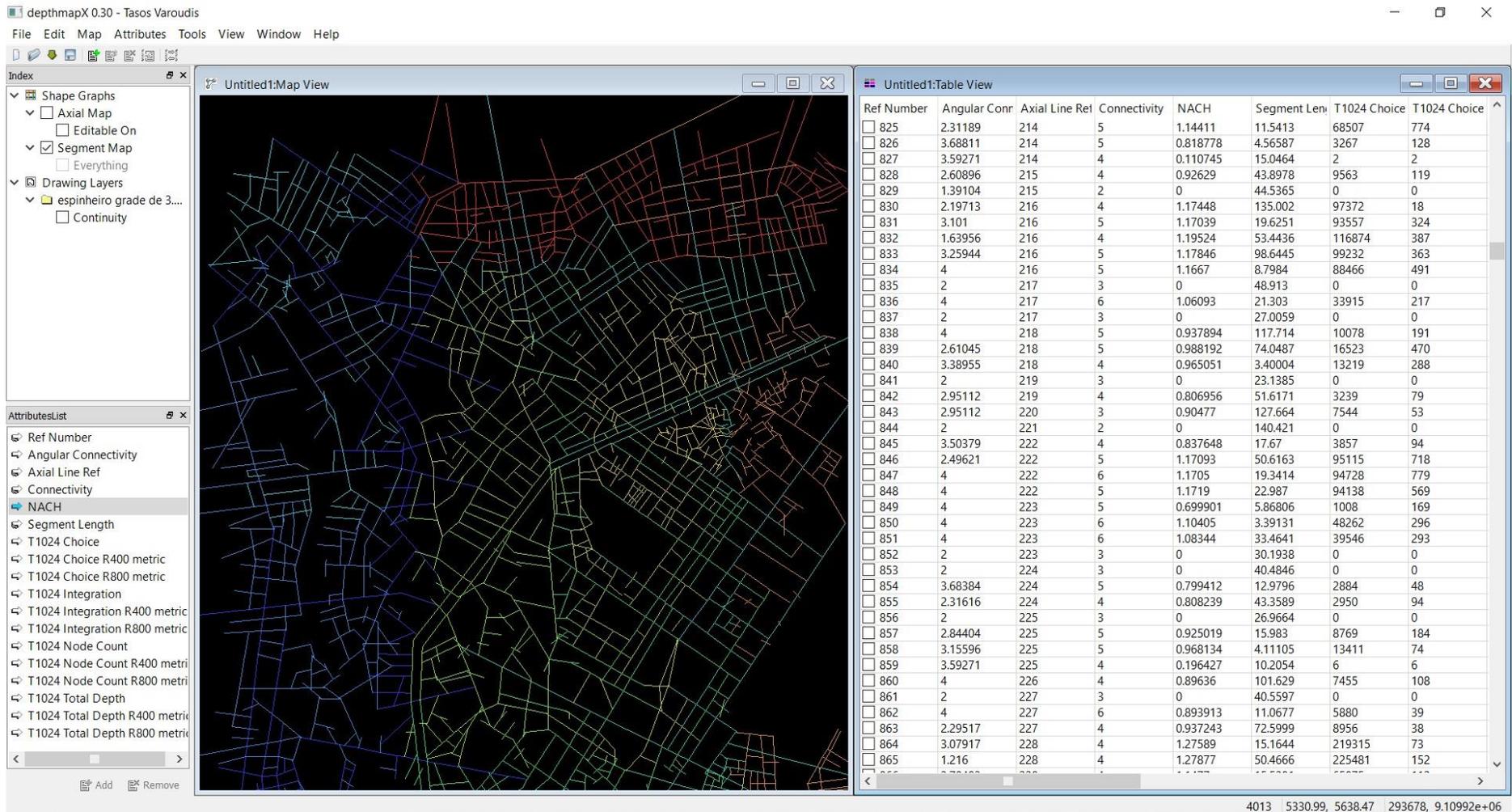
Para a análise angular (escolhida para este trabalho) no DEPHTMAP-X, deve-se inserir, primeiramente, um mapa axial (representado pelos eixos viários) da malha urbana estudada. Posteriormente, solicita-se ao programa que gere, a partir deste mapa axial inserido, um mapa de segmentos, sobre o qual irá analisar as medidas pretendidas, feitas em função um raio métrico delimitado na malha urbana. Para Turner (2001), a definição de um raio métrico é especialmente necessária para evitar o efeito de borda do limite que define um aglomerado de ruas pré-selecionado, podendo gerar erros na análise, pois a seleção do limite pode causar distorções nos valores da distância do gráfico. Além disso, a definição do raio significa que o sistema identificará apenas as relações locais entre o segmento analisado e as linhas de segmento vizinhas, dentro do raio estipulado. O raio métrico se refere, então, à distância de cada segmento ao longo de todas as ruas e estradas disponíveis desse segmento até a distância do raio. Seguindo essa definição, raio 'n' significa que cada segmento está relacionado a todos os outros segmentos em uma cidade sem nenhuma restrição de raio (AL\_SAYED *et al.*, 2012). Logo, o comportamento das medidas analisadas muda, à medida que se altera o raio. Ainda de acordo com Al\_Sayed, *et al.* (2012), a decisão sobre o raio mínimo e máximo em uma análise não se restringe a certas normas. Antes de iniciar uma análise, é necessário observar um conjunto de questões fundamentais, dependendo da natureza da investigação a fim de escolher qual a medida do raio que melhor se correlacionaria com os parâmetros de

tamanho do bloco, comprimento do segmento, padrões observados de pedestres e veículos movimento dentro de uma determinada área urbana. No entanto, o movimento local é normalmente melhor representado por uma medida de raio local - 800 metros, o que equivale a 10 minutos a pé; já as áreas com padrão de grade de escala mais fina são melhor representadas em um raio mais baixo, como 400 metros; e para representar os fluxos de movimento veicular, são necessárias medidas de raio mais alto (AL\_SAYED *et al.*, 2012). Neste estudo foram utilizados os raios métricos de 400 e 800 metros para analisar o padrão sobre as atividades dos pedestres. Após a escolha do raio (ou raios, quando houver necessidade de avaliar outros padrões), solicita-se que o software execute a análise dos segmentos que gerará, de forma automatizada, quatro novas medidas: Escolha, Integração, Contagem de Nós e Profundidade Total. Note que todas possuem o prefixo “T1024”, que indica que foi feita a partir de análise angular (independente do raio escolhido). Isso é importante quando se trabalha com mais de um tipo de raio, para evitar confundir as medidas. Existem, además, as medidas normalizadas da Integração e Escolha, nomeadas respectivamente de NAIN (*Normalised Angular Integration*) e NACH (*Normalised Angular Choice*). Para obtê-las, é preciso inserir fórmulas específicas, segundo Al\_Sayed *et al.* (2012). Entre as diferentes medidas de sintaxe espacial, optou-se, baseado no trabalho de Quebec, por se usar aqui o NACH - que calcula o potencial de um segmento ser usado como o caminho mais curto para outro segmento dentro de um determinado raio. Em outras palavras, significa o potencial de movimento de um segmento em um sistema espacial, com maior probabilidade de ser usado por pedestres ou veículos, representando o quão conectado este segmento está. Por exemplo, redes urbanas em forma de grade geralmente têm um NACH alto, redes com traçados semelhantes a árvores têm um NACH baixo e uma rua sem saída tem um NACH igual a zero. Para o cálculo do NACH, Al\_Sayed, *et al.* (2012) descrevem a seguinte fórmula:

$$\mathbf{NACH} = \log(\text{value}(\text{“T1024 Choice”})+1)/\log(\text{value}(\text{“T1024 Total Depth”})+3))$$

Em experimentos, Al\_Sayed, *et al.* (2012) provaram que o NACH era independente do tamanho das cidades – pois é quantificado em número de segmentos - mas corresponde bem à conectividade simples do segmento. Esta característica permite, assim, a comparação entre sistemas de tamanhos diferentes. A figura 16 mostra a obtenção de uma tabela com os valores do NACH para todos o segmentos analisados no bairro do Espinheiro, gerada pelo software DEPHMAP-X, instrumento utilizado pela sintaxe espacial para este fim.

Figura 16 - Obtenção de uma tabela com os valores do NACH gerada pelo software DEPHMAP-X.



Fonte: A Autora (2019).

A partir dos dados obtidos, adotou-se o valor do NACH de 1,5 para o nível BOM e 0,95 para o NEUTRO. Quanto maior for o valor do NACH, mais conectado será o segmento e mais atrativo a receber um projeto como Rua Completa. Os valores são mostrados em uma escala cromática, onde, convencionalmente, cores mais quentes (vermelho e laranja) indicam maior potencial de acessibilidade naquela medida, e cores frias (verde e azul) indicam menor potencial.

### **3.1.4 Densidade Mercantil**

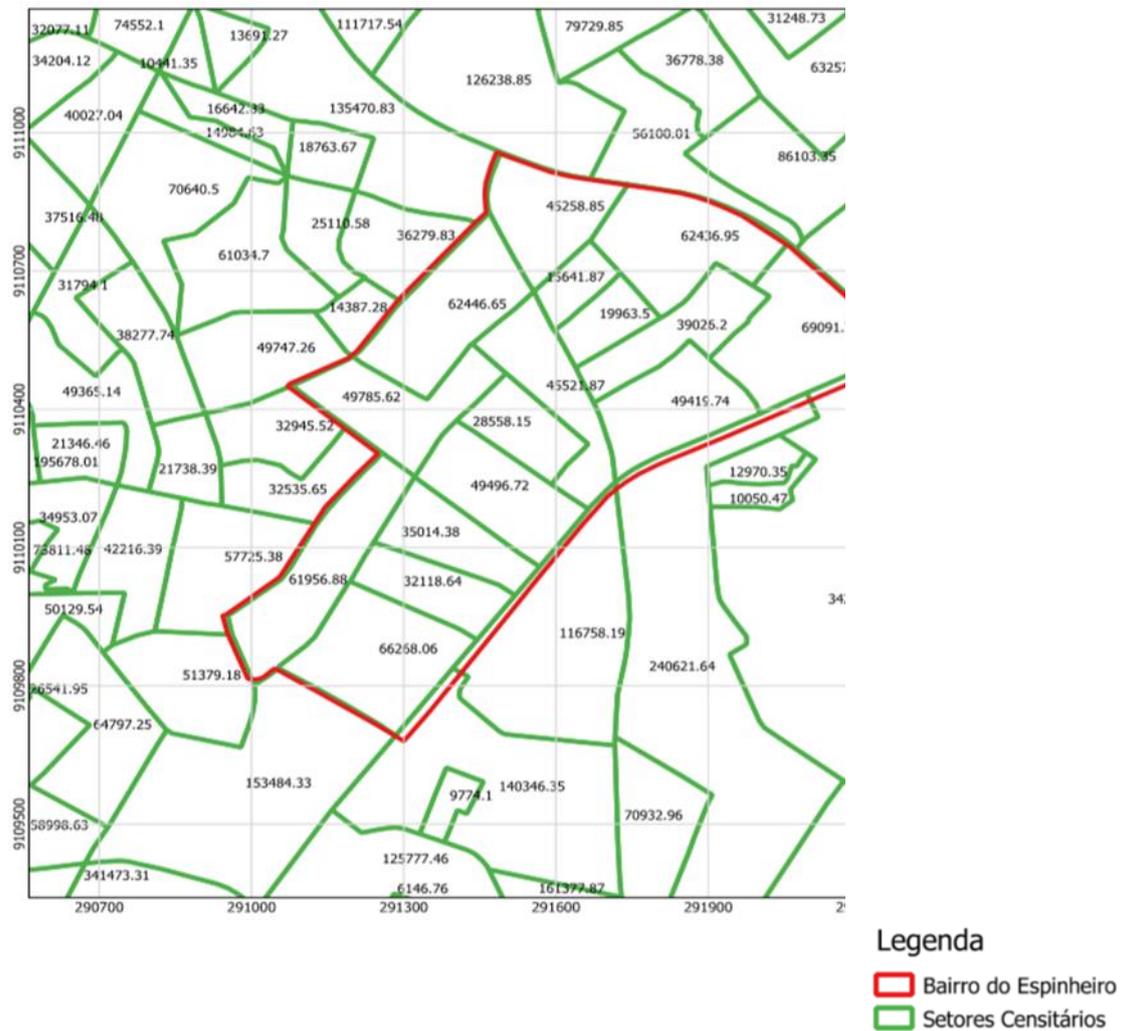
Para representar a proximidade de um segmento aos atrativos de viagens locais e principais, se decidiu usar a densidade de atividade humana ou atividade mercantil. Essa densidade foi calculada, no caso em estudo, utilizando o Cadastro Mercantil da Cidade do Recife, que fornece o número de empregos no setor de comércio e serviços por lote. Somou-se o número de registros mercantis nos lotes de cada setor censitário (que consiste na menor unidade de compilação de dados do IBGE, segundo Censo de 2010), lidos pelo software de geoprocessamento Q-GIS como mostram as figuras abaixo. Dividiu-se esse valor pela área do setor em hectares. Como não havia informações mais detalhadas por rua, considerou-se uma densidade única para todos os segmentos pertencentes a um mesmo setor censitário. Para as ruas que fazem fronteira entre dois ou mais setores, foi feita uma média entre os setores envolvidos. As imagens abaixo mostram os números dos registros mercantis de cada setor censitário do bairro do Espinheiro e os valores das áreas dos mesmos. A figura 17 apresenta a delimitação dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis por lote e a figura 18, a área dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis.

Figura 17 - Delimitação dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis por lote.



Fonte: A Autora (2019).

Figura 18 - Área dos setores censitários do Espinheiro com a contagem dos registros mercantis



Fonte: A Autora (2019).

### 3.1.5 Segurança Viária

Os dados de Segurança Viária foram muito difíceis de se obter, por não haver uma base comum a todos os órgãos responsáveis por este registro. Neste trabalho foram usadas as informações fornecidas pela CTTU, do número de acidentes envolvendo pedestres por rua, nos anos de 2016 e 2017, assim como foi feito no estudo da Universidade de Laval. Foi gerada, através destes dados, uma taxa de acidentes por rua, dividindo-se o número de acidentes pelo comprimento total da rua em questão. Posteriormente, para se obter um valor por segmento, essa taxa foi multiplicada pelo comprimento do segmento analisado.

### 3.1.6 Arborização

Como uma das medidas voltadas para a melhoria da saúde pública, assim como em Quebec, aqui também adotou-se este critério como relevante para a intervenção urbana, a

partir do índice de cobertura das árvores. Este índice foi definido como o percentual da área do solo coberta por folhas, galhos e caules das árvores vista de cima. Os dados foram produzidos, para cada segmento, usando imagens aéreas e fazendo a classificação das árvores no software Q-GIS, para georeferenciamento.

### **3.1.7 Largura da Rua**

O critério de largura da rua mede a distância, em metros, entre as linhas do lote de cada lado da rua, o espaço dentro do qual a cidade pode trabalhar legalmente, incluindo o espaço de calçadas existentes. Os dados foram calculados usando linhas de centro das ruas e arquivos com os limites dos lotes no QGIS.

### **3.1.8 Fluxo de Pedestres**

Este foi o critério onde os dados foram os mais difíceis de se obter, pois não havia nenhuma base com esta informação nos órgãos gestores. Criou-se, então, uma proxy, a partir de uma contagem feita nas imagens captadas pelo Google Earth. Considerou-se que o número de pedestres encontrado para cada segmento de rua, nas imagens, se repeteria a cada 10 minutos, dentro de um intervalo de 18 horas (período da frequência normal do transporte público na RMR), obtendo-se assim, o fluxo diário estimado de pedestres para cada segmento.

#### 4 ESTUDO DE CASO

Este estudo tem por objetivo avaliar a aplicabilidade local da pesquisa feita na cidade de Quebec, Canadá, pelos professores da Universidade de Laval. Para este estudo, foi escolhido o bairro do Espinheiro, na cidade do Recife, como objeto do estudo. Um dos motivos que levou a esta opção foi o fato de ter sido escolhida uma rua deste bairro, a Rua da Hora, pela Prefeitura do Recife para ser reprojetaada como uma Rua Completa. Desse projeto participou o Instituto da Cidade Pelópidas da Silveira (ICPS) com o apoio do WRI- Brasil, como parte de uma iniciativa nacional em parceria da WRI-Brasil, da Frente Nacional dos Prefeitos e algumas Universidades de escolher uma rua em cada uma das 11 capitais definidas inicialmente, para receber o projeto baseado no conceito de Rua Completa. O presente estudo, dessa forma, pôde testar se essa escolha foi a mais apropriada, para a cidade do Recife, estendendo a análise para todo o bairro.

À medida que as reuniões com os especialistas foram sendo feitas, percebeu-se que não havia uma justificativa comum aos diversos órgãos municipais para a escolha da Rua da Hora. Além dessa inconsistência, constatou-se ainda, após o projeto divulgado, que esta intervenção seria inviável financeiramente, pois requeria uma grande obra de drenagem. Essas indefinições reiteram, portanto, a necessidade de se obter, de forma consistente e objetiva, respostas para ações políticas, principalmente quanto às escolhas de onde devem ser implementadas obras de infraestrutura viária.

O bairro do Espinheiro (figura 19) cobre uma área de 73 hectares e situa-se entre o centro do Recife e a zona norte da cidade, onde passam importantes eixos viários da cidade. Possui cerca de 10,5 mil habitantes, 4 mil domicílios e 2 mil registros mercantis distribuídos em 16 setores censitários segundo a base de dados do IBGE em 2010. Para a análise feita neste trabalho, considerou-se 108 segmentos de rua do seu sistema viário.

Figura 19 - Mapa do sistema viário do Bairro do Espinheiro



Fonte: Prefeitura da Cidade do Recife (2019).

## 5 APLICAÇÃO

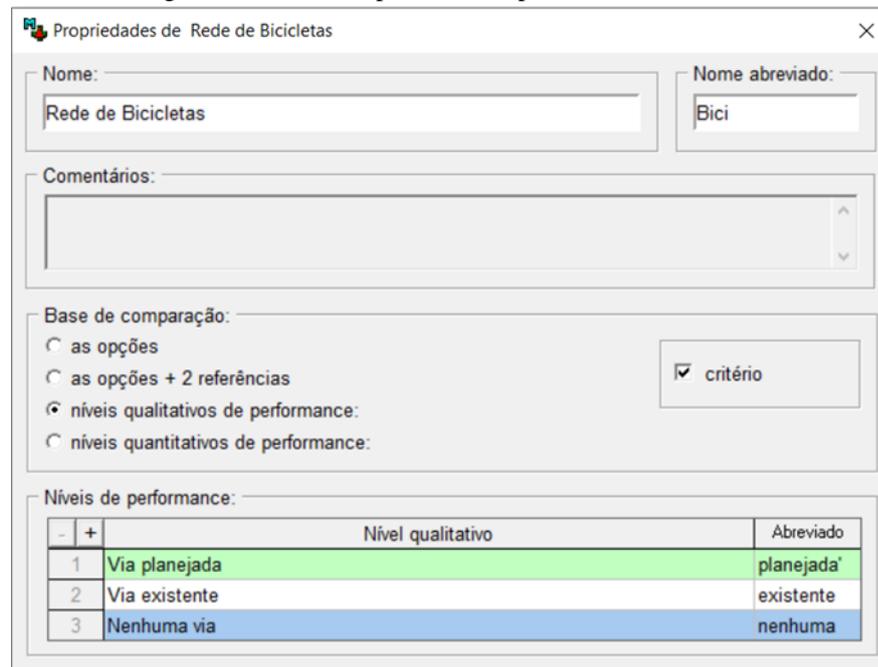
Para a análise no software M-MACBETH, partiu-se das decisões de 15 especialistas na validação dos critérios: dos seus níveis de referência superior e inferior - “bom” e “neutro”; do ranqueamento dos critérios e do preenchimento da matriz que possibilita a obtenção dos pesos de cada critério, no sentido de calcular a média ponderada da atratividade de cada segmento, aplicando a metodologia proposta.

Primeiramente, utilizou-se o M-MACBETH para registrar os níveis de performance em cada critério, onde são atribuídos os valores “BOM” e “NEUTRO” para cada escala de pontuação criada. O próximo passo a ser feito no M-MACBETH será o preenchimento de uma matriz de julgamento da atratividade par a par entre todos os níveis do critério, repetindo-se para todos os critérios. A partir das matrizes construídas, são geradas no software as escalas de atratividade de cada critério que permitirá obter a pontuação de cada segmento nos diferentes critérios. A seguir, a aplicação do software em cada critério foi detalhada passo a passo.

### 5.1 REDE DE BICICLETAS

Para este critério foram definidos três níveis de performance. Como explicado anteriormente, ficou estabelecido o maior nível de performance para os segmentos com vias para bicicletas planejadas; em seguida, aqueles com vias existentes e, por último, os segmentos que não têm via existente nem planejada. Este é um critério qualitativo e adotou-se como referência superior - nível “BOM” - a categoria de performance das ciclovias planejadas e como referência inferior - “NEUTRO”, a performance que classifica a inexistência de vias, sendo representadas pelas cores verde e azul, respectivamente, de acordo com o padrão do software. Vale ressaltar que neste critério não houve distinção entre ciclovias, ciclofaixas e ciclorotas. A figura 20, abaixo, ilustra como foram introduzidas estas informações no software M-MACBETH.

Figura 20 - Níveis de performance para a rede de bicicletas.



Propriedades de Rede de Bicicletas

Nome: Rede de Bicicletas      Nome abreviado: Bici

Comentários:

Base de comparação:

as opções

as opções + 2 referências

níveis qualitativos de performance:

níveis quantitativos de performance:

critério

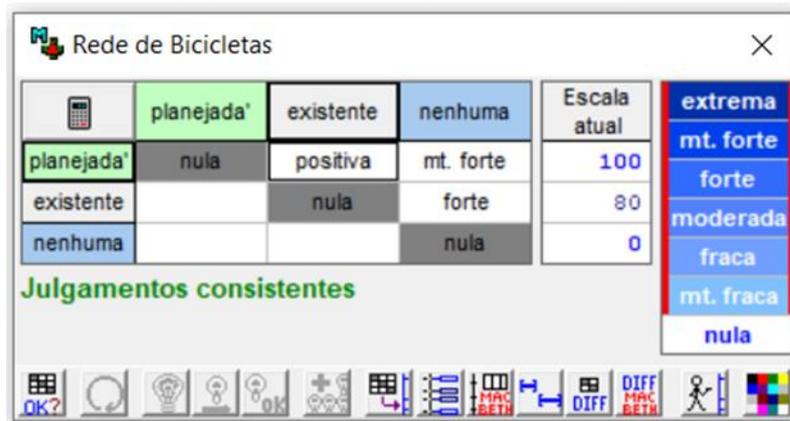
Níveis de performance:

| - | + | Nível qualitativo | Abreviado |
|---|---|-------------------|-----------|
| 1 |   | Via planejada     | planejada |
| 2 |   | Via existente     | existente |
| 3 |   | Nenhuma via       | nenhuma   |

Fonte: A Autora (2019).

Após preencher os níveis de performance, registrar as referências superior e inferior e indicar se estes níveis são qualitativos ou quantitativos, como observados na figura acima, segue-se ao próximo passo a ser feito no M-MACBETH - o preenchimento de uma matriz de julgamento da atratividade par a par entre todos os níveis do critério (figura 21).

Figura 21 - Matriz de julgamento das diferenças de atratividade para a rede de bicicletas.



Rede de Bicicletas

|           | planejada | existente | nenhuma   | Escala atual |
|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| planejada | nula      | positiva  | mt. forte | 100          |
| existente |           | nula      | forte     | 80           |
| nenhuma   |           |           | nula      | 0            |

Julgamentos consistentes

extrema  
mt. forte  
forte  
moderada  
fraca  
mt. fraca  
nula

Fonte: A Autora (2019).

As comparações entre as opções (níveis de performance) são sempre realizadas duas a duas, avaliando-se qualitativamente a diferença de atratividade entre elas, escolhendo uma das sete categorias semânticas do MACBETH (“nula”, “muito fraca”, “fraca”, “moderada”, “forte”, “muito forte” ou “extrema”) ou várias categorias consecutivas em caso de hesitação

ou divergência. Deve-se observar, inicialmente, se os níveis de performance estão no ordenamento decrescente de valores, tanto na coluna-base, quanto na linha-base. Caso não estejam, necessita-se corrigir, arrastando as células para o lugar adequado, a fim de que a matriz possa ser preenchida. Estando correto este ordenamento, o software preenche automaticamente a diagonal principal (das células formadas pelos mesmos níveis) com o valor semântico “nulo”, que representa a indiferença na atratividade entre os valores. No caso da figura acima, preencheu-se a última coluna, comparando-se cada uma das opções com a menos atrativa e o software, automaticamente, validou esta ordenação (imprimiu nas células o valor “positivo”, provando que não havia inconsistência).

A partir de uma matriz de julgamentos consistentes, o MACBETH propõe uma pontuação para cada opção. Estas pontuações formam a escala numérica MACBETH de base, concebida, segundo Bana e Costa (2013), de tal forma que, além de fixar o valor zero para a indiferença (diferença nula de atratividade), atribui o valor 1 aos julgamentos muito fracos, 2 aos fracos, 3 aos moderados, 4 aos fortes, 5 aos muito fortes e 6 aos extremos. Por meio da combinação destes valores com os atribuídos aos níveis de referência superior (100) e inferior (zero), a escala de atratividade do critério é definida e associada a um gráfico (figura 22).

Figura 22 - Escala das medidas de atratividade do critério rede de bicicleta



Fonte: A Autora (2019).

Após o preenchimento das matrizes de todos os critérios e obtidas as escalas gráficas associadas, estes valores serão usados juntos aos pesos de cada critério para o cálculo da escala global de priorização dos segmentos.

## 5.2 REDE DE ÔNIBUS

Como já salientado, neste critério, diferentemente da pesquisa canadense, não se levou em conta linhas de ônibus planejadas, apenas as existentes que passam por cada segmento. Construiu-se, então, uma escala decrescente de performance, em relação ao intervalo de tempo que os veículos passam no segmento; ou seja, do menor intervalo para o maior, resultando em quatro categorias: (1) quando a média do intervalo de tempo de todas as linhas de ônibus que passam no segmento varia entre 10 e 15 minutos, de acordo com o horário de

pico e o horário fora do pico, respectivamente; (2) quando a média do intervalo de tempo de todas as linhas de ônibus que passam no segmento varia entre 15 e 30 minutos, de acordo com o pico e fora do pico, respectivamente; (3) o intervalo de tempo médio das linhas é superior a 30 minutos, tanto no pico quanto fora do pico e (4) quando não passa linha no segmento

Essa classificação pode ser utilizada como proxy para a velocidade comercial, a frequência e o número de passageiros, segundo Donais et al. (2019). O critério da rede de ônibus foi validado pelos profissionais consultados, sendo adotado como o nível “BOM” (verde), a performance com o menor intervalo, entre 10 e 15 minutos e, para o nível “NEUTRO” (azul), foi escolhido a performance onde os intervalos são maiores do que 30 minutos, como mostra a figura 23, abaixo. Assim, considerando todos os outros critérios iguais, quanto maior o valor da rede de ônibus do segmento na escala construída, maior a atratividade (potencial) deste segmento ser reprojetoado como uma rua completa.

Figura 23 - Níveis de performance para a rede de ônibus

| - | + | Nível qualitativo                             | Abreviado       |
|---|---|---|-----------------|
| 1 |   | Intervalo entre 10' e 15' no pico e fora dele | Entre 10' e 15' |
| 2 |   | Intervalo entre 15' e 30'                     | Entre 15' e 30' |
| 3 |   | Intervalo maior que 30'                       | > 30'           |
| 4 |   | Não passa ônibus                              | não passa       |

Fonte: A Autora (2019).

Preenchidos os níveis de performance e a base de comparação qualitativa, parte-se, então, para o julgamento da matriz solicitada pelo software (figura 24).

Figura 24 - Matriz de julgamento da atratividade para a rede de ônibus

|                 | Entre 10' e 15' | Entre 15' e 30' | > 30'    | não passa | Escala atual |           |
|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----------|--------------|-----------|
| Entre 10' e 15' | nula            | forte           | positiva | extrema   | 100.00       | extrema   |
| Entre 15' e 30' |                 | nula            | moderada | mt. forte | 42.8€        | mt. forte |
| > 30'           |                 |                 | nula     | forte     | 0.00         | forte     |
| não passa       |                 |                 |          | nula      | -57.14       | moderada  |
|                 |                 |                 |          |           |              | fraca     |
|                 |                 |                 |          |           |              | mt. fraca |
|                 |                 |                 |          |           |              | nula      |

**Julgamentos consistentes**

Fonte: A Autora (2019).

A partir da última coluna, julgando-se a diferença de atratividade entre os níveis extremos “Não passa ônibus” e “Intervalo entre 10 e 15 minutos”, preenche-se a célula com uma das categorias semânticas já mencionadas. Segue-se o preenchimento de toda a coluna e, em sequência, as demais células da matriz, seguindo-se à diagonal imediatamente acima da principal. Preenchida a matriz e reconhecida sua consistência, o software gera a escala gráfica da atratividade para o critério, como mostra a figura 25.

Figura 25 - Gráfico das medidas de atratividade do critério rede de ônibus



Fonte: A Autora (2019).

### 5.3 CONECTIVIDADE

Por meio do software DepthmapX, (GIL et al., 2015) a partir do mapa axial do bairro do Espinheiro, no Recife, obteve-se um mapa de segmentos, resultando em 108 segmentos. Para cada segmento de rua, foi encontrado um valor para o NACH, representando aqui, de forma simplificada, o índice de conectividade urbana. Foram escolhidos nove níveis de performance para se contruir uma escala de atratividade para este critério, onde os valores de 1.5 e 0.95 representam as categorias de referência superior e inferior, respectivamente (figura 26). Considerando todos os demais critérios semelhantes, quanto maior a sua conectividade, maior será a atratividade para estes segmentos serem reprojatados como uma Rua Completa.

Figura 26 - Níveis de performance para a conectividade (NACH)

Propriedades de Conectividade

Nome: Conectividade Nome abreviado: NACH

Comentários:

Base de comparação:

as opções

as opções + 2 referências

níveis qualitativos de performance:

níveis quantitativos de performance:  critério

Níveis de performance:

| - | + | Nível quantitativo |
|---|---|--------------------|
| 1 |   | 1.6                |
| 2 |   | 1.5                |
| 3 |   | 1.2                |
| 4 |   | 1                  |
| 5 |   | 0.95               |
| 6 |   | 0.6                |
| 7 |   | 0.4                |
| 8 |   | 0.2                |
| 9 |   | 0                  |

Indicador: Conectividade

Abreviado: CONNECT Unidade: NACH

Fonte: A Autora (2019).

Preenchidos os níveis de performance vinculados às referências superior e inferior, se escolhe a base de comparação quantitativa e parte-se, então, para o julgamento da matriz solicitada pelo software (figura 27).

Figura 27 - Matriz de julgamento da atratividade do critério conectividade

|      | 1.6  | 1.5       | 1.2      | 1         | 0.95      | 0.6      | 0.4       | 0.2       | 0         | Escala atual |           |
|------|------|-----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------|
| 1.6  | nula | mt. fraca | forte    | positiva  | positiva  | positiva | positiva  | positiva  | extrema   | 112.50       | extrema   |
| 1.5  |      | nula      | moderada | forte     | positiva  | positiva | positiva  | positiva  | extrema   | 100.00       | mt. forte |
| 1.2  |      |           | nula     | mt. fraca | moderada  | positiva | positiva  | positiva  | mt. forte | 50.00        | forte     |
| 1    |      |           |          | nula      | mt. fraca | positiva | positiva  | positiva  | mt. forte | 25.00        | moderada  |
| 0.95 |      |           |          |           | nula      | moderada | positiva  | positiva  | forte     | 0.00         | fraca     |
| 0.6  |      |           |          |           |           | nula     | mt. fraca | positiva  | moderada  | -50.00       | mt. fraca |
| 0.4  |      |           |          |           |           |          | nula      | mt. fraca | fraca     | -62.50       | mt. fraca |
| 0.2  |      |           |          |           |           |          |           | nula      | mt. fraca | -81.25       | nula      |
| 0    |      |           |          |           |           |          |           |           | nula      | -100.00      |           |

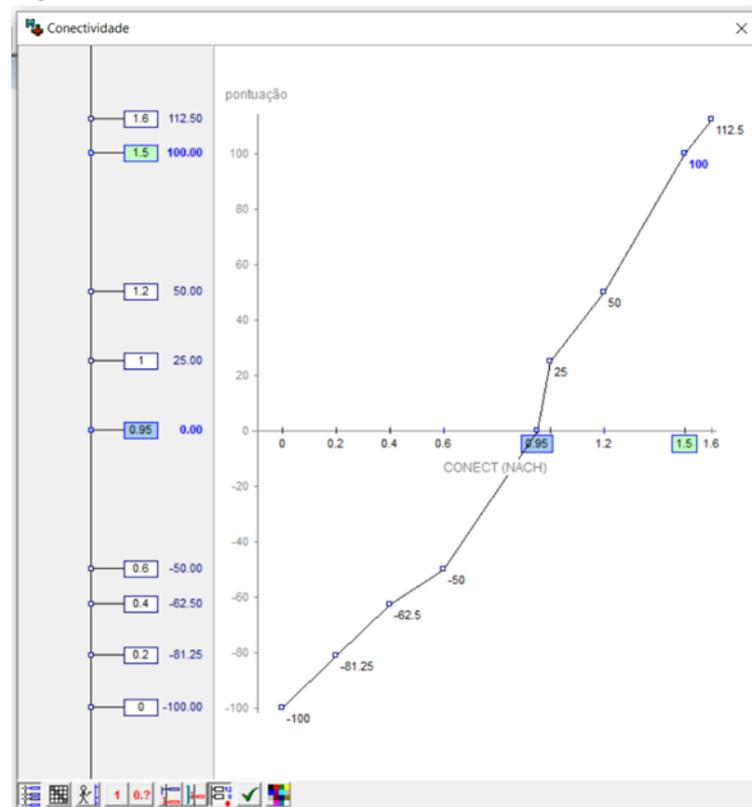
Julgamentos consistentes

Fonte: A Autora (2019).

Preencheu-se a matriz de julgamento solicitada pelo software, a partir da última coluna, julgando-se a diferença de atratividade entre os níveis extremos de performance “zero” e “1.6”, com uma das categorias semânticas já mencionadas, seguindo-se às demais

células da coluna. Prosseguiu-se com o preenchimento das demais células da matriz, a partir das diagonais. O M-MACBETH, então, a partir da diagonal preenchida, completa as demais células por transitividade (categorizando-as como “positivas”), não sendo obrigatório o preenchimento manual das mesmas. Com a matriz completa, o programa gera a escala gráfica da atratividade para o critério. Vale observar que, para os critérios quantitativos, além da escala de atratividade, é gerado um gráfico (figura 28).

Figura 28 - Gráfico da escala de atratividade do critério conectividade



Fonte: A Autora (2019).

#### 5.4 DENSIDADE MERCANTIL

O critério de densidade de atividade humana ou densidade mercantil, como foi chamado, é um critério quantitativo e, a partir dos dados encontrados para os 108 segmentos do Espinheiro, foi construída uma escala com catorze níveis de performance, mostrados na figura 29, em ordem decrescente de importância para a priorização dos segmentos. Para os níveis “BOM” e “NEUTRO” foram escolhidos os valores de 20 e 10 registros/ha, respectivamente. Sendo todos os demais critérios iguais, quanto maior a densidade mercantil, maior será a atratividade (potencial) deste segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa.

Figura 29 - Níveis de performance para a densidade mercantil.

Fonte: A Autora (2019).

Seguiu-se, então, o preenchimento da matriz de julgamento solicitada pelo M-MACBETH (figura 30).

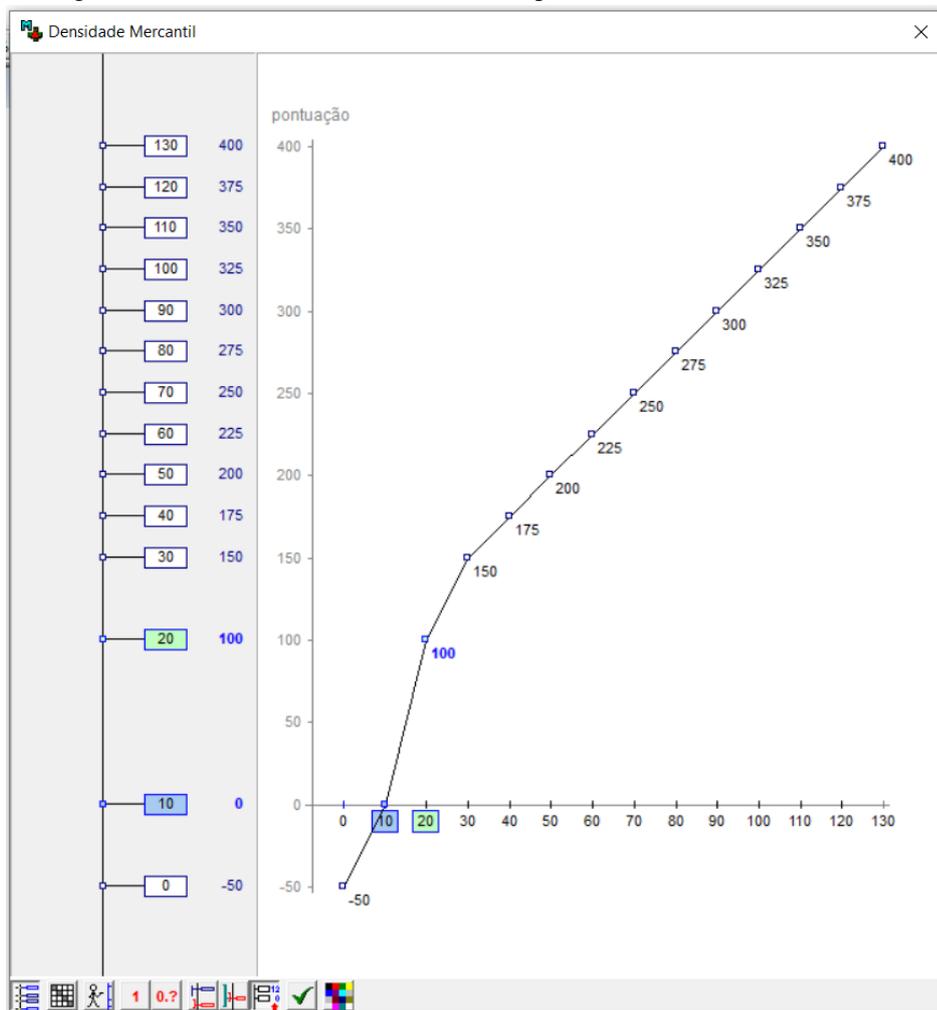
Figura 30 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério densidade mercantil.

|     | 130  | 120       | 110       | 100       | 90        | 80        | 70        | 60        | 50        | 40        | 30        | 20       | 10       | 0         | Escala atual |           |
|-----|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 130 | nula | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 400          | extrema   |
| 120 |      | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 375          | mt. forte |
| 110 |      |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 350          | forte     |
| 100 |      |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 325          | moderada  |
| 90  |      |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 300          | fraca     |
| 80  |      |           |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | extrema   | 275          | mt. fraca |
| 70  |      |           |           |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | mt. forte | 250          | nula      |
| 60  |      |           |           |           |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva | positiva | mt. forte | 225          |           |
| 50  |      |           |           |           |           |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | mt. forte | 200          |           |
| 40  |      |           |           |           |           |           |           |           |           | nula      | mt. fraca | positiva | positiva | mt. forte | 175          |           |
| 30  |      |           |           |           |           |           |           |           |           |           | nula      | fraca    | positiva | forte     | 150          |           |
| 20  |      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           | nula     | forte    | forte     | 100          |           |
| 10  |      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          | nula     | fraca     | 0            |           |
| 0   |      |           |           |           |           |           |           |           |           |           |           |          |          | nula      | -50          |           |

Fonte: A Autora (2019).

A matriz é preenchida a partir da última coluna, julgando-se a diferença de atratividade entre os níveis extremos de performance “zero” e “130”, com uma das categorias semânticas, completando-se as demais células da coluna. Prosseguiu-se o preenchimento da matriz, a partir da diagonal imediatamente acima da principal. O software completou as demais células por transitividade (células nomeadas “positivas”), não tendo sido obrigatório o preenchimento manual das mesmas. Confirmada a consistência da matriz, o M-MACBETH gera, então, a escala de atratividade para o critério, como mostra a figura 31, com o seu respectivo gráfico.

Figura 31 - Gráfico da escala de atratividade para o critério densidade mercantil



Fonte: A Autora (2019).

## 5.5 SEGURANÇA VIÁRIA

Como explicado anteriormente, neste critério foi gerada, através dos dados fornecidos pela CTTU, uma taxa de acidentes (envolvendo pedestres) por rua, dividindo-se o número de acidentes pelo comprimento total da rua em questão. Posteriormente, para se obter um valor

por segmento, essa taxa foi multiplicada pelo comprimento do segmento analisado.

Foi construída, assim, uma escala com dez níveis de performance, sendo atribuída a taxa de 0.3 colisões/m para o nível “BOM” e, para o nível “NEUTRO”, o valor de 0.1 colisões/m (figura 32).

Figura 32 - Níveis de performance para a segurança viária

Propriedades de Segurança Viária

Nome:  Nome abreviado:

Comentários:

Base de comparação:

as opções

as opções + 2 referências

níveis qualitativos de performance:

níveis quantitativos de performance:

critério

Níveis de performance:

| -  | + | Nível quantitativo |
|----|---|--------------------|
| 1  |   | 1.4                |
| 2  |   | 1.2                |
| 3  |   | 1                  |
| 4  |   | 0.8                |
| 5  |   | 0.6                |
| 6  |   | 0.4                |
| 7  |   | 0.3                |
| 8  |   | 0.2                |
| 9  |   | 0.1                |
| 10 |   | 0                  |

Indicador:

Abreviado:  Unidade:

Fonte: A Autora (2019).

Definidos os níveis de performance, as referências superior e inferior e a base de comparação quantitativa, parte-se para o preenchimento da matriz de julgamento solicitada pelo M-MACBETH (figura 33).

Figura 33 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério segurança viária

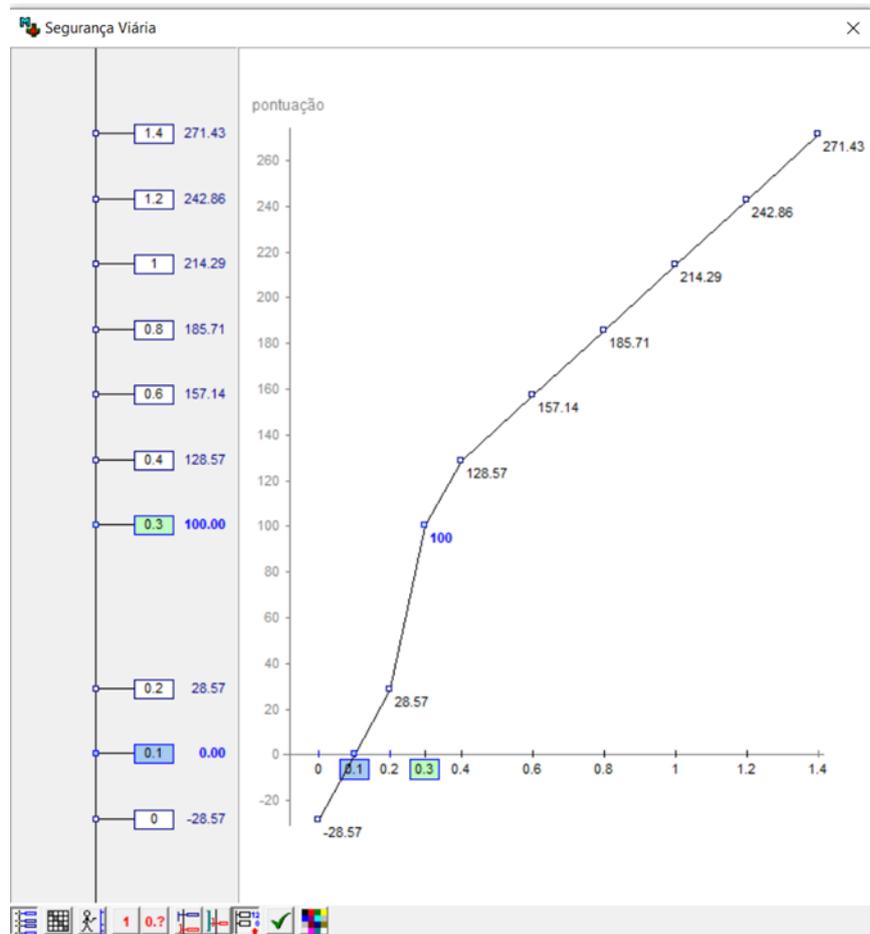
|     | 1.4  | 1.2   | 1        | 0.8      | 0.6      | 0.4      | 0.3      | 0.2      | 0.1      | 0         | Escala atual |           |
|-----|------|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 1.4 | nula | fraca | positiva | extrema   | 271.43       | extrema   |
| 1.2 |      | nula  | fraca    | positiva | positiva | positiva | positiva | positiva | positiva | extrema   | 242.06       | mt. forte |
| 1   |      |       | nula     | fraca    | positiva | positiva | positiva | positiva | positiva | mt. forte | 214.29       | forte     |
| 0.8 |      |       |          | nula     | fraca    | positiva | positiva | positiva | positiva | mt. forte | 185.71       | moderada  |
| 0.6 |      |       |          |          | nula     | fraca    | positiva | positiva | positiva | mt. forte | 157.14       | fraca     |
| 0.4 |      |       |          |          |          | nula     | fraca    | positiva | positiva | mt. forte | 128.57       | mt. fraca |
| 0.3 |      |       |          |          |          |          | nula     | forte    | positiva | forte     | 100.00       | nula      |
| 0.2 |      |       |          |          |          |          |          | nula     | fraca    | moderada  | 28.57        |           |
| 0.1 |      |       |          |          |          |          |          |          | nula     | fraca     | 0.00         |           |
| 0   |      |       |          |          |          |          |          |          |          | nula      | -28.57       |           |

Julgamentos consistentes

Fonte: A Autora (2019).

A partir da última coluna, julgando-se a diferença de atratividade entre os níveis extremos de performance, “zero” e “1.4”, com uma das categorias semânticas, completaram-se as demais células da coluna. Prosseguiu-se o preenchimento da matriz, a partir da diagonal imediatamente acima da principal. Também aqui, o software preencheu as demais células por transitividade (“positivas”), gerando, assim, uma escala de pontuação para o critério, como mostra a figura 34, com o seu respectivo gráfico.

Figura 34 - Gráfico da escala de atratividade para o critério segurança viária



Fonte: A Autora (2019).

Considerando os demais critérios iguais, quanto maior o número de colisões envolvendo pedestres maior será a atratividade (potencial) do segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa.

## 5.6 ARBORIZAÇÃO

O critério e os níveis de performance foram validados pelos especialistas, no entanto, observaram que uma mudança seria fundamental em relação à cidade canadense. Ao contrário de Quebec, que necessita de maior incidência solar por ser uma cidade fria e, portanto, menor sombreamento, no nosso País, em que as temperaturas são altas o ano inteiro, uma ampla cobertura verde nas vias é imprescindível para o conforto dos usuários. Considerando todos os demais critérios iguais, quanto maior o percentual de cobertura das árvores, maior será a atratividade (potencial) deste segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa. Para os

níveis de performance, definiram-se dez categorias, como mostra a figura 35, sendo estabelecidos para os níveis “BOM” (verde) e “NEUTRO” (azul), os valores 50% e 20%, respectivamente.

Figura 35 - Níveis de performance para a arborização

Fonte: A Autora (2019).

Definidas as categorias de performance e as demais propriedades do critério, segue-se com o preenchimento da matriz de julgamento solicitada pelo M-MACBETH (figura 36).

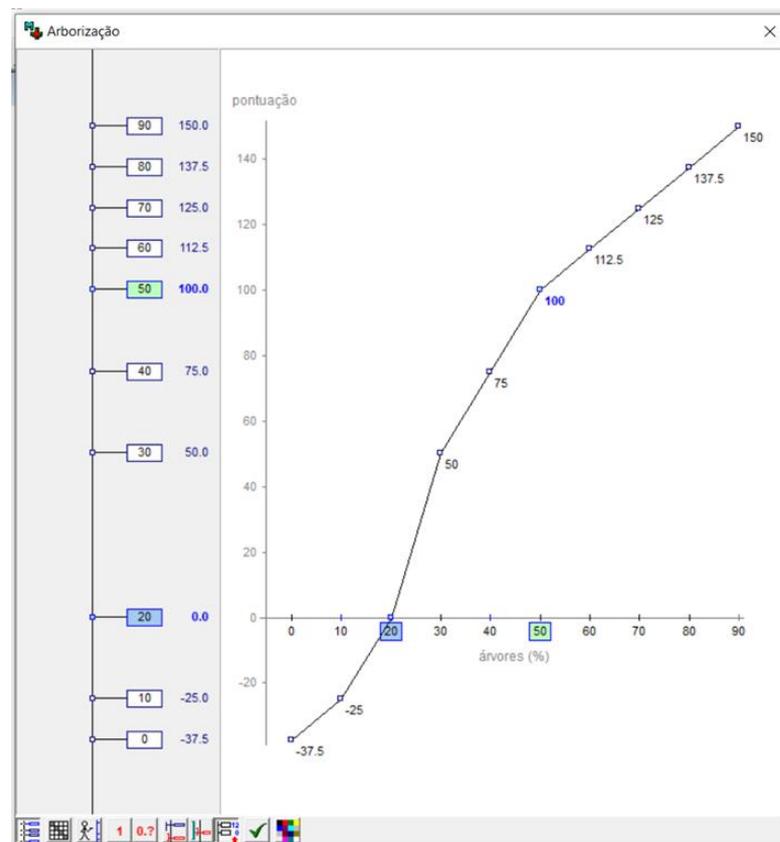
Figura 36 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério da arborização.

|    | 90   | 80        | 70        | 60        | 50        | 40       | 30       | 20       | 10       | 0         | Escala atual |           |
|----|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 90 | nula | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | positiva | positiva | extrema   | 150.0        | extrema   |
| 80 |      | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva | positiva | positiva | positiva | extrema   | 137.5        | mt. forte |
| 70 |      |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | positiva | positiva | extrema   | 125.0        | forte     |
| 60 |      |           |           | nula      | mt. fraca | positiva | positiva | positiva | positiva | mt. forte | 112.5        | moderada  |
| 50 |      |           |           |           | nula      | fraca    | positiva | positiva | positiva | mt. forte | 100.0        | fraca     |
| 40 |      |           |           |           |           | nula     | fraca    | positiva | positiva | forte     | 75.0         | mt. fraca |
| 30 |      |           |           |           |           |          | nula     | moderada | positiva | moderada  | 50.0         | nula      |
| 20 |      |           |           |           |           |          |          | nula     | frac-mod | fraca     | 0.0          | nula      |
| 10 |      |           |           |           |           |          |          |          | nula     | mt. fraca | -25.0        |           |
| 0  |      |           |           |           |           |          |          |          |          | nula      | -37.5        |           |

Fonte: A Autora (2019).

A partir da última coluna, julga-se a diferença de atratividade entre os níveis extremos de performance “zero” e “90%”, com uma das categorias semânticas, até serem completadas as demais células da coluna. Em seguida, preenche-se a diagonal imediatamente acima da principal, o que permite o software completar o resto da matriz por transitividade, gerando, assim, a escala de atratividade para o critério, como mostra a figura 37, com o seu respectivo gráfico.

Figura 37 - Gráfico da escala de atratividade para o critério da arborização

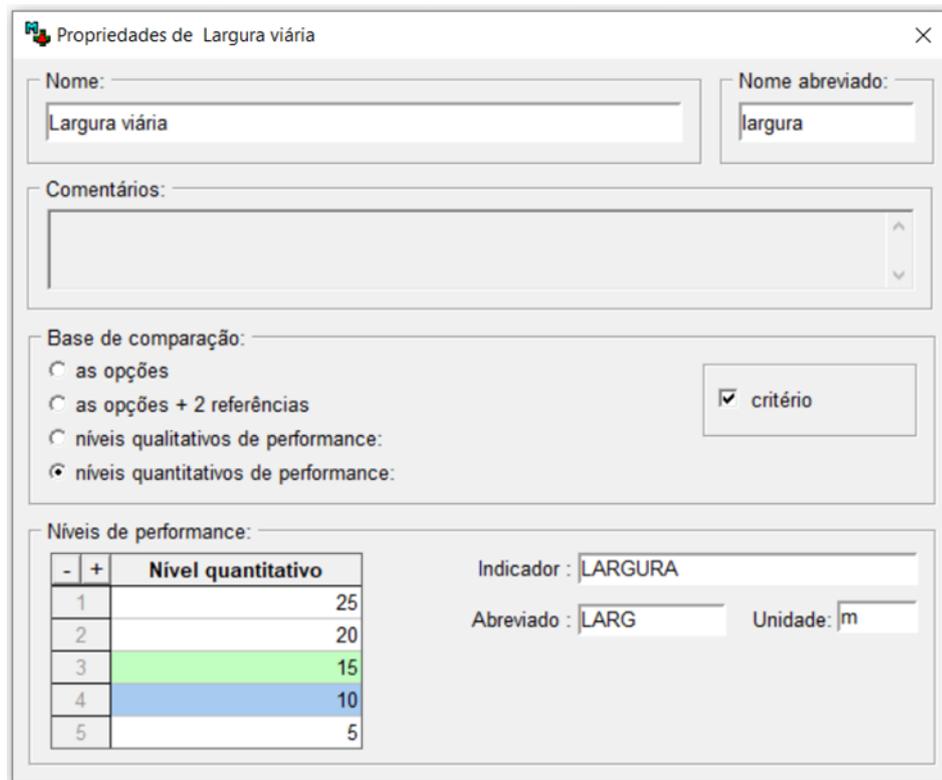


Fonte: A Autora (2019).

## 5.7 LARGURA DA VIA

As referências superior e inferior usadas em Quebec, para este critério, também foram validadas pelos nossos especialistas, com os valores de 15m e 10m respectivamente. Para o bairro do Espinheiro foi obtida uma escala com cinco níveis de performance (figura 38), a serem julgados, par a par, na matriz gerada pelo M-MACBETH.

Figura 38 - Níveis de performance para a largura viária



Propriedades de Largura viária

Nome:  Nome abreviado:

Comentários:

Base de comparação:

as opções  critério

as opções + 2 referências

níveis qualitativos de performance:

níveis quantitativos de performance:

Níveis de performance:

| - | + | Nível quantitativo |
|---|---|--------------------|
| 1 |   | 25                 |
| 2 |   | 20                 |
| 3 |   | 15                 |
| 4 |   | 10                 |
| 5 |   | 5                  |

Indicador:

Abreviado:  Unidade:

Fonte: A Autora (2019).

Definidos as propriedades do critério, como as categorias de performance, os valores de referências e a base de comparação quantitativa, mais uma vez, repete-se o preenchimento da matriz de julgamentos conforme os demais critérios (figura 39).

Figura 39 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério da largura viária



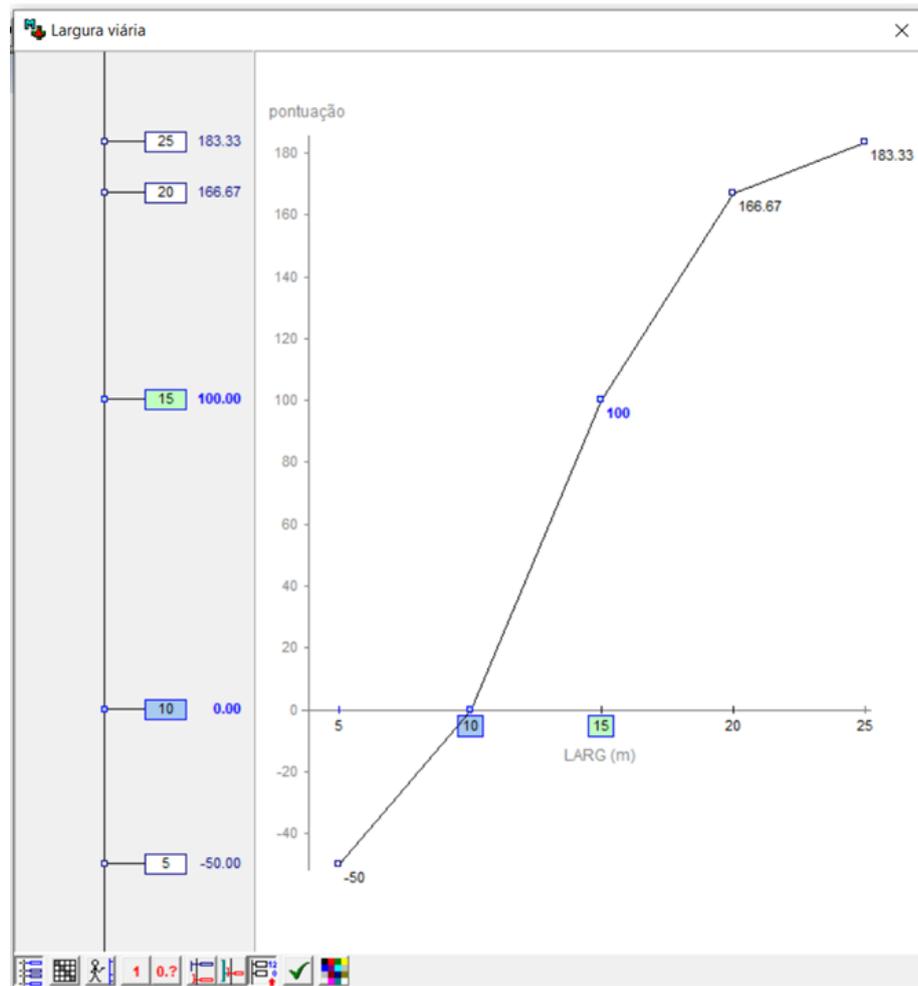
|    | 25   | 20        | 15       | 10       | 5         | Escala atual |           |
|----|------|-----------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 25 | nula | mt. fraca | positiva | positiva | positiva  | 183.33       | extrema   |
| 20 |      | nula      | fraca    | positiva | positiva  | 166.67       | mt. forte |
| 15 |      |           | nula     | forte    | positiva  | 100.00       | forte     |
| 10 |      |           |          | nula     | mt. fraca | 0.00         | moderada  |
| 5  |      |           |          |          | nula      | -50.00       | fraca     |

Julgamentos consistentes

Fonte: A Autora (2019).

Validada a consistência da matriz pelo software, obtém-se a escala de pontuação e o gráfico respectivo para este critério (Fig. 40). Considerando os demais critérios iguais, quanto maior sua largura, maior será a atratividade (potencial) deste segmento ser reprojetoado como uma Rua Completa.

Figura 40 - Gráfico da escala de atratividade para o critério da largura viária



Fonte: A Autora (2019).

## 5.8 FLUXO DE PEDESTRES

Para este critério foram estabelecidos onze níveis de performance – de acordo com os dados obtidos - e as referências superior e inferior foram fixadas em 1000 pedestres/dia e 400 pedestres/dia, respectivamente (figura 41).

Figura 41 - Níveis de performance para o critério fluxo de pedestres

Propriedades de Fluxo de Pedestres

Nome: Fluxo de Pedestres Nome abreviado: Pedestres

Comentários:

Base de comparação:

as opções  
 as opções + 2 referências  
 níveis qualitativos de performance:  
 níveis quantitativos de performance:  critério

Níveis de performance:

| -  | + | Nível quantitativo |
|----|---|--------------------|
| 1  |   | 2000               |
| 2  |   | 1800               |
| 3  |   | 1600               |
| 4  |   | 1400               |
| 5  |   | 1200               |
| 6  |   | 1000               |
| 7  |   | 800                |
| 8  |   | 600                |
| 9  |   | 400                |
| 10 |   | 200                |
| 11 |   | 0                  |

Indicador: Fluxo de Pedestres  
 Abreviado: Pedestres Unidade: pessoa/i

Fonte: A Autora (2019).

Para os demais critérios iguais, quanto maior for o fluxo de pedestres maior será a atratividade (potencial) deste segmento a ser reprojetoado como uma Rua Completa. A partir dos níveis de performance, o software monta a matriz de julgamento a ser preenchida como mostrada nos outros critérios (figura 42).

Figura 42 - Matriz de julgamento da atratividade para o critério fluxo de pedestres

Fluxo de Pedestres

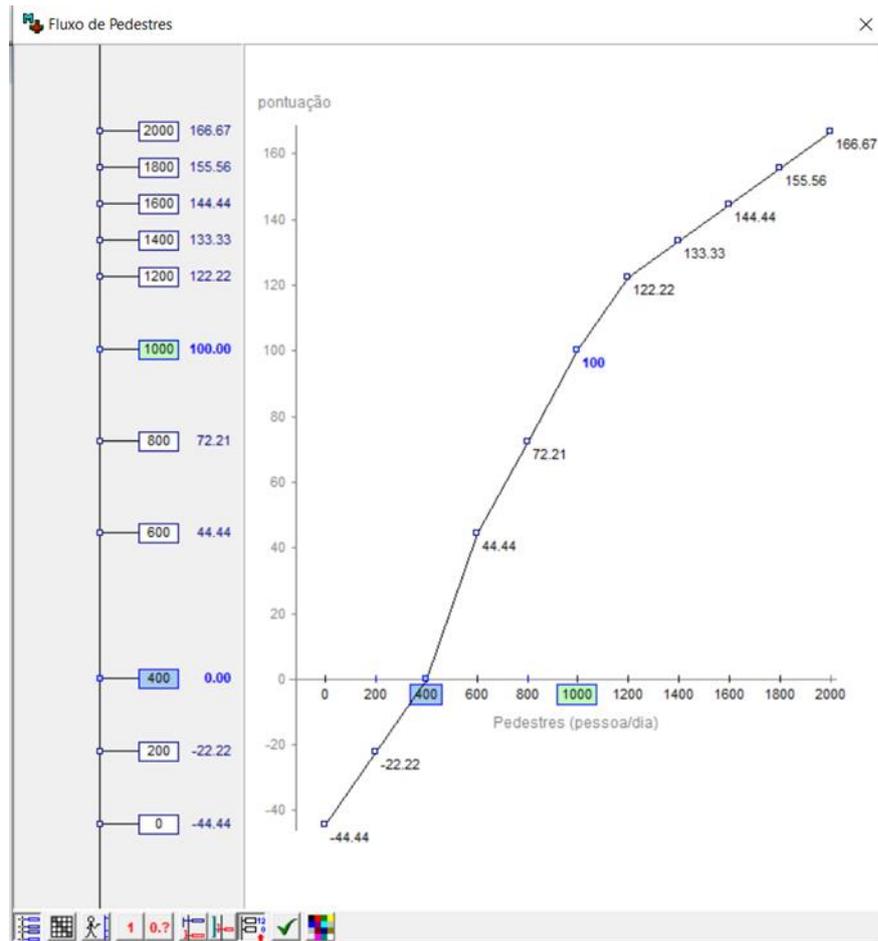
|      | 2000 | 1800      | 1600      | 1400      | 1200      | 1000     | 800      | 600        | 400      | 200      | 0         | Escala atual |           |
|------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|------------|----------|----------|-----------|--------------|-----------|
| 2000 | nula | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva  | positiva | positiva | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 166.67       | extrema   |
| 1800 |      | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva  | positiva | positiva | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 155.56       | mt. forte |
| 1600 |      |           | nula      | mt. fraca | positiva  | positiva | positiva | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 144.44       | moderada  |
| 1400 |      |           |           | nula      | mt. fraca | positiva | positiva | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 133.33       | fraca     |
| 1200 |      |           |           |           | nula      | fraca    | positiva | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 122.22       | mt. fraca |
| 1000 |      |           |           |           |           | nula     | forte    | positiva   | positiva | positiva | extrema   | 100.00       | nula      |
| 800  |      |           |           |           |           |          | nula     | mfrac-frac | positiva | positiva | mt. forte | 72.21        |           |
| 600  |      |           |           |           |           |          |          | nula       | forte    | positiva | mt. forte | 44.44        |           |
| 400  |      |           |           |           |           |          |          |            | nula     | fraca    | forte     | 0.00         |           |
| 200  |      |           |           |           |           |          |          |            |          | nula     | fraca     | -22.22       |           |
| 0    |      |           |           |           |           |          |          |            |          |          | nula      | -44.44       |           |

Julgamentos consistentes

Fonte: A Autora (2019).

Inicia-se o julgamento pela última coluna, a partir da célula formada pelos valores extremos de performance. Completando-se o julgamento para as demais células da coluna, segue-se ao preenchimento da diagonal acima da principal. Aqui, também por transitividade, é gerada a escala de atratividade e o respectivo gráfico (figura 43).

Figura 43 - Gráfico da escala de atratividade para o critério de fluxo de pedestres



Fonte: A Autora (2019).

Cumpridas as etapas acima descritas, para todos os critérios, obtém-se uma tabela com o resumo de todas as escalas de performance mostrado na figura 44 e parte-se, então, para a próxima fase da análise, que é a geração dos pesos de cada critério.

Figura 44 - Níveis de performance para todos os critérios e seus níveis de referência superior e inferior.

| Referências globais | Bici       | Ônibus          | NACH | Atividade | Segurança | Árvores | largura | Pedestres |
|---------------------|------------|-----------------|------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
|                     | planejada* | Entre 10' e 15' | 1.6  | 130       | 1.4       | 90      | 25      | 2000      |
| [ Pedestres ]       | existente  | Entre 15' e 30' | 1.5  | 120       | 1.2       | 80      | 20      | 1800      |
| [ Atividade ]       | nenhuma    | > 30'           | 1.2  | 110       | 1         | 70      | 15      | 1600      |
| [ NACH ]            |            | não passa       | 1    | 100       | 0.8       | 60      | 10      | 1400      |
| [ Bici ]            |            |                 | 0.95 | 90        | 0.6       | 50      | 5       | 1200      |
| [ largura ]         |            |                 | 0.6  | 80        | 0.4       | 40      |         | 1000      |
| [ Ônibus ]          |            |                 | 0.4  | 70        | 0.3       | 30      |         | 800       |
| [ Árvores ]         |            |                 | 0.2  | 60        | 0.2       | 20      |         | 600       |
| [ Segurança ]       |            |                 | 0    | 50        | 0.1       | 10      |         | 400       |
| [ tudo inf. ]       |            |                 |      | 40        | 0         | 0       |         | 200       |
|                     |            |                 |      | 30        |           |         |         | 0         |
|                     |            |                 |      | 20        |           |         |         |           |
|                     |            |                 |      | 10        |           |         |         |           |
|                     |            |                 |      | 0         |           |         |         |           |

Fonte: A Autora (2019).

Para se obter o peso de cada critério, necessário para o cálculo do valor final de cada segmento em cada critério, o software solicita o preenchimento de uma outra matriz onde são avaliados, desta vez, os critérios, ordenados de forma decrescente a partir do ordenamento feito pelos quinze profissionais consultados. Como não houve possibilidade de uma reunião única para se obter um consenso neste ordenamento, foram analisados os critérios mais votados para cada posição e obtida assim uma hierarquização dos critérios considerados mais relevantes a tornar um segmento de rua mais atrativo para se aplicar o conceito de Rua Completa, de acordo com a tabela 7.

Tabela 7 - Escolha do ordenamento dos critérios mais relevantes segundo os especialistas.

| ESPECIALISTA 1 | ESPECIALISTA 2 | ESPECIALISTA 3 | ESPECIALISTA 4 | ESPECIALISTA 5 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| CONECTIVIDADE  | PEDESTRES      | PEDESTRES      | PEDESTRES      | BICI           |
| DENSIDADE      | ÁRVORES        | DENSIDADE      | DENSIDADE      | BUS            |
| PEDESTRES      | DENSIDADE      | BICI           | LARGURA        | LARGURA        |
| BICI           | CONECTIVIDADE  | LARGURA        | BICI           | ÁRVORES        |
| BUS            | BICI           | SEG. VIÁRIA    | ÁRVORES        | CONECTIVIDADE  |
| ÁRVORES        | BUS            | BUS            | SEG VIÁRIA     | DENSIDADE      |
| LARGURA        | LARGURA        | ÁRVORES        | ÔNIBUS         | PEDESTRES      |
| SEG. VIÁRIA    | SEG VIÁRIA     | CONECTIVIDADE  | CONECTIVIDADE  | SEG. VIÁRIA    |

| ESPECIALISTA 6 | ESPECIALISTA 7 | ESPECIALISTA 8 | ESPECIALISTA 9 | ESPECIALISTA 10 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| DENSIDADE      | PEDESTRES      | DENSIDADE      | SEG. VIÁRIA    | PEDESTRES       |
| PEDESTRES      | DENSIDADE      | CONECTIVIDADE  | DENSIDADE      | BUS             |
| CONECTIVIDADE  | CONECTIVIDADE  | SEG. VIÁRIA    | LARGURA        | CONECTIVIDADE   |
| SEG. VIÁRIA    | BUS            | PEDESTRES      | PEDESTRES      | DENSIDADE       |
| BICI           | BICI           | BUS            | BUS            | BICI            |
| BUS            | SEG. VIÁRIA    | BICI           | BICI           | ÁRVORES         |
| LARGURA        | LARGURA        | ÁRVORES        | CONECTIVIDADE  | LARGURA         |
| ÁRVORES        | ÁRVORES        | LARGURA        | ÁRVORES        | SEG. VIÁRIA     |

| ESPECIALISTA 11 | ESPECIALISTA 12 | ESPECIALISTA 13 | ESPECIALISTA 14 | ESPECIALISTA 15 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| SEG. VIÁRIA     | PEDESTRES       | PEDESTRES       | PEDESTRES       | PEDESTRES       |
| DENSIDADE       | BUS             | BUS             | BUS             | DENSIDADE       |
| PEDESTRES       | BICI            | BICI            | BICI            | SEG. VIÁRIA     |
| CONECTIVIDADE   | LARGURA         | LARGURA         | LARGURA         | CONECTIVIDADE   |
| LARGURA         | CONECTIVIDADE   | CONECTIVIDADE   | CONECTIVIDADE   | ÁRVORES         |
| BUS             | DENSIDADE       | DENSIDADE       | DENSIDADE       | BICI            |
| BICI            | SEG. VIÁRIA     | SEG. VIÁRIA     | SEG. VIÁRIA     | BUS             |
| ÁRVORES         | ÁRVORES         | ÁRVORES         | ÁRVORES         | LARGURA         |

| RESULTADO        |
|------------------|
| 1. PEDESTRE      |
| 2. DENSIDADE     |
| 3. BICI          |
| 4. LARGURA       |
| 5. CONECTIVIDADE |
| 6. BUS           |
| 7. SEGURANÇA     |
| 8. ÁRVORES       |

Fonte: A Autora (2019).

Esta tabela representa a votação de cada um dos especialistas, respeitando a ordem decrescente de relevância para a atrair uma futura intervenção segundo o conceito de Ruas Completas. O critério mais votado como sendo o mais importante, foi o Fluxo de Pedestres; para o segundo mais importante, foi escolhido o da Densidade Mercantil; o terceiro mais relevante, a Rede de Bicicletas; para o quarto lugar foi escolhida a Largura; para o quinto, a Conectividade; sexto, Rede de Ônibus; sétimo, Segurança Viária e por último, a Arborização. Obtido este ordenamento dos critérios, segue-se ao preenchimento da matriz que determinará os pesos dos critérios, como mostra a figura 45.

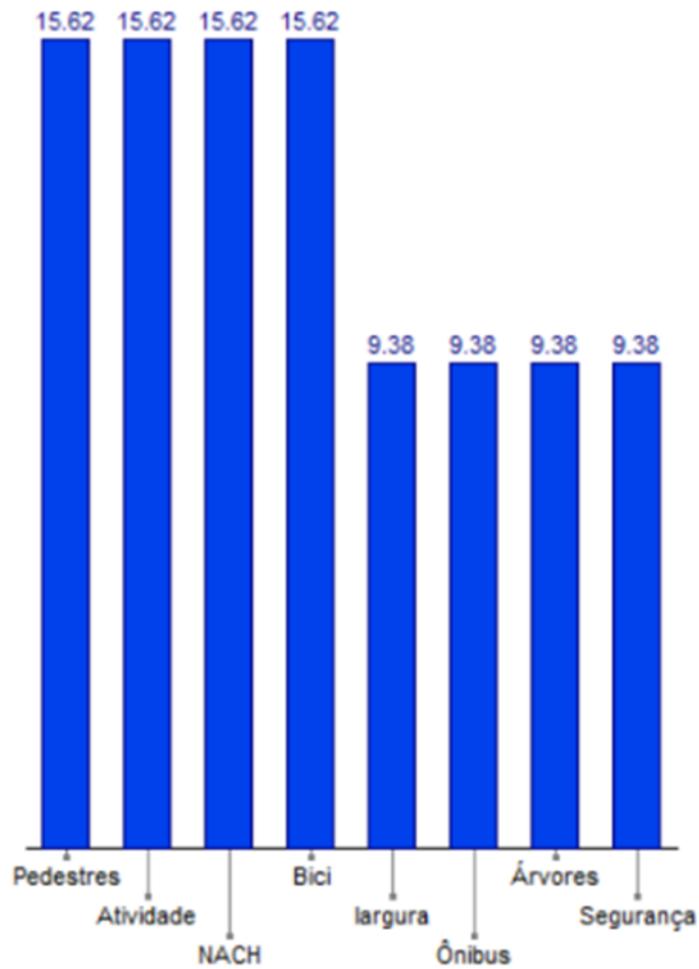
Figura 45 - Matriz de julgamento dos critérios entre si para obtenção dos seus pesos.

|               | [ Pedestres ] | [ Atividade ] | [ NACH ] | [ Bici ] | [ largura ] | [ Ônibus ] | [ Árvores ] | [ Segurança ] | [ tudo inf. ] | Escala atual |           |
|---------------|---------------|---------------|----------|----------|-------------|------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-----------|
| [ Pedestres ] | nula          | nula          | nula     | nula     | fraca       | fraca      | fraca       | fraca         | forte         | 15 . 62      | extrema   |
| [ Atividade ] | nula          | nula          | nula     | nula     | fraca       | fraca      | fraca       | fraca         | forte         | 15 . 62      | mt. forte |
| [ NACH ]      | nula          | nula          | nula     | nula     | fraca       | fraca      | fraca       | fraca         | forte         | 15 . 62      | forte     |
| [ Bici ]      | nula          | nula          | nula     | nula     | fraca       | fraca      | fraca       | fraca         | forte         | 15 . 62      | moderada  |
| [ largura ]   |               |               |          |          | nula        | nula       | nula        | nula          | moderada      | 9 . 38       | fraca     |
| [ Ônibus ]    |               |               |          |          | nula        | nula       | nula        | nula          | moderada      | 9 . 38       | mt. fraca |
| [ Árvores ]   |               |               |          |          | nula        | nula       | nula        | nula          | moderada      | 9 . 38       | nula      |
| [ Segurança ] |               |               |          |          | nula        | nula       | nula        | nula          | moderada      | 9 . 38       |           |
| [ tudo inf. ] |               |               |          |          |             |            |             |               | nula          | 0 . 00       |           |

Fonte: A Autora (2019).

Inicia-se o preenchimento da matriz inserindo a ordenação dos critérios, escolhida pelos especialistas, em ordem decrescente, da mesma forma que nas matrizes de julgamentos. No entanto, esta ordenação, embora recomendada, não é obrigatória, como pontuado em Bana Consulting (2005), pois o software faz a validação desta, ao final do preenchimento, fazendo os ajustes necessários, em caso de incongruência. Em seguida, a partir da coluna “tudo inferior”, inicia-se o julgamento feito da seguinte forma: imaginando que um segmento sofra, em determinado critério uma mudança do valor “NEUTRO” para o “BOM” – referência superior, enquanto que os demais critérios permanecem com o valor semântico “NEUTRO” - referência inferior, qual avaliação o julgador faz da melhoria que o segmento passa a ter, em relação a este critério, para ser reprojetoado como uma rua completa. Este impacto poderia ser muito pequeno; pequeno; moderado; forte e muito forte. Por exemplo, para o critério Fluxo de Pedestres, considerando os demais critérios neutros, um determinado segmento tem sua atratividade fortemente alterada quando se ajusta este critério para a referência superior, por ser este, considerado o critério mais relevante, segundo os avaliadores. Preenchida toda a coluna do “NEUTRO”, seguiu-se, então, ao preenchimento da linha correspondente a cada critério, fazendo-se a comparação para a par da melhoria obtida em cada critério em relação ao outro, a partir da mudança nos níveis de referência e assim, sucessivamente. Com a matriz preenchida, solicita-se ao software que valide os julgamentos e, automaticamente, uma nova ordem dos critérios é observada, se houver necessidade, o que aconteceu neste estudo. Como se pode perceber, o ordenamento proposto pelos especialistas foi ajustado. De acordo com os julgadores, o critério Conectividade era o quinto mais relevante; porém, após o preenchimento da matriz, ele foi relocado para o terceiro lugar. Já o critério Rede de Bicicletas que era o terceiro, caiu para o quarto lugar. A Largura Viária que estava na quarta posição, passou a ocupar a quinta. Percebeu-se, ainda, uma troca de posições entre os critérios Arborização e Segurança Viária, passando a ocupar este último, a última posição. É desta forma que são obtidos os pesos de cada critério, como mostrado na figura 46. No entanto, o preenchimento desta matriz gerou uma coincidência nos resultados desta ponderação. Percebeu-se que dois grupos de quatro critérios receberam o mesmo peso. O primeiro grupo, que recebeu o peso de 15.6 foi composto dos critérios Fluxo de Pedestres, Densidade Mercantil, Conectividade/NACH e Rede de Bicicletas. No outro grupo, que recebeu o peso de 9.38, estavam os demais critérios: Largura Viária, Rede de ônibus, Arborização e Segurança Viária.

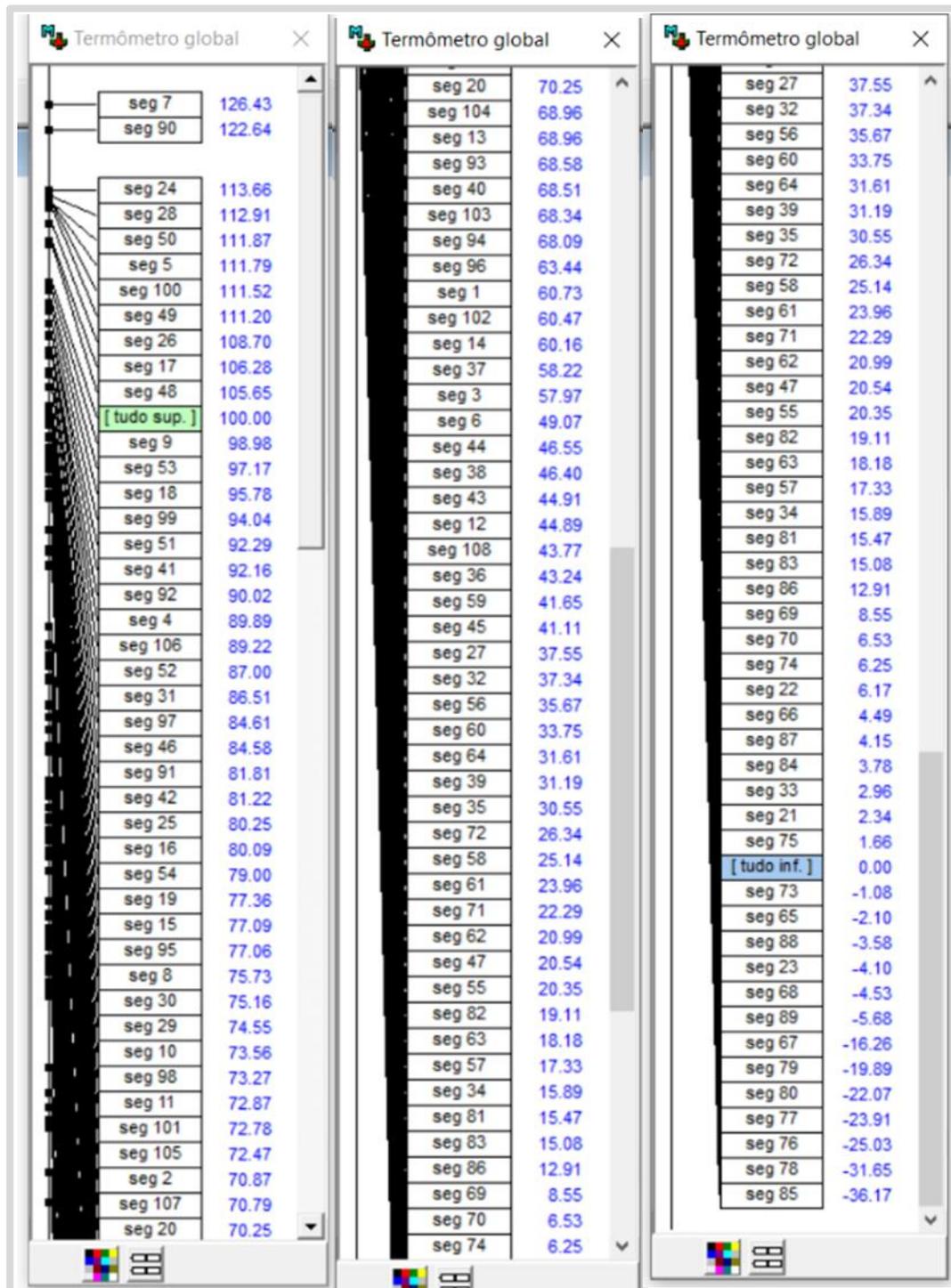
Figura 46 - Gráfico obtido com os pesos dos critérios



Fonte: A Autora (2019).

Estes pesos são, então, multiplicados automaticamente pelos valores individuais encontrados, em cada critério para cada segmento, permitindo o ranqueamento dos mesmos segundo o seu potencial de se tornar uma rua completa como mostra a figura 47.

Figura 47 - Escala com o ranqueamento final dos segmentos



Fonte: A Autora (2019).

Entendendo que o nível superior “bom” (marcado pela cor verde), vinculado ao valor de cem (100) na escala acima, indica um nível satisfatório de priorização de determinada rua ser reprojetaada como rua completa e o nível “neutro” (marcado pela cor azul), vinculado ao valor de zero (0), como sendo o nível a partir do qual não haveria mais interesse, pôde-se

perceber que os segmentos de rua mais viáveis a receberem o projeto de Rua completa possuem valor igual a cem ou superior; os segmentos com valor entre cinquenta e cem possuem boa viabilidade; os segmentos valorados entre zero e cinquenta são os regulares e os menos indicados a receberem o projeto viário, os que possuem valores negativos.

Com este resultado do ranqueamento final, foi estabelecida uma graduação a ser usada na etapa seguinte, a confecção de mapas pelo software de geoprocessamento QGIS, apresentados no capítulo da Análise de Resultados.

Já a figura 48 apresenta uma outra visão dos resultados, que mostra o ordenamento dos segmentos por critério. Esta abordagem é útil para analisar comportamentos específicos por critérios, em cada segmento, e propor melhoramentos por meio deles, ou seja, é possível constatar que determinado segmento de rua possui níveis satisfatórios para a maioria dos critérios, mas que, em algum critério específico, possui níveis indesejados, o que permitiria uma melhor adequação junto aos responsáveis pela intervenção urbana.

Figura 48 - Ordenamentos dos segmentos por critério

(continua...)

| Tabela de ordenações |                 |         |           |           |         |         |           |
|----------------------|-----------------|---------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|
| Bici                 | Ônibus          | NACH    | Atividade | Segurança | Árvores | largura | Pedestres |
| planejada'           | Entre 10' e 15' | seg 96  | seg 42    | seg 26    | seg 31  | seg 95  | seg 7     |
| seg 40               | seg 41          | seg 95  | seg 100   | seg 90    | seg 71  | seg 92  | seg 28    |
| seg 41               | seg 82          | seg 94  | seg 41    | seg 92    | seg 28  | seg 93  | seg 17    |
| seg 48               | seg 86          | seg 101 | seg 13    | seg 24    | seg 25  | seg 4   | seg 9     |
| seg 49               | seg 87          | seg 104 | seg 14    | seg 106   | seg 37  | seg 90  | seg 45    |
| seg 50               | seg 97          | seg 103 | seg 15    | seg 5     | seg 50  | seg 91  | seg 31    |
| seg 51               | seg 98          | seg 102 | seg 16    | seg 93    | seg 30  | seg 96  | seg 18    |
| seg 52               | seg 99          | seg 48  | seg 101   | seg 7     | seg 24  | seg 1   | seg 46    |
| seg 53               | seg 100         | seg 98  | seg 6     | seg 100   | seg 29  | seg 2   | seg 49    |
| seg 54               | seg 105         | seg 97  | seg 55    | seg 25    | seg 26  | seg 3   | seg 5     |
| seg 90               | seg 106         | seg 93  | seg 7     | seg 94    | seg 52  | seg 6   | seg 24    |
| seg 91               | seg 107         | seg 105 | seg 46    | seg 95    | seg 61  | seg 28  | seg 11    |
| seg 92               | seg 108         | seg 108 | seg 48    | seg 48    | seg 59  | seg 29  | seg 29    |
| seg 93               | seg 1           | seg 100 | seg 90    | seg 107   | seg 18  | seg 30  | seg 107   |
| seg 94               | seg 2           | seg 99  | seg 38    | seg 8     | seg 58  | seg 31  | seg 37    |
| seg 95               | seg 3           | seg 92  | seg 39    | seg 98    | seg 82  | seg 32  | seg 42    |
| seg 96               | seg 4           | seg 91  | seg 56    | seg 108   | seg 20  | seg 5   | seg 48    |
| seg 97               | seg 5           | seg 90  | seg 36    | seg 4     | seg 15  | seg 25  | seg 36    |
| seg 98               | seg 6           | 1.5     | seg 17    | seg 91    | seg 53  | seg 26  | seg 38    |
| seg 99               | seg 7           | seg 54  | seg 5     | seg 11    | seg 62  | seg 27  | seg 44    |
| seg 100              | seg 8           | seg 53  | seg 34    | seg 17    | seg 69  | seg 94  | seg 50    |
| seg 101              | seg 9           | seg 52  | seg 35    | seg 54    | seg 72  | seg 24  | seg 8     |
| seg 102              | seg 10          | seg 51  | seg 9     | seg 99    | seg 57  | seg 41  | seg 16    |
| seg 103              | seg 11          | seg 50  | seg 29    | seg 104   | seg 14  | 15      | seg 19    |
| seg 104              | seg 12          | seg 49  | seg 49    | seg 18    | seg 16  | seg 12  | seg 99    |
| seg 105              | seg 13          | seg 27  | seg 50    | seg 28    | seg 1   | seg 13  | seg 10    |
| seg 106              | seg 14          | seg 26  | seg 43    | seg 103   | seg 81  | seg 14  | seg 26    |
| seg 107              | seg 15          | seg 25  | seg 44    | seg 105   | 50      | seg 15  | seg 51    |
| seg 108              | seg 16          | seg 24  | seg 97    | seg 2     | seg 7   | seg 16  | seg 4     |
| nenhuma              | seg 17          | seg 4   | seg 98    | seg 96    | seg 104 | seg 17  | seg 12    |
| seg 1                | seg 18          | seg 3   | seg 99    | seg 97    | seg 56  | seg 19  | seg 40    |
| seg 2                | seg 19          | seg 6   | seg 18    | seg 101   | seg 60  | seg 48  | seg 41    |
| seg 3                | seg 20          | seg 2   | seg 8     | seg 19    | seg 39  | seg 49  | seg 53    |
| seg 4                | seg 24          | seg 1   | seg 21    | 0.3       | seg 63  | seg 50  | seg 64    |
| seg 5                | seg 25          | seg 5   | seg 22    | seg 9     | seg 9   | seg 51  | seg 90    |
| seg 6                | seg 26          | seg 40  | seg 33    | seg 10    | seg 44  | seg 52  | seg 13    |
| seg 7                | seg 27          | seg 41  | seg 102   | seg 30    | seg 11  | seg 53  | seg 30    |
| seg 8                | seg 40          | seg 46  | seg 103   | seg 49    | seg 2   | seg 54  | seg 43    |
| seg 9                | seg 46          | seg 47  | seg 25    | seg 50    | seg 17  | seg 61  | seg 83    |
| seg 10               | seg 47          | seg 13  | seg 28    | seg 51    | seg 19  | seg 77  | seg 106   |
| seg 11               | seg 48          | seg 64  | seg 19    | seg 102   | seg 49  | seg 7   | seg 15    |
| seg 12               | seg 50          | seg 63  | seg 10    | seg 20    | seg 3   | seg 20  | seg 20    |
| seg 13               | seg 51          | seg 62  | seg 37    | seg 53    | seg 4   | seg 40  | seg 92    |
| seg 14               | seg 52          | seg 61  | seg 32    | seg 52    | seg 75  | seg 43  | seg 100   |
| seg 15               | seg 53          | seg 60  | seg 59    | seg 16    | seg 46  | seg 46  | 1000      |
| seg 16               | seg 54          | seg 29  | seg 52    | seg 15    | seg 103 | seg 56  | seg 84    |

Fonte: A Autora (2019).

Figura 48 - Ordenamentos dos segmentos por critério(continuação)

Tabela de ordenações

|        |         |         |         |        |         |        |         |
|--------|---------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|
| seg 16 | seg 54  | seg 29  | seg 52  | seg 15 | seg 103 | seg 56 | seg 84  |
| seg 17 | seg 55  | seg 28  | seg 30  | seg 13 | seg 54  | seg 57 | seg 86  |
| seg 18 | seg 56  | seg 107 | seg 31  | seg 31 | seg 33  | seg 58 | seg 1   |
| seg 19 | seg 61  | seg 37  | seg 20  | seg 14 | seg 10  | seg 59 | seg 2   |
| seg 20 | seg 62  | seg 36  | seg 27  | seg 1  | seg 5   | seg 60 | seg 35  |
| seg 21 | seg 63  | seg 43  | seg 104 | seg 29 | seg 32  | seg 62 | seg 81  |
| seg 22 | seg 64  | seg 32  | seg 51  | seg 47 | seg 106 | seg 88 | seg 97  |
| seg 23 | seg 71  | seg 31  | seg 11  | seg 3  | seg 89  | seg 8  | seg 59  |
| seg 24 | seg 72  | seg 38  | seg 24  | seg 27 | seg 42  | seg 9  | seg 3   |
| seg 25 | seg 90  | seg 39  | seg 40  | 0.1    | seg 8   | seg 10 | seg 94  |
| seg 26 | seg 91  | seg 9   | seg 54  | seg 6  | seg 43  | seg 11 | seg 95  |
| seg 27 | seg 92  | seg 10  | seg 23  | seg 32 | seg 12  | seg 18 | seg 33  |
| seg 28 | seg 93  | seg 35  | seg 68  | seg 12 | seg 107 | seg 37 | seg 52  |
| seg 29 | seg 94  | seg 30  | seg 69  | seg 46 | seg 70  | seg 38 | seg 60  |
| seg 30 | seg 95  | seg 71  | seg 70  | seg 21 | seg 34  | seg 39 | seg 74  |
| seg 31 | seg 96  | seg 75  | seg 105 | seg 22 | seg 83  | seg 42 | seg 80  |
| seg 32 | seg 101 | seg 74  | seg 106 | seg 23 | 20      | seg 63 | seg 87  |
| seg 33 | seg 102 | seg 34  | seg 3   | seg 33 | seg 66  | seg 64 | seg 88  |
| seg 34 | seg 103 | seg 89  | seg 4   | seg 34 | seg 98  | seg 82 | seg 91  |
| seg 35 | seg 104 | seg 72  | seg 57  | seg 35 | seg 73  | seg 83 | seg 105 |
| seg 36 | > 30'   | seg 14  | seg 58  | seg 36 | seg 41  | seg 89 | seg 6   |
| seg 37 | seg 45  | seg 73  | seg 91  | seg 37 | seg 108 | seg 21 | seg 14  |
| seg 38 | seg 49  | seg 12  | 20      | seg 38 | seg 68  | seg 22 | seg 25  |
| seg 39 | seg 60  | seg 15  | seg 53  | seg 39 | seg 100 | seg 34 | seg 32  |
| seg 42 | seg 21  | seg 16  | seg 65  | seg 40 | seg 101 | seg 35 | seg 55  |
| seg 43 | seg 22  | seg 59  | seg 66  | seg 41 | seg 97  | seg 36 | seg 56  |
| seg 44 | seg 23  | seg 17  | seg 26  | seg 42 | seg 38  | seg 44 | seg 57  |
| seg 45 | seg 28  | seg 65  | seg 60  | seg 43 | seg 74  | seg 45 | seg 58  |
| seg 46 | seg 29  | seg 8   | seg 1   | seg 44 | seg 22  | seg 47 | seg 72  |
| seg 47 | seg 30  | seg 66  | seg 2   | seg 45 | seg 45  | seg 69 | seg 93  |
| seg 55 | seg 31  | seg 88  | seg 45  | seg 55 | seg 64  | seg 70 | seg 96  |
| seg 56 | seg 32  | seg 83  | seg 47  | seg 56 | seg 23  | seg 71 | seg 101 |
| seg 57 | seg 33  | seg 82  | seg 72  | seg 57 | seg 105 | seg 72 | 400     |
| seg 58 | seg 34  | seg 20  | seg 12  | seg 58 | seg 55  | seg 73 | seg 39  |
| seg 59 | seg 35  | seg 19  | seg 71  | seg 59 | seg 40  | seg 74 | seg 47  |
| seg 60 | seg 36  | seg 18  | seg 77  | seg 60 | seg 67  | seg 75 | seg 54  |
| seg 61 | seg 37  | seg 70  | seg 78  | seg 61 | seg 47  | seg 81 | seg 66  |
| seg 62 | seg 38  | seg 58  | seg 79  | seg 62 | seg 35  | seg 84 | seg 21  |
| seg 63 | seg 39  | seg 44  | seg 67  | seg 63 | seg 51  | seg 85 | seg 22  |
| seg 64 | seg 42  | seg 67  | seg 73  | seg 64 | seg 21  | seg 86 | seg 23  |
| seg 65 | seg 43  | seg 87  | seg 74  | seg 65 | seg 36  | seg 87 | seg 63  |
| seg 66 | seg 44  | 0.95    | seg 95  | seg 66 | seg 91  | 10     | seg 73  |
| seg 67 | seg 57  | seg 81  | seg 96  | seg 67 | seg 93  | seg 23 | seg 76  |
| seg 68 | seg 58  | seg 55  | seg 61  | seg 68 | seg 84  | seg 33 | seg 85  |
| seg 69 | seg 59  | seg 79  | seg 62  | seg 69 | seg 95  | seg 55 | seg 98  |
| seg 70 | seg 65  | seg 42  | seg 82  | seg 70 | seg 102 | seg 65 | seg 102 |
| seg 71 | seg 66  | seg 7   | seg 75  | seg 71 | seg 13  | seg 66 | seg 27  |
| seg 72 | seg 67  | seg 106 | seg 63  | seg 72 | seg 77  | seg 68 | seg 34  |

Figura 48 - Ordenamentos dos segmentos por critério (continuação)

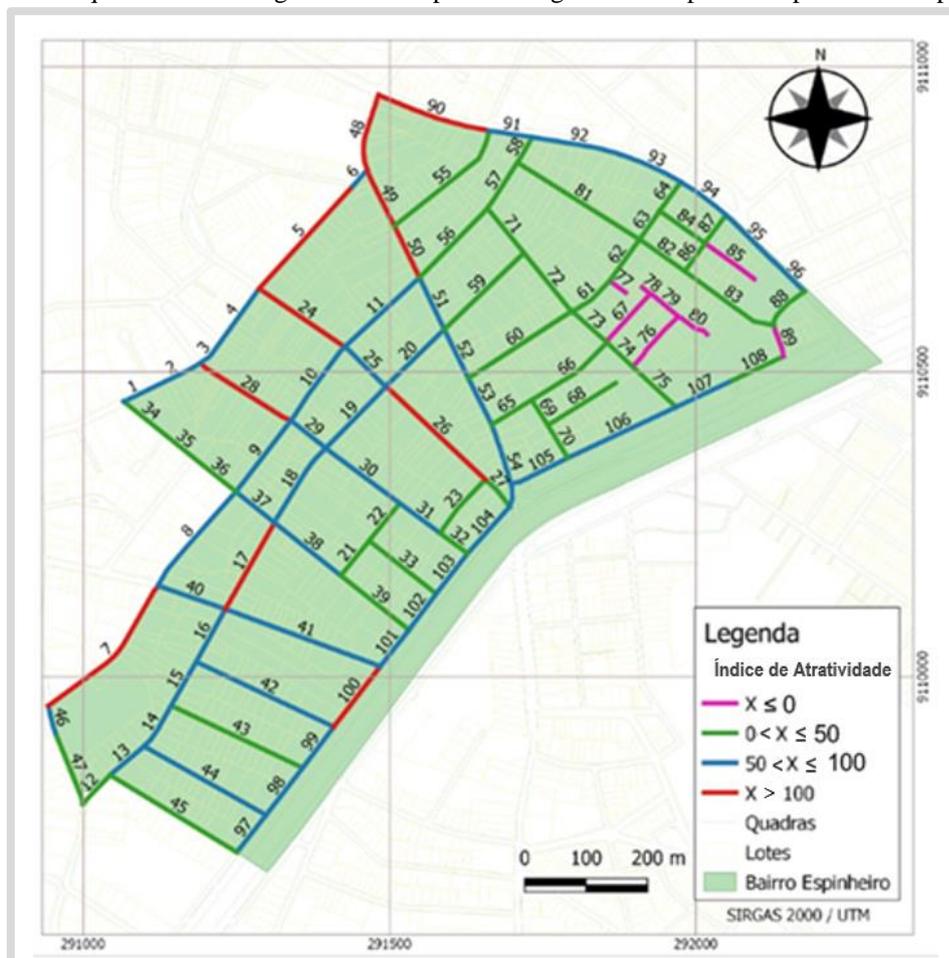
|        |        |        |         |        |        |         |         |
|--------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|---------|
| seg 73 | seg 68 | seg 22 | seg 64  | seg 73 | seg 27 | seg 76  | seg 61  |
| seg 74 | seg 69 | seg 84 | seg 81  | seg 74 | seg 48 | seg 78  | seg 62  |
| seg 75 | seg 70 | seg 68 | seg 84  | seg 75 | seg 88 | seg 97  | seg 65  |
| seg 76 | seg 73 | seg 11 | seg 92  | seg 76 | seg 99 | seg 98  | seg 69  |
| seg 77 | seg 74 | seg 86 | seg 93  | seg 77 | seg 6  | seg 99  | seg 71  |
| seg 78 | seg 75 | seg 56 | seg 94  | seg 78 | seg 78 | seg 100 | seg 75  |
| seg 79 | seg 76 | seg 76 | 10      | seg 79 | seg 65 | seg 101 | seg 78  |
| seg 80 | seg 77 | seg 80 | seg 86  | seg 80 | seg 96 | seg 102 | seg 79  |
| seg 81 | seg 78 | seg 21 | seg 87  | seg 81 | seg 90 | seg 103 | seg 89  |
| seg 82 | seg 79 | seg 57 | seg 76  | seg 82 | seg 92 | seg 104 | seg 103 |
| seg 83 | seg 80 | seg 23 | seg 83  | seg 83 | seg 85 | seg 105 | seg 108 |
| seg 84 | seg 81 | seg 69 | seg 80  | seg 84 | seg 86 | seg 106 | seg 67  |
| seg 85 | seg 83 | seg 45 | seg 85  | seg 85 | seg 76 | seg 107 | seg 68  |
| seg 86 | seg 84 | seg 33 | seg 88  | seg 86 | seg 79 | seg 108 | seg 70  |
| seg 87 | seg 85 | seg 77 | seg 89  | seg 87 | seg 80 | seg 67  | seg 77  |
| seg 88 | seg 88 | seg 78 | seg 107 | seg 88 | seg 87 | seg 80  | seg 82  |
| seg 89 | seg 89 | seg 85 | seg 108 | seg 89 | seg 94 | seg 79  | seg 104 |

Fonte: A Autora (2019).

## 6 ANÁLISE DE RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos na escala global e do mapeamento pelo QGIS, foi feita uma análise focada nos segmentos com maior potencial de transformação em uma rua completa. Buscou-se entender quais critérios determinaram a classificação do trecho viário; bem como apresentar os motivos que levaram segmentos com valores muito próximos entre si a se inserirem em graduações distintas, caso dos segmentos com valores próximos às referências estabelecidas nas quatro categorias definidas por cores. Os melhores trechos de ruas, com valor igual a cem ou superior, foram identificados no mapa com a cor vermelha; já os bons, com valor de cinquenta a cem no termômetro produzido no M-MACBETH, a identificação foi feita pela cor azul; os segmentos regulares, com valor no termômetro entre zero e cinquenta, foi estabelecida a cor verde e para os segmentos menos indicados a receberem o projeto viário, com valores negativos, a cor rosa os demarca no mapa construído mostrado na figura 49, onde “x” é o valor do índice global definido, referente à escala do ranqueamento final dos segmentos.

Figura 49 - Ranqueamento dos segmentos do Espinheiro segundo o seu potencial para serem reprojutados.



Fonte: A Autora (2019).

Pôde-se observar na figura 50 que, apesar do segmento nº 7, com maior valor global, ter sido o primeiro trecho da Rua do Espinheiro (ver mapa acima), os demais segmentos desta rua obtiveram valores elencados como bons; enquanto que outras ruas se destacaram por terem mais trechos com níveis superiores a cem. É o caso da Rua Quarenta e Oito que, dos quatro segmentos que possui, dois foram classificados como muito bons e um como bom; e da Av. João de Barros que, dos sete segmentos que constituem esta via, dois foram considerados muito bons e os demais bons com valores altos de pontuação, entre 79.00 e 100.00, segundo o ranqueamento global.

Figura 50 - Escala do ranqueamento global dos segmentos extraída do M-MACBETH

|               |        |         |       |               |        |
|---------------|--------|---------|-------|---------------|--------|
| seg 7         | 126.43 | seg 20  | 70.25 | seg 27        | 37.55  |
| seg 90        | 122.64 | seg 104 | 68.96 | seg 32        | 37.34  |
|               |        | seg 13  | 68.96 | seg 56        | 35.67  |
|               |        | seg 93  | 68.58 | seg 60        | 33.75  |
| seg 24        | 113.66 | seg 40  | 68.51 | seg 64        | 31.61  |
| seg 28        | 112.91 | seg 103 | 68.34 | seg 39        | 31.19  |
| seg 50        | 111.87 | seg 94  | 68.09 | seg 35        | 30.55  |
| seg 5         | 111.79 | seg 96  | 63.44 | seg 72        | 26.34  |
| seg 100       | 111.52 | seg 1   | 60.73 | seg 58        | 25.14  |
| seg 49        | 111.20 | seg 102 | 60.47 | seg 61        | 23.96  |
| seg 26        | 108.70 | seg 14  | 60.16 | seg 71        | 22.29  |
| seg 17        | 106.28 | seg 37  | 58.22 | seg 62        | 20.99  |
| seg 48        | 105.65 | seg 3   | 57.97 | seg 47        | 20.54  |
| [ tudo sup. ] | 100.00 | seg 6   | 49.07 | seg 55        | 20.35  |
| seg 9         | 98.98  | seg 44  | 46.55 | seg 62        | 19.11  |
| seg 53        | 97.17  | seg 38  | 46.40 | seg 63        | 18.18  |
| seg 18        | 95.78  | seg 43  | 44.91 | seg 57        | 17.33  |
| seg 99        | 94.04  | seg 12  | 44.89 | seg 34        | 15.89  |
| seg 51        | 92.29  | seg 108 | 43.77 | seg 81        | 15.47  |
| seg 41        | 92.16  | seg 36  | 43.24 | seg 83        | 15.08  |
| seg 92        | 90.02  | seg 59  | 41.65 | seg 86        | 12.91  |
| seg 4         | 89.89  | seg 45  | 41.11 | seg 69        | 8.55   |
| seg 106       | 89.22  | seg 27  | 37.55 | seg 70        | 6.53   |
| seg 52        | 87.00  | seg 32  | 37.34 | seg 74        | 6.25   |
| seg 31        | 86.51  | seg 56  | 35.67 | seg 22        | 6.17   |
| seg 97        | 84.61  | seg 60  | 33.75 | seg 66        | 4.49   |
| seg 46        | 84.58  | seg 64  | 31.61 | seg 87        | 4.15   |
| seg 91        | 81.81  | seg 39  | 31.19 | seg 84        | 3.78   |
| seg 42        | 81.22  | seg 35  | 30.55 | seg 33        | 2.96   |
| seg 25        | 80.25  | seg 72  | 26.34 | seg 21        | 2.34   |
| seg 16        | 80.09  | seg 58  | 25.14 | seg 75        | 1.66   |
| seg 54        | 79.00  | seg 61  | 23.96 | [ tudo inf. ] | 0.00   |
| seg 19        | 77.36  | seg 71  | 22.29 | seg 73        | -1.08  |
| seg 15        | 77.09  | seg 62  | 20.99 | seg 65        | -2.10  |
| seg 95        | 77.06  | seg 47  | 20.54 | seg 88        | -3.58  |
| seg 8         | 75.73  | seg 55  | 20.35 | seg 23        | -4.10  |
| seg 30        | 75.16  | seg 82  | 19.11 | seg 68        | -4.53  |
| seg 29        | 74.55  | seg 63  | 18.18 | seg 89        | -5.68  |
| seg 10        | 73.56  | seg 57  | 17.33 | seg 67        | -16.26 |
| seg 98        | 73.27  | seg 34  | 15.89 | seg 79        | -19.89 |
| seg 11        | 72.87  | seg 81  | 15.47 | seg 80        | -22.07 |
| seg 101       | 72.78  | seg 83  | 15.08 | seg 77        | -23.91 |
| seg 105       | 72.47  | seg 86  | 12.91 | seg 76        | -25.03 |
| seg 2         | 70.87  | seg 69  | 8.55  | seg 78        | -31.65 |
| seg 107       | 70.79  | seg 70  | 6.53  | seg 85        | -36.17 |
| seg 20        | 70.25  | seg 74  | 6.25  |               |        |

As figuras abaixo mostram as ruas com maior prioridade para a transformação em uma rua completa, com uma análise dos seus resultados nos critérios por segmentos, para que se possa entender os fatores que determinaram sua classificação no ranqueamento global.

Para a Rua Quarenta e Oito mostrada na tabela 8, na qual três dos quatro segmentos obtiveram valores altos no ranqueamento final, pode-se observar que o critério fluxo de pedestres foi o diferencial para elevar a prioridade nos dois trechos com os melhores índices (segmentos 24 e 26), em relação aos demais; já no segmento considerado bom (nº 25), com índice global de 78.54, apesar de ter a maior densidade mercantil e percentual de arborização de toda a rua, o fluxo de pedestre também foi o critério determinante pra que este segmento não fosse o melhor de todos, devido ao seu valor muito baixo (1,11).

Tabela 8 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais da Rua Quarenta e Oito.

| RUA QUARENTA E OITO |             |               |                    |                |               |           |           |             |         |                    |
|---------------------|-------------|---------------|--------------------|----------------|---------------|-----------|-----------|-------------|---------|--------------------|
| SEGMENTO            | ORDENAMENTO | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICICLETAS | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRES |
| 24                  |             | 109.48        | 0                  | 4,02           | 13,38         | 19,01     | 19,83     | 12,38       | 10,63   | 30,23              |
| 25                  |             | 78.54         | 0                  | 4,02           | 13,58         | 21,06     | 13,67     | 13,22       | 11,88   | 1,11               |
| 26                  |             | 102.27        | 0                  | 4,02           | 13,62         | 13,39     | 25,46     | 12,1        | 11,88   | 21,8               |
| 27                  |             | 41.20         | 0                  | 4,02           | 13,65         | 19,56     | 0,27      | -3,11       | 11,88   | -5,07              |

Fonte: A Autora (2019).

Em relação à Av. João de Barros mostrada na tabela 9, três dos seus sete segmentos viários foram classificados como muito bons (48, 49 e 50) e os demais, bons (51, 52, 53 e 54). O que fez com que o quarto melhor trecho da via (segmento 53) não ficasse na melhor categoria foram os critérios da segurança viária e densidade mercantil, por se apresentarem inferiores em relação aos valores dos melhores segmentos, uma vez que os demais critérios se comportaram de forma muito similar aos segmentos com maior índice global. Já para o segundo segmento considerado bom (nº 51), o diferencial expressivo foi no percentual de arborização muito abaixo do observado nos demais segmentos (-2,50), ao passo que os outros critérios fornecem valores próximos aos dos melhores índices globais, como mostra a figura 51.

Tabela 9 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. João de Barros

| SEGMENTO           | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE E MERCANTI | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|--------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|----------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| AV. JOÃO DE BARROS |                    |               |              |                |               |                      |                  |             |         |                   |
| 48                 |                    | 104.20        | 15,62        | 4,02           | 16,11         | 24,61                | 13,00            | -3,15       | 9,38    | 24,61             |
| 49                 |                    | 111.20        | 15,62        | 0,00           | 15,13         | 22,19                | 9,38             | 6,46        | 9,38    | 33,04             |
| 50                 |                    | 111.87        | 15,62        | 4,02           | 15,16         | 22,19                | 9,38             | 12,45       | 9,38    | 23,67             |
| 51                 |                    | 92.29         | 15,62        | 4,02           | 15,18         | 19,41                | 9,38             | -2,50       | 9,38    | 21,80             |
| 52                 |                    | 87.80         | 15,62        | 4,02           | 15,24         | 19,92                | 7,37             | 11,40       | 9,38    | 4,86              |
| 53                 |                    | 97.71         | 15,62        | 4,02           | 15,45         | 15,04                | 8,04             | 10,23       | 9,38    | 19,92             |
| 54                 |                    | 78.36         | 15,62        | 4,02           | 15,50         | 18,84                | 10,99            | 5,33        | 9,38    | -1,32             |

Fonte: A Autora (2019).

Figura 51 - Vista aérea mostrando o baixo percentual de arborização no quarto trecho da Av. João de Barros, em destaque



Fonte: Google Street View, 2020.

O primeiro trecho da Rua do Espinheiro (nº 7) foi o que obteve o maior índice de atratividade de todo o bairro. Percebe-se que este segmento só apresentou valor abaixo do neutro nos critérios conectividade e rede de bicicleta (por ser inexistente, apresenta o valor zero); já nos demais critérios obteve valores bons (Rede de Ônibus, Arborização e Largura) ou muito bons (Densidade Mercantil, Segurança Viária e Fluxo de Pedestre), conforme mostra a tabela 10.

Tabela 10 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua do Espinheiro.

| SEGMENTO                 | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE E MERCANTI | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|--------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|----------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| <b>RUA DO ESPINHEIRO</b> |                    |               |              |                |               |                      |                  |             |         |                   |
| 7                        |                    | 124.33        | 0,00         | 4,02           | 0,97          | 24,99                | 14,61            | 9,28        | 7,50    | 64,91             |
| 8                        |                    | 74.39         | 0,00         | 4,02           | 4,98          | 21,82                | 12,73            | 2,47        | 5,63    | 22,73             |
| 9                        |                    | 98.98         | 0,00         | 4,02           | 7,06          | 22,43                | 9,38             | 8,05        | 5,63    | 42,42             |
| 10                       |                    | 73.56         | 0,00         | 4,02           | 7,03          | 20,52                | 9,38             | 5,18        | 5,63    | 21,80             |
| 11                       |                    | 72.23         | 0,00         | 4,02           | 2,34          | 19,24                | 10,99            | 7,26        | 5,63    | 27,42             |

Fonte: A Autora (2019).

Para a Rua Barão de Itamaracá, foi segmentada em cinco trechos, sendo o primeiro muito bom (nº 28); os três seguintes (31, 29 e 30), bons e o quinto (32), regular. Percebe-se que o diferencial para o trecho melhor classificado foi o maior fluxo de pedestres da rua, mostrada na tabela 11. Isso deve-se à presença de muitos consultórios, lojas, serviços,

academias e restaurantes no local, como mostra a figura 52. O segundo melhor trecho (31) teve sua priorização destacada pelos critérios de arborização e fluxo de pedestres, primeiro e segundo maiores valores de toda a via, respectivamente. Já para o segmento menos priorizado da via (32), apesar da alta densidade mercantil, os valores da segurança viária, arborização e fluxo de pedestres foram os mais baixos.

Tabela 11 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua Barão de Itamaracá.

| SEGMENTO               | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE MERCANTIL | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| RUA BARÃO DE ITAMARACÁ |                    |               |              |                |               |                     |                  |             |         |                   |
| 28                     |                    | 112.48        | 0,00         | -5,36          | 7,59          | 20,71               | 10,45            | 13,23       | 13,13   | 52,72             |
| 29                     |                    | 78.09         | 0,00         | -5,36          | 7,74          | 22,43               | 0,54             | 12,19       | 13,13   | 27,42             |
| 30                     |                    | 75.16         | 0,00         | -5,36          | 6,93          | 19,81               | 9,38             | 12,38       | 13,13   | 18,88             |
| 31                     |                    | 89.72         | 0,00         | -5,36          | 7,21          | 19,81               | 1,34             | 13,98       | 13,13   | 39,60             |
| 32                     |                    | 41.19         | 0,00         | -5,36          | 7,22          | 20,46               | -0,27            | 4,90        | 13,13   | 1,11              |

Fonte: A Autora (2019).

Figura 52 - Fotografia mostrando o alto fluxo de pedestres na Rua Barão de Itamaracá.



Fonte: Google Street View, 2020

Já a Rua Conselheiro Portela, mostrada na tabela 12, teve um só segmento classificado como muito bom (nº 5), que ficou em sexto lugar no ranqueamento global e, os outros cinco, foram categorizados como bons. Esse trecho muito bom, apesar de não possuir os valores mais altos da via na conectividade, densidade mercantil, arborização e largura, possui os maiores valores para o fluxo de pedestres e segurança viária, mostrando a alta relevância destes critérios para a via em questão. Em relação ao segundo melhor trecho desta rua (nº 4), o destaque se deu nos critérios da segurança viária, largura e fluxo de pedestres.

Tabela 12 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua Conselheiro Portela.

| SEGMENTO                | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE MERCANTI | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|-------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| RUA CONSELHEIRO PORTELA |                    |               |              |                |               |                    |                  |             |         |                   |
| 1                       |                    | 64.16         | 0,00         | 4,02           | 12,88         | 11,06              | 0,80             | 9,59        | 13,13   | 12,67             |
| 2                       |                    | 70.66         | 0,00         | 4,02           | 12,92         | 11,06              | 9,92             | 6,94        | 13,13   | 12,67             |
| 3                       |                    | 61.61         | 0,00         | 4,02           | 13,04         | 16,97              | 0,27             | 6,20        | 13,13   | 7,98              |
| 4                       |                    | 88.81         | 0,00         | 4,02           | 13,12         | 16,97              | 12,06            | 6,15        | 15,63   | 20,86             |
| 5                       |                    | 107.83        | 0,00         | 4,02           | 12,79         | 22,70              | 19,30            | 5,03        | 11,88   | 32,11             |
| 6                       |                    | 52.93         | 0,00         | 4,02           | 12,95         | 25,27              | -0,27            | -3,28       | 13,13   | 1,11              |

Fonte: A Autora (2019).

Observando-se a tabela 13, do ranqueamento na Rua da Hora, nota-se que o melhor segmento para uma intervenção (nº 17) se destaca por ter o maior índice de acidentes, indicado pelo critério da segurança viária, e a maior taxa de fluxo de pedestres. Para o segundo melhor segmento (nº 18), o diferencial também se dá por possuir o segundo maior índice de colisões e o segundo maior fluxo de pedestres, além de ser o trecho mais bem arborizado da via. No caso do trecho com menor valor global para a Rua da Hora (nº 12), nota-se que este possui as pontuações mais baixas para a densidade mercantil, a segurança viária e ser o segundo trecho com menor arborização, apesar de neste segmento o fluxo de pedestre não ser baixo.

Tabela 13 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Rua da Hora.

| SEGMENTO    | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE MERCANTI | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|-------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|--------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| RUA DA HORA |                    |               |              |                |               |                    |                  |             |         |                   |
| 12          |                    | 48.97         | 0,00         | 4,02           | 6,37          | 7,44               | -0,80            | 1,71        | 9,38    | 20,86             |
| 13          |                    | 72.17         | 0,00         | 4,02           | 9,87          | 31,58              | 1,34             | -2,90       | 9,38    | 18,88             |
| 14          |                    | 63.48         | 0,00         | 4,02           | 6,54          | 31,58              | 1,07             | 9,79        | 9,38    | 1,11              |
| 15          |                    | 80.20         | 0,00         | 4,02           | 6,37          | 31,58              | 1,61             | 10,24       | 9,38    | 17,01             |
| 16          |                    | 82.50         | 0,00         | 4,02           | 6,26          | 27,07              | 3,35             | 9,69        | 9,38    | 22,73             |
| 17          |                    | 105.64        | 0,00         | 4,02           | 5,43          | 22,88              | 10,99            | 6,78        | 9,38    | 46,16             |
| 18          |                    | 95.35         | 0,00         | 4,02           | 4,03          | 21,87              | 10,45            | 10,68       | 5,63    | 38,67             |
| 19          |                    | 77.26         | 0,00         | 4,02           | 4,40          | 20,53              | 9,65             | 6,54        | 9,38    | 22,73             |
| 20          |                    | 70.79         | 0,00         | 4,02           | 4,41          | 19,56              | 8,04             | 10,25       | 7,50    | 17,01             |

Fonte: A Autora (2019).

Na Av. Norte, apenas o primeiro trecho foi considerado muito bom (nº 90), embora os outros seis tenham sido classificados como bons. Conforme mostra a tabela 14 é possível notar que este segmento mais bem pontuado possui os melhores índices de densidade mercantil, segurança viária e fluxo de pedestres de toda a avenida. E os critérios que se destacam no segundo melhor segmento (nº 92) foram os de segurança, largura e fluxo de pedestres, apesar de este segmento possuir uma pontuação muito baixa para a densidade mercantil. No entanto, pode-se observar que em toda a extensão desta avenida, existe muito

pouca arborização; indicando que uma atenção especial deve ser dada a este critério em caso de uma futura mudança infraestrutural.

Tabela 14 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. Norte.

| SEGMENTO  | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE MERCANTIL | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|-----------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| AV. NORTE |                    |               |              |                |               |                     |                  |             |         |                   |
| 90        |                    | 116.58        | 15,62        | 4,02           | 15,85         | 24,38               | 24,52            | -3,36       | 15,63   | 19,92             |
| 91        |                    | 80.85         | 15,62        | 4,02           | 15,85         | 15,64               | 11,79            | -2,57       | 15,63   | 4,86              |
| 92        |                    | 85.78         | 15,62        | 4,02           | 15,87         | 0,45                | 19,97            | -3,41       | 16,26   | 17,01             |
| 93        |                    | 66.16         | 15,62        | 4,02           | 16,06         | 0,45                | 15,41            | -2,77       | 16,26   | 1,11              |
| 94        |                    | 66.38         | 15,62        | 4,02           | 16,27         | 0,45                | 13,67            | -3,52       | 11,88   | 7,98              |
| 95        |                    | 75.39         | 15,62        | 4,02           | 16,31         | 3,94                | 13,53            | -2,89       | 16,88   | 7,98              |
| 96        |                    | 63.22         | 15,62        | 4,02           | 16,31         | 3,94                | 9,92             | -3,33       | 15,63   | 1,11              |

Fonte: A Autora (2019).

Em última análise, observa-se a Av. Agamenon Magalhães, conforme a tabela 15, dividida em doze segmentos viários, dos quais, apenas um foi classificado como muito bom (nº 100), dez como bons e um como regular (nº 108). O melhor segmento possui a maior pontuação da densidade mercantil e segurança viária, além do alto valor no fluxo de pedestres. A segunda pontuação ficou com o segmento 99 que teve pontuação muito próxima do primeiro como pode se observar na tabela. Já em relação ao segmento 108 que obteve a menor pontuação deve-se aos baixos valores nos critérios de fluxo de pedestre, arborização e densidade mercantil. embora possua bons índices de conectividade e segurança viária. Mais uma vez, destaca-se a importância do fluxo de pedestres na determinação do maior ou menor índice de atratividade do segmento viário. Isto enfatiza a necessidade de se um olhar voltado especialmente ao pedestre, ao se desejar uma transformação voltada ao conceito de ruas completas.

Tabela 15 - Médias ponderadas dos segmentos em cada critério com os índices globais para a Av. Agamenon Magalhães.

| SEGMENTO               | ORDENAMENTO GLOBAL | ÍNDICE GLOBAL | REDE DE BICI | REDE DE ÔNIBUS | CONECTIVIDADE | DENSIDADE MERCANTIL | SEGURANÇA VIÁRIA | ARBORIZAÇÃO | LARGURA | FLUXO DE PEDESTRE |
|------------------------|--------------------|---------------|--------------|----------------|---------------|---------------------|------------------|-------------|---------|-------------------|
| AV. AGAMENON MAGALHÃES |                    |               |              |                |               |                     |                  |             |         |                   |
| 97                     |                    | 84.39         | 15,62        | 9,38           | 16,08         | 22,04               | 9,92             | -1,31       | 0,00    | 12,67             |
| 98                     |                    | 72.09         | 15,62        | 9,38           | 16,10         | 22,04               | 12,33            | -0,19       | 0,00    | -3,19             |
| 99                     |                    | 93.40         | 15,62        | 9,38           | 15,91         | 22,04               | 10,99            | -3,28       | 0,00    | 22,73             |
| 100                    |                    | 109.65        | 15,62        | 9,38           | 15,93         | 38,46               | 14,07            | -0,83       | 0,00    | 17,01             |
| 101                    |                    | 72.57         | 15,62        | 4,02           | 16,27         | 26,66               | 9,92             | -1,02       | 0,00    | 1,11              |
| 102                    |                    | 60.47         | 15,62        | 4,02           | 16,24         | 21,30               | 9,38             | -2,89       | 0,00    | -3,19             |
| 103                    |                    | 67.91         | 15,62        | 4,02           | 16,24         | 21,30               | 10,45            | 5,34        | 0,00    | -5,07             |
| 104                    |                    | 68.43         | 15,62        | 4,02           | 16,26         | 19,56               | 10,72            | 9,19        | 0,00    | -6,94             |
| 105                    |                    | 72.15         | 15,62        | 9,38           | 16,04         | 18,17               | 10,18            | -2,11       | 0,00    | 4,86              |
| 106                    |                    | 85.20         | 15,62        | 9,38           | -1,02         | 18,17               | 19,43            | 4,74        | 0,00    | 18,88             |
| 107                    |                    | 69.40         | 15,62        | 9,38           | 7,58          | -4,76               | 12,86            | 1,29        | 0,00    | 27,42             |
| 108                    |                    | 42.64         | 15,62        | 9,38           | 16,02         | -4,76               | 12,19            | -0,75       | 0,00    | -5,07             |

Fonte: A Autora (2019).

Não foi possível, todavia, extrair uma comparação dos pesos dos critérios para a pesquisa canadense, em virtude do artigo que discorre sobre ela não apresentar tais valores, inviabilizando uma analogia com os valores obtidos no Recife.

Contudo, a tabela 16, apresentada em Donais *et al.* (2019), possibilitou a constatação de que os critérios da Rede Ciclovária, Conectividade, Atividade Humana, Fluxo de Pedestres e Arborização foram os mais relevantes para a distinção dos segmentos com valores extremos nas categorias hierárquicas (nível 1 e nível 10). Enquanto que a tabela 17, apresenta a comparação entre o segmento mais bem avaliado e o de pior pontuação no estudo do bairro do Espinheiro. Pode-se observar que, neste caso, sobressaíram os critérios: Rede de Ônibus, Densidade Mercantil (equivalente à Atividade Humana), Fluxo de Pedestres, Segurança viária e Arborização. Logo, tem-se em comum, em grau de importância, os critérios: Densidade Mercantil, Fluxo de Pedestres e Arborização. Esta constatação permite uma equiparação na relevância dos mesmos elementos de análise para ambas as cidades. O que leva ao entendimento de que, apesar de contextos muito distintos, é possível haver um ensaio comum, a fim de se aplicar a nível global.

Tabela 16 - Comparação de valores para dois segmentos de rua no bairro Sillery: Chanoine Morel Avenue com alto potencial e Godefroy Avenue com baixo potencial.

|  | Chanoine-Morel Avenue       |                   | Godefroy Avenue         |                   |
|--|-----------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
|  | Valor original              | Valor padronizado | Valor original          | Valor padronizado |
| Rede de bicicletas                       | Ciclovia existente          | 0                 | Ciclovia inexistente    | -100              |
| Rede de ônibus                           | Não passa ônibus            | -41,67            | Não passa ônibus        | -41,67            |
| Conectividade                            | 1,16                        | 100               | 0,15                    | -166,67           |
| Dimensão cidadã                          | Sem mobilização popular     | -100              | Sem mobilização popular | -100              |
| Densidade da atividade humana            | 118,13                      | 18,125            | 24,52                   | -62,73            |
| Fluxo de pedestres                       | 575                         | 14,67             | 0                       | -75               |
| Segurança viária                         | Dado inacessível            | -                 | Dado inacessível        | -                 |
| Largura da via                           | 19,8                        | 138,51            | 15,2                    | 102,22            |
| Privação social e material               | Desf.mat. e moder.fav. soc. | 142,86            | Favorável para ambos    | -71,43            |
| Planejamento urbano                      | Inexiste plano              | -47,06            | Inexiste plano          | -47,06            |
| Arborização                              | 0                           | 185,71            | 36                      | 14,29             |
| Índice de priorização das Ruas Completas | Rank 1                      |                   | Rank 10                 |                   |

Fonte: DONAIS *et al.* (2019).

Tabela 17 - Comparação de valores para dois segmentos de rua no bairro do Espinheiro: Rua do Espinheiro com alto potencial e Rua Dr. Joaquim de Arruda Falcão, com baixo potencial.

|  | Rua do Espinheiro - seg. 7 |                   | Rua Dr Joaquim de Arruda Falcão – seg. 85 |                   |
|--|----------------------------|-------------------|---|-------------------|
|  | Valor original             | Valor padronizado | Valor original                            | Valor padronizado |
| Rede de bicicletas                       | Ciclovia inexistente       | 0                 | Ciclovia inexistente                      | 0                 |
| Rede de ônibus                           | Entre 15 e 30'             | 42,86             | Não passa                                 | -57,1             |
| Conectividade                            | 0,9                        | -6,23             | 0   | -100              |
| Dimensão cidadã                          | Não aplicado               | Não aplicado      | Não aplicado                              | Não aplicado      |
| Densidade da atividade humana            | 34                         | 160               | 3,91                                      | -30,4             |
| Fluxo de pedestres                       | 6480                       | 415,5             | 216                                       | -20,4             |
| Segurança viária                         | 0,59                       | 155,7             | 0   | -28,6             |
| Largura da via                           | 14                         | 80                | 12  | 40                |
| Privação social e material               | Não aplicado               | Não aplicado      | Não aplicado                              | Não aplicado      |
| Planejamento urbano                      | Não aplicado               | Não aplicado      | Não aplicado                              | Não aplicado      |
| Arborização                              | 49,6                       | 98                | 0,24                                      | -37,2             |
| Índice de priorização das Ruas Completas | Melhor segmento            | Melhor segmento   | Pior segmento                             | Pior segmento     |

Fonte: A Autora (2019).

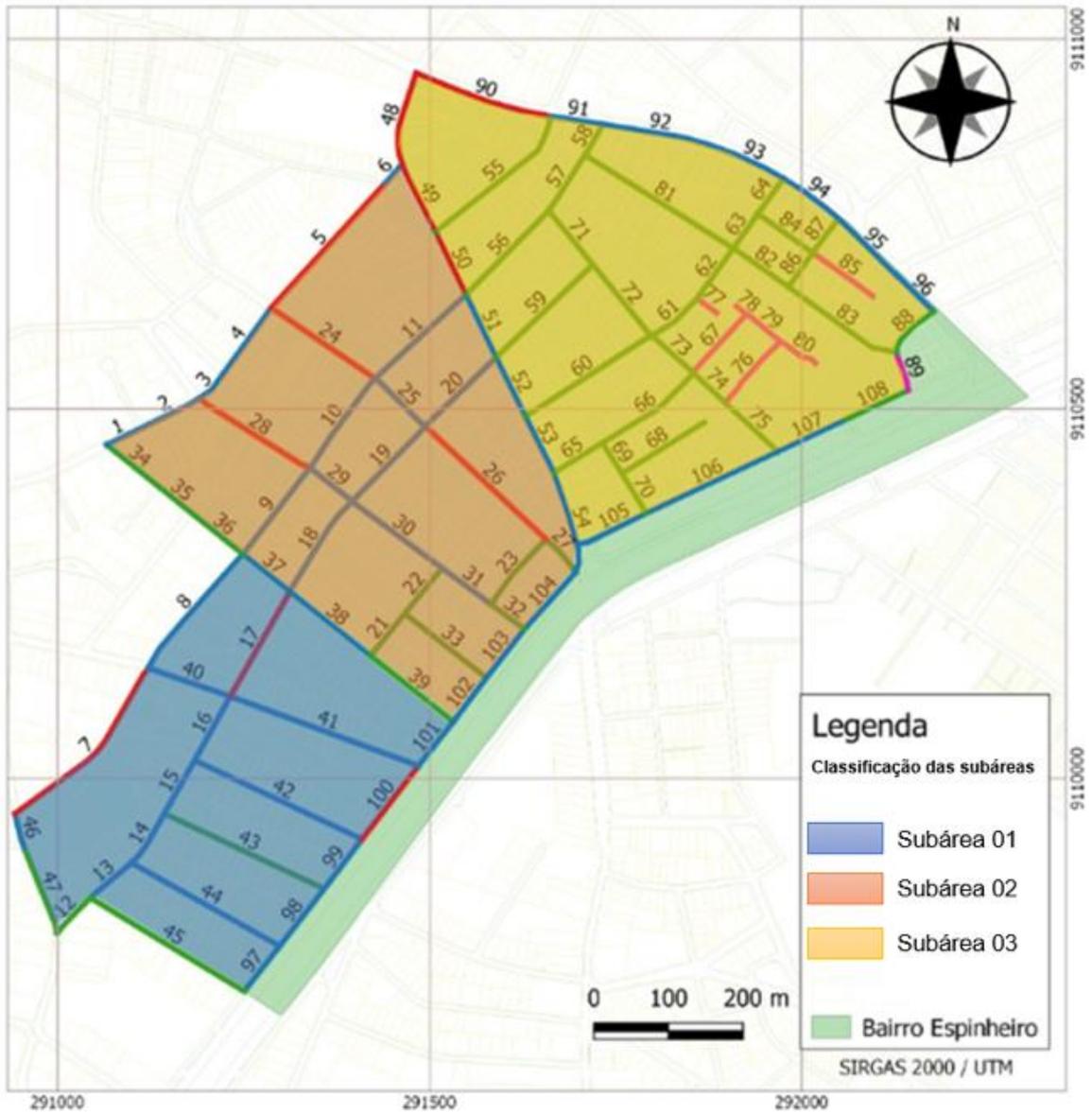
Analisando-se o mapa dos resultados, pôde-se caracterizar, na área estudada, três subáreas distintas (figura 53). Percebe-se que a subárea 03 possui a maioria dos segmentos classificados nas categorias “regular” - cor verde ( $0 < x \leq 50$ ) e segmentos menos indicados a receberem o projeto viário, com valores negativos - cor rosa ( $x \leq 0$ ), devido ao uso predominantemente residencial do setor, o que além de baixar o valor da densidade mercantil, afeta outros critérios relevantes, como fluxo de pedestres e as redes de ônibus e cicloviária. Nota-se ainda que a conectividade desta área não é alta, comparada às outras duas, apesar de duas ruas com alta pontuação margem a área, como Av. João de Barros e Av. Norte, as ruas internas ao contorno têm baixo potencial de transformação, como um todo.

Para a subárea central - 02, pode-se inferir que é a área que possui melhor pontuação relativa, já que a maioria dos seus segmentos foram classificados como bons ou muito bons e tem o maior número de segmentos com índice global acima do valor 100.

A subárea 03, foi definida como a segunda área, nessa escala, por ter apenas três segmentos acima do valor 100, apesar dos demais segmentos serem considerados bons.

Ressalta-se que, como o estudo se realizou em apenas no bairro do Espinheiro, em caso de uma eventual atuação no sentido de transformação dessas vias em Ruas Completas, faz-se necessária uma análise dos segmentos do entorno do bairro.

Figura 53 - Caracterização do Espinheiro em subáreas.



Fonte: A Autora (2019).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta dissertação alcançou o objetivo de testar e validar para o Recife, especificamente aplicado ao bairro do Espinheiro, o modelo (de ruas completas) desenvolvido para a cidade de Quebec, pelos professores da Universidade de Laval, Canadá, de forma a obter os melhores segmentos de rua aptos a receber uma intervenção infraestrutural baseada no conceito de ruas completas.

Os critérios Fluxo de Pedestres, Densidade Mercantil (equivalente a Atividade Humana), Conectividade, Segurança Viária e Arborização se sobressaíram para a indicação dos segmentos mais importantes. O que leva ao entendimento de que, apesar de Quebec e Recife possuírem contextos muito distintos entre si, é possível haver uma análise comum que seja possível de ser aplicada a nível global.

Observou-se também nesta análise, a partir destes critérios determinantes que os segmentos com maior atratividade são os que apresentam maior usabilidade e, portanto, alto fluxo de pessoas circulando, o que enfatiza a necessidade de um olhar voltado especialmente ao pedestre, ao se desejar uma transformação voltada à ruas completas, reiterando a importância de pensar as cidades para as pessoas, como propõe Gehl (2015). Os pedestres estão presentes em todas as situações analisadas, em todos os critérios, já que todos os usuários, em determinados momentos, são pedestres. Assim sendo, ele é o usuário que sempre sofrerá diretamente os impactos positivos ou negativos resultantes dos indicadores nos critérios, sejam eles bons ou ruins.

Pode-se constatar que no caso da área em estudo, a via que se mostra mais indicada a ser reprojetaada como uma rua completa é a Rua Quarenta e Oito, ao apresentar uma maior extensão com altos índices de atratividade, além de estarem todos os seus segmentos concentrados na subárea 02 (que indica melhor pontuação relativa). Dos quatro segmentos que esta via possui, dois foram considerados muito bons, um foi considerado bom e outro regular. Desta forma, fica evidenciado que a Rua da Hora, escolhida pela Prefeitura da Cidade do Recife para receber o projeto-piloto de rua completa na cidade não seria a mais qualificada.

Observou-se ainda que, apesar de o senso técnico comum reiterar a importância da sensação de segurança nas ruas, os dados para avaliação deste indicador não foram disponibilizados pelos órgãos responsáveis, o que impossibilitou esta avaliação. No entanto, reforça-se que é de fundamental relevância, no caso do Brasil, onde existem altos índices de criminalidade, considerar os dados de segurança pública, para se alcançar uma maior

ocupação e uso das vias pelas pessoas, que se tornam, em contrapartida, "os olhos das ruas" de acordo com Jacobs, 2011.

Em razão deste estudo ter sido realizado como um trabalho para dissertação de mestrado, com tempo e recursos limitados, a área avaliada ficou limitada a um bairro da cidade. Para trabalhos futuros, recomenda-se esta aplicação se estenda para toda a cidade do Recife, (inclusive sua adoção na formulação de propostas do Plano de Mobilidade do Recife), assim como outras cidades do Brasil, com o intuito de transformar o pensamento vigente de atuação pública sem uma base técnica robusta e eficaz, que forneça resultados transparentes para a sociedade, a fim de otimizar resultados, o dinheiro público e a performance dos atores envolvidos.

Por fim, deve-se ressaltar que este trabalho defende uma mudança nos paradigmas na forma de planejar o sistema viário urbano, como defende Litman (2015); com vistas a torná-lo utilizáveis por todos os usuários, independentemente da idade, capacidade ou modo de transporte, promovendo assim, mobilidade e segurança para os pedestres, ciclistas, usuários de transporte coletivo e motoristas. Além de, priorizar os modos ativos de transporte, bem como o transporte público; diversificar o uso do solo, mesclando residências, comércio e serviços e incentivar a participação popular, visando entender o bairro e suas prioridades e estimular o sentimento de pertencimento do lugar são as metas para transformar a rua num lugar de permanência e convívio das pessoas, não apenas de passagem. Trata-se de pensar o sistema viário de forma mais interdisciplinar necessitando, desta forma, o envolvimento dos diversos setores de uma prefeitura com a integração de seu pessoal técnico.

## REFERÊNCIAS

- AL\_SAYED, K., TURNER, A., HILLIER, B., IIDA, S., PENN, A. **Space Syntax Methodology**. Bartlett School of Architecture, University College London (UCL), London, 2014.
- BANA E COSTA, C. A., ANGULO-MEZA, L., OLIVEIRA, M.D. O método MACBETH e sua aplicação no Brasil. **ENGEVISTA**, v. 15, n. 1. p. 3-27, 2013.
- BANA E COSTA, C.; BEINAT, E. **Estruturação de modelos de análise multicritério de problemas de decisão pública**. Lisboa: Centro de Estudos de Gestão, Instituto Superior Técnico, 2010.
- BANA E COSTA, Carlos A.; DE CORTE, Jean-Marie; VANSNICK, Jean-Claude. **M-Macbeth Versão 1.1**: guia do utilizador/manual do usuário. (julho/2005). Disponível em: <http://www.m-macbeth.com>. Acesso em: 20. fev. 2019.
- BANA E COSTA, Carlos A.; VANSNICK, Jean-Claude. Applications of the MACBETH Approach in the Framework of an Additive Aggregation Model. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**, v. 6, p. 107-114, 1997.
- BANA E COSTA, Carlos A.; VANSNICK, Jean-Claude. The MACBETH approach: Basic ideas, software, and an application. *In*: MESKENS, Nadine; ROUBENS, Marc. **Advances in decision analysis**. Dordrecht: Springer, 1999. p. 131-157.
- BARFOD, M.B. An MCDA approach for the selection of bike projects based on structuring and appraising activities. **Euro. J. Oper. Res.** 218,810–81, 2012.
- BERIA, P., MALTESE, I., MARIOTTI, I., Multicriteria versus Cost Benefit Analysis: a comparative perspective in the assessment of sustainable mobility. **Euro. Transport Res. Rev.** 4, 137–152, 2012.
- BRISTOW, A. L., NELLTHORP, J. Transport project appraisal in the European Union. **Transport Policy** 7, 51–60, 2000.
- BROWNE, D., RYAN, L. Comparative analysis of evaluation techniques for transport policies. **Environ. Impact Assess. Rev.**31,226–233, 2011.
- CASTRO, A. A. B. C.; BORGES, D. A. B. ; FONSECA, A. R. A. ; FERREIRA, L. L. ; RIBEIRO, M. S. ; SILVA, N. R. E. . Uso da sintaxe espacial como ferramenta para elaboração de um projeto paisagístico para a cidade de Patos, Paraíba, Brasil. *In*: SIMPÓSIO DE ARQUITETURA E URBANISMO DAS FACULDADES INTEGRADAS DE PATOS, 5., 2019, Patos. **Anais [...]**. Patos, 2018. v. 1, p. 456-466.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO - DENATRAN, 2020. Disponível em: <http://www.infraestrutura.gov.br/denatran.html/>. Acesso em: 12 fev. 2020.
- DIMITRIOU, H. T., WARD, E. J., DEAN, M. Presenting the case for the application of multi-criteria analysis to mega transport infrastructure project appraisal. **Res.Transport.Econ.**58, 7–20, 2016.

DONAIS, F. M. ABI-ZEID, I., WAYGOOD, E.O.D., LAVOI, R. Assessing and ranking the potential of a street to be redesigned as a Complete Street: a multi-criteria decision aiding approach. **Transportation research part A: policy and practice**, v. 124, p. 1-19, 2019.

FELIN, B. **Qual o impacto da poluição do ar na saúde**. 2018. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/qual-o-impacto-da-poluicao-do-ar-na-saude>. Acesso em: 10 fev. 2020.

FURTADO, AL dos S. *et al.* **Aplicação do software M-MacBeth para avaliar o impacto institucional da delimitação e caracterização territorial do Matopiba**. Embrapa Territorial -Documentos (INFOTECA-E), 2017.

GEHL, J. **Cidade para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2015.

GIL, J.; VAROUDIS, T.; KARIMI, K.; PENN, A. **The space syntax toolkit: Integrating depthmapX and exploratory spatial analysis workflows in QGIS**. In: SSS 2015-10th International Space Syntax Symposium. Space Syntax Laboratory, The Bartlett School of Architecture, UCL (University College London), 2015.

HICKMAN, R.; SAXEN, S.; BANISTER, D.; ASHIRU, O. Examining transport futures with scenario analysis and MCA. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 3, p. 560-575, 2012.

HILLIER, B.; IIDA, S. Network and Psychological Effects In Urban Movement. **Spatial Information Theory**. [s.l.]: Springer, p. 475–490, 2005.

HILLIER, B. **Space is the machine: a configurational theory of architecture**. Space Syntax, London, 2007.

HILLIER, B. **Using DepthMap for urban analysis: a simple guide on what to do once you have an analysable map in the system**. London: UCL, 2008.

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. **The Journal of Space Syntax**, v. 3, n. 2, p. 155-193, London, 2012.

HÜGING, H., GLENSOR, K., LAH, O. Need for a holistic assessment of urban mobility measures – review of existing methods and design of a simplified approach. **Transport.Res.Proc.**3–13, 2014.

HUI, Nancy et al. Measuring the completeness of complete streets. **Transport reviews**, v. 38, n. 1, p. 73-95, 2018.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.

JONES, P., MARSHALL, S., BOUJENKO, N..Creating more people -friendly urban streets through “link and place” street planning and design. **IATSS Res.** 32,14–25, 2008.

LAJOLO, M. Trânsito no Brasil mata 47 mil por ano e deixa 400 mil com alguma sequela. **Folha de São Paulo [on-line]**, Fórum Segurança no Trânsito, v. 31, 2017. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2017/05/1888812-transito-no-brasil-mata-47-mil-por-ano-e-deixa-400-mil-com-alguma-sequela.shtml>. Acesso em: 07 fev. 2020.

LEE, Sooil, LEE, Seungjae, SON, H., JOO, Y. A new approach for the evaluation of the walking environment. **Int. J. Sust. Transport.** 7,238–260, 2013.

LITMAN, T. The new transportation planning paradigm. Institute of Transportation Engineers. **ITE Journal**, v. 83, n. 6, p. 20, 2013. Disponível em: <[www.vtpi.org/paradigm.pdf](http://www.vtpi.org/paradigm.pdf)>

LITMAN, T. **Evaluating Complete Streets**. Victoria Transport Policy Institute, 2015.

MACHARIS, C., BERNARDINI, A. Reviewing the use of multi-criteria decision analysis for the evaluation of transport projects: time for a multi-actor approach. **Transport Policy** 37, 177–186, 2015.

MARDANI, A., ZAVADSKAS, E. K., KHALIFAH, Z., JUSOH, A., NOR, K. M., 2015. Multiple criteria decision -making techniques in transportation systems: a systematic review of the state of the art literature. **Transport** 1–27, 2015.

MCCANN, Barbara. **Completing our streets: The transition to safe and inclusive transportation networks**. Island Press, 2013.

NACTO (NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS). **Global designing cities initiative - Global street design guide**. Island Press, 2016.

OLOFSSON, Z., HISELIUS, L., VÁRHELYI, A. Development of a tool to assess urban transport sustainability: the case of Swedish cities. **Int.J.Sust.Transport.** 10, 645–656, 2016.

OMS (Organização Mundial da Saúde). **OMS divulga relatório sobre mortes no trânsito e sugere redução de velocidade em áreas urbanas**. Disponível em: (<https://g1.globo.com/carros/noticia/2018/12/07/oms-divulga-relatorio-sobre-mortes-no-transito-e-sugere-reducao-de-velocidade-em-areas-urbanas.ghtml>). 2018. Acesso em: 07. fev.2020.

ONU (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division) **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition**. Available from <https://esa.un.org/unpd/wup/> Publications, 2018.

PÉREZ, Johanna Camargo; CARRILLO, Martha Helena; MONTOYA-TORRES, Jairo R. Multi-criteria approaches for urban passenger transport systems: a literature review. **Annals of operations research**, 226.1: 69-87, 2015.

PORTER, J.; BRYAN, S.; LEE, J.; CORSO, P.; DAVIS, M.; RATHBUN, S. Complete streets state laws & provisions: An analysis of legislative content and the state policy landscape, 1972–2018. **Journal of Transport and Land Use**, v. 12, n. 1, 2019.

PORTER J, BRYAN S, LEE J, CORSO P, DAVIS M, RATHBUN S. Complete streets state laws & provisions: An analysis of legislative content and the state policy landscape, 1972–2018. **Journal of Transport and Land Use**. 2019 Jul 23;12(1).

RECIFE. Prefeitura da Cidade do Recife. **Mapa do sistema viário do bairro do Espinheiro**. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/ESPINHEIRO.jpg>. Acesso em: 20 set. 2019.

ROGERS, R.; GUMUCHDJIAN, P. **Cidades para um pequeno planeta**. 6. reimp. São Paulo: G. Gili, 2013.

ROY, B. **Méthodologie Multicritère d'Aide à la Décision**. Economica, Paris, 1985.

ROY, B. Paradigms and challenges. In: Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J.R. (Eds.), *Multiple Criteria Decision Analysis*. Springer, New York, pp. 19–39, 2016.

SADIK-KHAN, Janette; SOLOMONOW, Seth. *Streetfight: Handbook for an urban revolution*. Penguin, 2017.

SANTOS, T. L. Emissões de poluentes por veículos automotores, *Revista Educação Pública*, v.16, n.8, 2016.

SMART GROWTH AMERICA. National Complete Streets Coalition. **The Elements of Complete Street Policy**. 2018. Disponível em: <https://smartgrowthamerica.org/resources/elements-complete-streets-policy/>. Acesso em: 12 out. 2019.

SMART GROWTH AMERICA. National Complete Streets Coalition. **The Best Policies of 2018**. Disponível em: <https://smartgrowthamerica.org/resources/the-best-complete-streets-policies-of-2018/>. Acesso em: 27 jan. 2020.

TELLA, G.; AMADO, J. **Ruas Compartilhadas: recuperando a qualidade de vida urbana**. 2016. Disponível em: <https://mac.arq.br/ruas-compartilhadas-recuperando-qualidade-de-vida-urbana>. Acesso em: 10 fev. 2020.

TORONTO CENTRE FOR ACTIVE TRANSPORTATION. **Complete Street by Design**. 2009. Disponível em: <http://www.tcat.ca/knowledge-centre/complete-streets-by-design-toronto-streetsredesigned-for-all-ages-and-abilities>. Acesso em: 10 jul. 2019.

TRANSPORT CANADA. **Complete Streets: making Canada's roads safer for all**. Quebec, 2009.

TRANSPORT FOR LONDON. **Road Task Force Report**. London, UK, 2013.

TUDELA, A., AKIKI, N., CISTERNAS, R. Comparing the output of cost benefit and multi-criteria analysis. **Transport. Res. Part A: Policy Practice** 40,414–423,2006.

TURNER, Alasdair. Depthmap: a program to perform visibility graph analysis. *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SPACE SYNTAX*, 3., 2001. **Proceedings** [...]. p. 31-12.

VALENÇA, G. C.; SANTOS, E. M. **A infraestrutura cicloviária e o conceito de ruas completas: lições da experiência de Toronto, Canadá**. PLURIS, 2016.

WRI BRASIL. **Ruas Completas**. 2017. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/o-que-fazemos/projetos/ruas-completas>. Acesso em: 5 fev. 2020.

WRI BRASIL. **Qual o impacto da primeira Rua Completa em São Paulo?**. 2018. Disponível em: <https://wricidades.org/noticia/qual-o-impacto-da-primeira-rua-completa-em-s%C3%A3o-paulo>. Acesso em: 5 fev. 2020.

WRI BRASIL, **Afinal, o que são Ruas Completas?** 2017. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/2018/07/afinal-o-que-sao-ruas-completas>. Acesso em: 5 fev. 2020.

ZAVESTOSKI, Stephen; AGYEMAN, Julian. **Towards an understanding of complete streets. Incomplete streets:** processes, practices and possibilities, 307-315, 201

**APÊNDICE A - PLANILHA COM DADOS OBTIDOS PARA OS OITO CRITÉRIOS, PARA ALIMENTAR O M-MACBETH**

| SEGMENTO                       | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|--------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| <b>RUA CONSELHEIRO PORTELA</b> |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 1                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,3948        | 17,08     | 0,13      | 18      | 51,83       | 864                |
| 2                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,3964        | 17,08     | 0,32      | 18      | 39,6        | 864                |
| 3                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,40095       | 21,73     | 0,11      | 18      | 36,42       | 648                |
| 4                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,40383       | 21,73     | 0,4       | 20      | 36,23       | 1404               |
| 5                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,39132       | 29,07     | 0,94      | 17      | 31,43       | 2700               |
| 6                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,39735       | 34,71     | 0,09      | 18      | 2,02        | 432                |
| <b>RUA DO ESPINHEIRO</b>       |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 7                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 0,9064085     | 34        | 0,59      | 14      | 49,57       | 6480               |
| 8                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,0552355     | 27,94     | 0,45      | 13      | 25,27       | 1620               |
| 9                              | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,16149       | 28,72     | 0,3       | 13      | 44,33       | 3888               |
| 10                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,16024       | 26,28     | 0,3       | 13      | 32,07       | 1512               |
| 11                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 0,845219      | 24,64     | 0,36      | 13      | 40,97       | 2160               |
| <b>RUA DA HORA</b>             |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 12                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,12608       | 14,76     | 0,07      | 15      | 23,64       | 1404               |
| 13                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,12792       | 50,86     | 0,15      | 15      | 5,29        | 1188               |
| 14                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,13482       | 50,86     | 0,14      | 15      | 53,46       | 432                |
| 15                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,12608       | 50,86     | 0,16      | 15      | 57,37       | 1080               |
| 16                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,1205        | 39,33     | 0,21      | 15      | 52,62       | 1620               |
| 17                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,07824       | 29,29     | 0,36      | 15      | 38,9        | 4320               |
| 18                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,00656       | 28        | 0,34      | 13      | 61,07       | 3456               |
| 19                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,02541       | 26,29     | 0,31      | 15      | 37,89       | 1620               |
| 20                             | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,02577       | 25,04     | 0,28      | 14      | 57,42       | 1080               |
| <b>RUA RUI CALAÇA</b>          |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 21                             | Nenhuma           | Não passa       | 0,764849      | 27,27     | 0         | 12      | 8,52        | 216                |
| 22                             | Nenhuma           | Não passa       | 0,888017      | 27,27     | 0         | 12      | 13,84       | 216                |

| SEGMENTO                         | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| RUA BERNARDINO SOARES DA SILVA   |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 23                               | Nenhuma           | Não passa       | 0,73765       | 23,89     | 0         | 10      | 11,65       | 216                |
| RUA QUARENTA E OITO              |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 24                               | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,41387       | 24,34     | 0,98      | 16      | 75,59       | 2.484              |
| 25                               | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,42166       | 26,96     | 0,52      | 17      | 82,75       | 432                |
| 26                               | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,42308       | 18,57     | 1,4       | 17      | 73,23       | 1512               |
| 27                               | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,42417       | 25,04     | 0,11      | 17      | 3,5         | 108                |
| RUA BARÃO DE ITAMARACÁ           |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 28                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,18866       | 26,52     | 0,34      | 18      | 82,85       | 5.076              |
| 29                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,19614       | 28,72     | 0,12      | 18      | 74          | 2160               |
| 30                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,15469       | 25,37     | 0,3       | 18      | 75,62       | 1188               |
| 31                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,16931       | 25,37     | 0,15      | 18      | 89,23       | 3564               |
| 32                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,16972       | 26,2      | 0,09      | 18      | 30,89       | 432                |
| RUA MANOEL AARÃO                 |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 33                               | Nenhuma           | Não Passa       | 0             | 27,27     | 0         | 10      | 32,56       | 540                |
| RUA SANTO ELIAS                  |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 34                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,14618       | 28,77     | 0         | 12      | 21,79       | 108                |
| 35                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,15926       | 28,77     | 0         | 12      | 8,79        | 864                |
| 36                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,17474       | 31,22     | 0         | 12      | 8,32        | 1728               |
| 37                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,1801        | 26,22     | 0         | 13      | 80,38       | 1836               |
| 38                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,16789       | 31,83     | 0         | 13      | 14,18       | 1728               |
| 39                               | Nenhuma           | Não passa       | 1,16664       | 31,83     | 0         | 13      | 46,01       | 324                |
| RUA AMÉLIA                       |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 40                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,33993       | 24,21     | 0         | 14      | 9,96        | 1404               |
| RUA JOSÉ LUÍS DA SILVEIRA BARROS |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 41                               | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,33768       | 52,73     | 0         | 16      | 17,76       | 1404               |
| RUA VENEZUELA                    |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 42                               | Nenhuma           | Não passa       | 0,911981      | 126,72    | 0         | 13      | 27,45       | 1.836              |

| SEGMENTO                | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|-------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| RUA BUENOS AYRES        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 43                      | Nenhuma           | Não passa       | 1,17361       | 28,22     | 0         | 14      | 24,37       | 1188               |
| RUA NICARÁGUA           |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 44                      | Nenhuma           | Não passa       | 0,974305      | 28,22     | 0         | 12      | 44,33       | 1728               |
| RUA SÃO SALVADOR        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 45                      | Nenhuma           | >30'            | 0,695206      | 16,15     | 0         | 12      | 13,72       | 3888               |
| AV. ROSA E SILVA        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 46                      | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,31759       | 34        | 0,03      | 14      | 34,89       | 3348               |
| 47                      | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,31683       | 15,57     | 0,12      | 12      | 8,97        | 324                |
| AV. JOÃO DE BARROS      |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 48                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,52522       | 33,03     | 0,47      | 15      | 3,11        | 1836               |
| 49                      | Planejada         | >30'            | 1,48129       | 28,41     | 0,3       | 15      | 37,54       | 2808               |
| 50                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,48247       | 28,41     | 0,3       | 15      | 76,17       | 1728               |
| 51                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,483         | 24,85     | 0,3       | 15      | 8,71        | 1512               |
| 52                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,48526       | 25,5      | 0,27      | 15      | 67,23       | 540                |
| 53                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,49337       | 19,63     | 0,28      | 15      | 57,28       | 1296               |
| 54                      | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,4954        | 24,12     | 0,36      | 15      | 32,74       | 324                |
| RUA ALFREDO DE CASTRO   |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 55                      | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 0,944713      | 34,03     | 0         | 10      | 10,77       | 432                |
| RUA AFONSO BATISTA      |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 56                      | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 0,831747      | 31,53     | 0         | 14      | 49,02       | 432                |
| 57                      | Nenhuma           | Não passa       | 0,739414      | 21,08     | 0         | 14      | 53,72       | 432                |
| 58                      | Nenhuma           | Não passa       | 0,978984      | 21,08     | 0         | 14      | 60,93       | 432                |
| RUA ALFREDO DE MEDEIROS |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 59                      | Nenhuma           | Não passa       | 1,08665       | 25,56     | 0         | 14      | 64,9        | 756                |

| SEGMENTO                   | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| AV. MARQUÊS DO PARANÁ      |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 60                         | Nenhuma           | >30'            | 1,20815       | 17,8      | 0         | 14      | 47,02       | 540                |
| 61                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,21538       | 12,32     | 0         | 15      | 66,38       | 108                |
| 62                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,21648       | 12,32     | 0         | 14      | 56,75       | 108                |
| 63                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,22141       | 11,69     | 0         | 13      | 45,05       | 216                |
| 64                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,22208       | 11,69     | 0         | 13      | 13,69       | 1296               |
| RUA GERALDO ANDRADE        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 65                         | Nenhuma           | Não passa       | 1,06983       | 18,88     | 0         | 10      | 1,76        | 108                |
| 66                         | Nenhuma           | Não passa       | 1,0537        | 18,88     | 0         | 10      | 19,36       | 324                |
| 67                         | Nenhuma           | Não passa       | 0,972052      | 13,32     | 0         | 9       | 9,31        | 0                  |
| RUA CEL. JOSÉ MARTINS      |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 68                         | Nenhuma           | Não passa       | 0,856561      | 23,27     | 0         | 10      | 16,51       | 0                  |
| RUA FRÍGIO LIMA            |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 69                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0,699033      | 23,27     | 0         | 12      | 56,65       | 108                |
| 70                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0,990245      | 23,27     | 0         | 12      | 22,71       | 0                  |
| RUA ALFREDO DE CARVALHO    |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 71                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,15375       | 14,22     | 0         | 12      | 85,94       | 108                |
| 72                         | Nenhuma           | Entre 15' e 30' | 1,13544       | 15,29     | 0         | 12      | 56,58       | 432                |
| RUA DR. FERNANDO ALLAIN    |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 73                         | Nenhuma           | Não Passa       | 1,1318        | 13,32     | 0         | 12      | 18,11       | 216                |
| 74                         | Nenhuma           | Não Passa       | 1,14632       | 13,32     | 0         | 12      | 13,85       | 540                |
| 75                         | Nenhuma           | Não Passa       | 1,1496        | 11,98     | 0         | 12      | 35,24       | 108                |
| RUA ADALGISA               |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 76                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0,799866      | 7,31      | 0         | 10      | 0           | 216                |
| TRAVESSA MARQUÊS DO PARANÁ |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 77                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0             | 13,33     | 0         | 15      | 3,82        | 0                  |
| RUA SACADURA CABRAL        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 78                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0             | 13,33     | 0         | 10      | 1,83        | 108                |
| 79                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0,912993      | 13,33     | 0         | 7       | 0           | 108                |
| 80                         | Nenhuma           | Não Passa       | 0,774409      | 3,91      | 0         | 8       | 0           | 540                |

| SEGMENTO                         | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| RUA GOMES PACHECO                |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 81                               | Nenhuma           | Não Passa       | 0,944841      | 11,69     | 0         | 12      | 50,1        | 864                |
| 82                               | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 1,0286        | 12,32     | 0         | 13      | 59,25       | 0                  |
| 83                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,04755       | 7,31      | 0         | 13      | 21,49       | 1188               |
| RUA DR. JOAQUIM DE ARRUDA FALCÃO |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 84                               | Nenhuma           | Não Passa       | 0,86503       | 11,69     | 0         | 12      | 5,57        | 972                |
| 85                               | Nenhuma           | Não Passa       | 0             | 3,91      | 0         | 12      | 0,24        | 216                |
| RUA GUADALUPE                    |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 86                               | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 0,844165      | 7,6       | 0         | 12      | 0,21        | 972                |
| 87                               | Nenhuma           | Entre 10' e 15' | 0,961948      | 7,6       | 0         | 11      | 0           | 540                |
| RUA ANTÔNIO SIMÕES               |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 88                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,05078       | 3,91      | 0         | 14      | 2,53        | 540                |
| 89                               | Nenhuma           | Não Passa       | 1,14317       | 3,91      | 0         | 13      | 29,98       | 108                |
| AV. NORTE                        |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 90                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,51169       | 32,42     | 1,33      | 20      | 1,35        | 1296               |
| 91                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,51178       | 20,03     | 0,39      | 20      | 8,06        | 540                |
| 92                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,51273       | 10,29     | 0,99      | 22      | 0,9         | 1080               |
| 93                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,52271       | 10,29     | 0,65      | 22      | 6,36        | 432                |
| 94                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53334       | 10,29     | 0,52      | 17      | 0           | 648                |
| 95                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53514       | 12,52     | 0,51      | 24      | 5,36        | 648                |
| 96                               | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53549       | 12,52     | 0,32      | 20      | 1,64        | 432                |

| SEGMENTO               | REDE DE BICICLETA | REDE DE ÔNIBUS  | CONECTIVIDADE | DENSIDADE | SEGURANÇA | LARGURA | ARBORIZAÇÃO | FLUXO DE PEDESTRES |
|------------------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------|-----------|---------|-------------|--------------------|
| AV. AGAMENON MAGALHÃES |                   |                 |               |           |           |         |             |                    |
| 97                     | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,52349       | 28,22     | 0,32      | 10      | 14,42       | 864                |
| 98                     | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,52454       | 28,22     | 0,42      | 10      | 19,21       | 216                |
| 99                     | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,51501       | 28,22     | 0,36      | 10      | 2,03        | 1620               |
| 100                    | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,51585       | 68,5      | 0,55      | 10      | 16,48       | 1080               |
| 101                    | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,5331        | 38,27     | 0,32      | 10      | 15,64       | 432                |
| 102                    | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53168       | 27,27     | 0,3       | 10      | 5,32        | 216                |
| 103                    | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53177       | 27,27     | 0,34      | 10      | 32,79       | 108                |
| 104                    | Planejada         | Entre 15' e 30' | 1,53284       | 25,04     | 0,35      | 10      | 49,19       | 0                  |
| 105                    | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,52157       | 23,27     | 0,33      | 10      | 11,02       | 540                |
| 106                    | Planejada         | Entre 10' e 15' | 0,904304      | 23,27     | 0,95      | 10      | 30,19       | 1188               |
| 107                    | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,188265      | 3,91      | 0,46      | 10      | 22,75       | 2160               |
| 108                    | Planejada         | Entre 10' e 15' | 1,52037       | 3,91      | 0,41      | 10      | 16,81       | 108                |