

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO
NÍVEL MESTRADO**

THIAGO MAIOLI LANZIOTTI

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS MULTIESCALA DE ANÁLISE URBANA PARA
IMPLEMENTAR SISTEMAS CICLOVIÁRIOS**

São Leopoldo

2016

THIAGO MAIOLI LANZIOTTI

AVALIAÇÃO DE MÉTODOS MULTIESCALA DE ANÁLISE URBANA PARA
IMPLEMENTAR SISTEMAS CICLOVIÁRIOS

Dissertação de mestrado apresentada
como requisito parcial para obtenção do
título de Mestre em Arquitetura e
Urbanismo, pelo Programa de Pós-
Graduação em Arquitetura e Urbanismo
da Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. André de Souza Silva

São Leopoldo

2016

L297a

Lanziotti, Thiago Maioli

Avaliação de métodos multiescala de análise urbana para implementar sistemas cicloviários / por Thiago Maioli Lanziotti. -- São Leopoldo, 2016.

157 f. : il., mapas color. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Leopoldo, RS, 2016.

Orientação: Prof. Dr. André de Souza Silva, Escola Politécnica.

1. Transporte urbano – Planejamento. 2. Planejamento urbano. 3. Cicloviárias. 4. Bicicletas. 5. Mobilidade residencial. I. Silva, André de Souza. II. Título.

CDU 656(1-21)

711.4

625.711.4

Catálogo na publicação:
Bibliotecária Carla Maria Goulart de Moraes – CRB 10/1252

Dedico o presente trabalho a minha esposa Mônica, pelo apoio e paciência, e a meus pais, João Carlos e Tânia, pelo incentivo constante a busca pelo conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a minha esposa Mônica, pelo apoio tão necessário para o desenvolvimento da pesquisa; a meus pais pelo incentivo na busca constante de conhecimento; a minha avó Annita por me fornecer abrigo durante as idas e vindas necessárias para a conclusão do curso; a toda minha família, meus colegas de linha de pesquisa e, por fim, mas não menos importante, ao meu orientador, Dr. André de Souza Silva, pelo incentivo, cobrança e ensinamentos que certamente levarei para o restante de minha carreira.

RESUMO

A proposição de sistemas de mobilidade para bicicletas tornou-se foco nos últimos anos devido aos problemas de deslocamento apresentados nas grandes cidades. Assim, a presente pesquisa buscou explorar métodos de avaliação do espaço urbano em diferentes escalas, a fim de verificar a aplicabilidade conjunta de tais metodologias com o intuito de uma leitura mais eficaz da cidade, servindo de subsídio ao planejador urbano na proposição de estruturas destinadas aos modais não motorizados. Buscou-se avaliar quais metodologias, qualitativas e quantitativas, aplicadas em conjunto, podem subsidiar o planejamento do transporte não motorizado. A pesquisa dividiu-se em três partes, cada uma referenciando uma escala de leitura do espaço urbano. A aplicação das metodologias em diversas escalas serviu de subsídio para a definição de áreas a serem avaliadas, em que o recorte iniciou-se na escala de cidade e finalizou na escala local, passando pela escala de bairro. A leitura do espaço urbano utilizando diversas escalas possibilitou melhor compreensão da área urbana como um todo e os aspectos que induzem os usuários a utilizarem os modais não motorizados, principalmente a bicicleta. As metodologias selecionadas demonstraram ser de fácil operacionalização e apresentaram sinergia na aplicação conjunta. Como resultados, a presente pesquisa elencou três metodologias, sintaxe espacial (escala de cidade), descentralidade urbana (escala de bairro) e nível de serviço qualitativo (escala local). Essas aplicadas conjuntamente, apresentaram como resultados a possibilidade de leitura do ambiente urbano similares aos estudos tradicionais. A sintaxe espacial indicou os eixos de maior conectividade e maior movimento de pessoas, já através da descentralidade foi possível definir o poder de atração de usuários para determinado local e o nível de serviço qualitativo possibilitou a avaliação da infraestrutura existente assim como a urbanidade do local. Este conjunto tornou o processo de estudo mais dinâmico em relação ao tempo despendido pelas aplicações tradicionais, o que reflete nos custos operacionais para a produção de planos urbanísticos destinados aos modais não motorizados.

PALAVRAS-CHAVE: Mobilidade urbana. Transporte não motorizado. Planejamento urbano.

ABSTRACT

The proposition mobility systems proposition for bicycles has become a focus in recent years due to displacement problems presented in major cities. Therefore, the present study sought to explore urban space evaluation methods in different scales in order to verify the joint applicability of such methodologies in order to more effectively read the city, serving as a subsidy to the urban planner in structures proposition aimed at non-motorized modes. It was sought to assess which methods, qualitative and quantitative, applied together, could support the planning of non-motorized transport. The research was divided into three parts, each one referencing a reading scale of urban space. The application of methodologies in many scales served for defining areas to be evaluated, in that the cutting began in the scale of the city and finished on a local scale, through the neighborhood scale. Reading the urban space using different scales allow better understanding of the urban area as a whole and the aspects that induce users to use the non-motorized modes, especially the bicycle. The methodologies selected proved easy operation and showed synergy in the joint application. As a result, this research has listed three methodologies, space syntax (city scale), urban centerlessness (neighborhood level) and qualitative level of service (local scale). These applied jointly presented results as the possibility of reading the urban environment similar to traditional studies. The space syntax indicated the axes of greater connectivity and greater people movement, already through centerlessness was possible to define the power of user attraction to a certain place and the level of quality service has enabled the assessment of the existing infrastructure as well as the urbanity of the place. This set has the more dynamic process of study in relation to loose time by traditional applications, which reflects the operational costs for the production of urban plans for non-motorized modes.

KEY WORDS: Urban mobility. Transport non-motorized. Urban planning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Grafo Centralidade de Grau	47
Figura 2 – Grafo Centralidade por Proximidade	48
Figura3 – Grafo Centralidade por Intermediação	48
Figura 4 – Grafo Centralidade Autovetor.....	49
Figura 5 – Grafo Centralidade por Entrameamento: Método 1.....	50
Figura 6 – Grafo Centralidade por Entrameamento: Método 2.....	51
Figura 7 – Centralidade ponderada carregada com dados urbanos	51
Figura 8 – Representação Gráfica centralidade exemplo anterior	52
Figura 9 - Mapa Axial	57
Figura 10 - Mapa Axial - Integração Global (Rn) - Porto Alegre (parcial).....	58
Figura 11 - Mapa Axial - Integração Local (R3) - Porto Alegre (parcial).....	58
Figura 12 - Mapa Axial - Escala de Cores.....	59
Figura 13 - Mapa Axial - Núcleo de Integração	60
Figura 14 - Área de influência de PGVs.....	71
Figura 15 - Área de influência de dois PGVs.....	71
Figura 16 - Área de influência de três PGVs similares	72
Figura 17 - Fórmula volume de pedestres.....	85
Figura 18 - Simulação de Filas de Pedestres – Raio 18”	85
Figura 19 - Simulação de Filas de Pedestres - Raio21”	86
Figura 20 – Simulação fila de Pedestres - Raio 24"	86
Figura 21 - Distância entre pedestres Níveis A, B e C	87
Figura 22 - Distância entre pedestres Níveis D, E e F	88
Figura 23 - Escalas de leitura do Ambiente Urbano	96
Figura 24 - Mapa axial cidade de Porto Alegre 11.004 linhas axiais.....	99
Figura 25 - Densidade Populacional Porto Alegre.....	103
Figura 26 - Áreas com concentração de atividades econômicas.	103
Figura 28 - Polos Educacionais.....	105
Figura 27 - Atividades Sócio Culturais	104
Figura 29 - Elevações do Município	104
Figura 30 - Declividade do Município	104
Figura 31 - Relação entre segmentos Axiais.....	108
Figura 32 - Mapa Axial Porto Alegre, deflexão 45°.....	106

Figura 33 - Relação entre os segmentos axiais - Passos topológicos	107
Figura 34 - Integração global - Porto Alegre	108
Figura 35 - Núcleo de integração global - Porto Alegre.....	109
Figura 36 - Mapa de integração local (R4)	110
Figura 37 - Mapas parciais de integração global e local (R4) Porto Alegre.....	113
Figura 38 - Mapa parcial integração local (R4) - Porto Alegre.....	112
Figura 39 - Eixos Leste-Oeste Porto Alegre; Av. Assis Brasil (vermelho), Av. Ipiranga (magenta).....	115
Figura 40 - Integração global - Av. Assis Brasil X Av. Sertório.....	114
Figura 41 - Integração local (R4) - Av. Assis Brasil X Av. Sertório.....	116
Figura 42 - Secção da Av. Assis Brasil Objeto de análise.....	117
Figura 43 - Ocupação do solo Avenida Assis Brasil.....	119
Figura 44 - Comércio, frequência de consumo, Av. Assis Brasil.....	118
Figura 45 - Ocupação dos solos Avenida Sertório	121
Figura 46 - Comércio por frequência de consumo Av. Sertório.....	119
Figura 47 - Demanda cicloviária Porto Alegre - 2008.....	122
Figura 48 - Vias cicláveis Cidade de Porto Alegre	123
Figura 49 - Segmento mapa comércio por frequência de consumo Av. Assis Brasil	121
Figura 50 - Segmento mapa de ocupação do solo Avenida Assis Brasil	124
Figura 51 - Calçadas a serem avaliadas	129
Figura 52 - Avaliação nível de serviço sentido leste/oeste.....	132
Figura 53 - Avaliação nível de serviço qualitativo Avenida Assis Brasil	136
Figura 54 - nível de serviço considerando aspectos de seguridade e atratividade visual.....	137
Figura 55 - Ciclovia Avenida Ipiranga.....	138
Figura 56 - Ocupação do Solo Avenida Ipiranga.....	139
Figura 57 - Frequência de Consumo Avenida Ipiranga	139
Figura 58 - Viagens de bicicleta em 2008	140
Figura 59 - Quadras a serem avaliadas pela metodologia de NS	141
Figura 60 - Nível de Serviço Avenida Ipiranga	145
Figura 61 - Nível de Serviço considerando aspectos de seguridade e atratividade - Av. Ipiranga	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de calculo de centralidade com dados carregados	52
Tabela 2 - Categorias de polos geradores de tráfego	68
Tabela 3 - Sistema de pontuação: segurança	126
Tabela 4 - Sistema de pontuação: manutenção	126
Tabela 5 - Sistema de pontuação: largura efetiva	127
Tabela 6 - Sistema de pontuação: seguridade	127
Tabela 7 - Sistema de pontuação: atratividade visual	128
Tabela 8 - Níveis de serviço	129
Tabela 9 - Avaliação NS quadra 11	130
Tabela 10 - Avaliação NS quadra 12	130
Tabela 11 - Avaliação NS quadra 13	131
Tabela 12 - Avaliação NS quadra 14	131
Tabela 13 - Avaliação NS quadra 15	132
Tabela 14 - Avaliação NS calçadas sentido leste/oeste	132
Tabela 15 - Avaliação NS quadra 21	133
Tabela 16 - Avaliação NS quadra 22	133
Tabela 17 - Avaliação NS quadra 23	134
Tabela 18 - Avaliação NS quadra 24	134
Tabela 19 - Avaliação NS quadra 25	135
Tabela 20 - Avaliação NS sentido oeste/leste	135
Tabela 21 - Avaliação NS ambiente urbano	136
Tabela 22 - Avaliação NS quadra 1	141
Tabela 23 - Avaliação NS quadra 2	141
Tabela 24 - Avaliação NS quadra 3	142
Tabela 25 - Avaliação NS quadra 4	142
Tabela 26 - Avaliação NS quadra 5	142
Tabela 27 - Avaliação NS quadra 6	143
Tabela 28 - Avaliação NS quadra 7	143
Tabela 29 - Avaliação NS quadra 8	144
Tabela 30 - Avaliação NS quadra 9	144
Tabela 31 - Avaliação NS Av. Ipiranga	145
Tabela 32 - Avaliação NS ambiente urbano Av. Ipiranga	146

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BRT	<i>Bus Rapid Transit</i>
CBD	<i>Central Business District</i>
CET-SP	Companhia de Engenharia de Tráfego São Paulo
DENATRAN	Departamento Nacional de Trânsito
FHWA	<i>Federal Highway Administration</i>
GEIPOT	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
GIS	<i>Geographic Information System</i>
HCM	<i>Highway Capacity Manual</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMTT	Instituto de Mobilidade dos Transportes Terrestres
ITDP	<i>Institute for Transportation and Development Policy</i>
LOS	<i>Level of Service</i>
NBR	Norma Brasileira
NS	Nível de Serviço
Ped.	<i>Pedestrian</i>
PGTs	Polos Geradores de Tráfego
PGVs	Polos Geradores de Viagens
PlanMob	Planos de Mobilidade Urbana
PNDU	Política Nacional de Desenvolvimento Urbano
SeMob	Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade
TOD	<i>Transit Oriented Development</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. DEFINIÇÃO DO TEMA.....	18
1.2. PROBLEMATIZAÇÃO	19
1.3. JUSTIFICATIVA	22
1.4. OBJETIVOS	23
1.4.1. <i>Objetivo geral</i>	24
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	24
1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1. MOBILIDADE URBANA	28
2.2.1. <i>Modos de Transporte Urbano</i>	29
2.2.2. <i>Modos de Transporte Motorizados</i>	30
2.2.3. <i>Modos de Transporte não Motorizados</i>	32
2.2.3.1 <i>Vias Cicláveis</i>	36
2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM MULTIPLAS ESCALA	43
2.2.1. <i>Escala de Cidade</i>	45
2.2.1.1 <i>Medida de Centralidade</i>	45
2.2.1.2 <i>Sintaxe Espacial</i>	54
2.2.1.3 <i>Medida de Centralidade e Sintaxe Espacial, análise comparativa</i>	61
2.2.2. <i>Escala de Bairro</i>	64
2.2.2.1 <i>Polos Geradores de Viagens (PGVs)</i>	65
2.2.2.2 <i>Descentralidade Urbana (Polinúcleos e Centralidades Urbanas)</i>	74
2.2.2.3 <i>Polos Geradores de Viagens e Descentralidade Urbana: análise comparativa</i>	80
2.2.3. <i>Escala Local</i>	81
2.2.3.1 <i>Nível de Serviço Quantitativo</i>	82
2.2.3.1 <i>Nível de Serviço Qualitativo</i>	89

2.2.3.1 <i>Nível de Serviço Quantitativo e Nível de Serviço Qualitativo, análise comparativa</i>	95
3. METODOLOGIA	96
3.1. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.....	97
3.1.1. <i>Escala de Cidade – Sintaxe Espacial</i>	97
3.1.2. <i>Escala de Bairro – Descentralidade Urbana</i>	100
3.1.3. <i>Escala Local – Nível de Serviço Qualitativo</i>	101
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DE CASO.....	102
4. ESTUDO DE CASOS	106
4.1. SINTAXE ESPACIAL.....	107
4.2. CENTRALIDADE URBANA (POLINUCLEOS E DESCENTRALIDADES).	118
4.3. NÍVEL DE SERVIÇO QUALITATIVO	124
4.4. ANÁLISE DE CICLOVIA IMPLEMENTADA	137
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	147
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	152

1. INTRODUÇÃO

Neste século, pela primeira vez a população mundial é urbana. Segundo o relatório das Nações Unidas, *World Urbanization Prospects 2014*, 54% da população está concentrada em áreas urbanas de todo o mundo, sendo que atualmente a maior parte dos habitantes do planeta vive nas cidades e não nas áreas rurais (GEHL, 2010). Contudo, devido ao processo de urbanização da população, problemas como habitação, distribuição de renda, ocupação e desenvolvimento nas cidades se intensificaram, principalmente através da absorção dos deslocamentos desta população pelos sistemas viários e espaços públicos das cidades.

A mobilidade urbana pode ser considerada como um dos desafios do planejamento urbano dos últimos anos. Este cenário moldou-se principalmente por razões políticas e econômicas, dentre as quais se podem destacar: (i) os planos urbanísticos que induzem o aumento dos limites urbanos; (ii) o incentivo à expansão territorial urbana diminuindo a densidade das áreas centrais; (iii) planos de mobilidade baseados no uso dos veículos motorizados; (iv) zoneamentos urbanos baseados em núcleos residenciais nas áreas periféricas as centralidades. A adoção destas concepções para o desenvolvimento urbano resultou num incremento no número de deslocamentos, fazendo-se necessária uma revisão de tais conceitos com o intuito de propor um novo modelo de planejamento urbano.

Como resposta a este cenário, Gehl (2010) define quatro objetivos para o novo planejamento urbano, quais sejam: cidades com vitalidade, promovendo o incremento da qualidade de vida da população através da apropriação do ambiente urbano por esses usuários; segurança, sendo que apenas com a sensação de segurança no ambiente urbano é possível a adaptação da área aos habitantes; sustentabilidade, com a finalidade de manter o processo de apropriação urbana pela população constante e permanente; saúde, de modo a garantir a longevidade dos usuários. Estes aspectos podem ser apresentados pela crescente preocupação com pedestres e ciclistas. A fim de reforçar tais objetivos, as intervenções estatais devem

garantir que os moradores das cidades sintam-se convidados a caminhar e pedalar para realizarem suas atividades (GEHL, 2010).

O deslocamento de pessoas no espaço urbano é vital para a sustentabilidade, tanto social quanto econômica, de determinada região em que tal deslocamento possibilita a interação dos indivíduos com o ambiente e com outras pessoas (POLUS; SCHOFER; USHPIZ, 1983). Os deslocamentos a pé só se demonstram eficientes a curtas distâncias. Deste modo, surge como complementar o uso da bicicleta, pois essa apresenta a mesma relação com o espaço urbano que o peatonal, em uma escala expandida, mantendo as mesmas relações de sustentabilidade com o ambiente urbano.

A cidade sustentável se fortalece quando a mobilidade urbana ocorre por meio de deslocamentos a pé, de bicicleta ou por transporte público. Estes modos de deslocamento proporcionam benefícios à economia e ao meio ambiente, através da redução do consumo de recursos naturais como combustíveis fósseis e limitação na emissão de gases, além da redução dos níveis de ruídos, os quais que afetam diretamente a qualidade de vida no ambiente urbano (GEHL, 2010).

Ao associar a utilização do modal bicicleta ao peatonal, é fornecida a possibilidade de deslocamento a todos os cidadãos de modo igualitário, pois o uso de bicicletas possibilita deslocamentos em distâncias superiores aos pedestres, além da realização de múltiplas viagens (BRASIL, 2007).

A relação dos modais não motorizados, representados pelos deslocamentos a pé e por bicicleta, com o transporte público motorizado, fornece aos usuários a possibilidade da realização de viagens de distâncias variadas. Para tanto, faz-se necessário que a integração de tais modais e a qualidade dos espaços urbanos sejam maximizadas para possibilitar a migração dos usuários dos modais motorizados individuais aos não motorizados e coletivos motorizados.

A busca pela funcionalidade plena dos planos de mobilidade baseados na utilização de transportes não motorizados necessita de uma análise da temática

mobilidade por um aspecto mais amplo, levando em consideração questões além da engenharia de tráfego, abordando aspectos urbanísticos e de apropriação da cidade por seus usuários.

Para Gehl (2010), a cidade deve possuir uma estrutura coesa que permita curtas distâncias a pé, espaços públicos atrativos e variedade de usos, tornando assim o espaço urbano vivo e seguro para os usuários. Para desenvolver este cenário, o Poder Público brasileiro deu início à criação de estruturas legais para o desenvolvimento das cidades.

No Brasil, a inclusão do tema Política Urbana na Constituição de 1988, afirmando a função social da propriedade urbana, desencadeou uma mobilização para elaboração e aprovação de uma legislação que norteasse esta afirmação, estabelecida através da Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, também conhecida com Estatuto das Cidades. Esse processo tramitou ao longo de onze anos pelas esferas governamentais até sua aprovação (BRASIL, 2007).

No ano de 2003, data de criação do Ministério das Cidades, o Governo Federal concentrou as políticas de trânsito e transporte urbano em uma única Pasta Ministerial, articulando também com outras políticas setoriais para o desenvolvimento urbano estratégico. Quatro secretarias nacionais foram criadas e constituem a estrutura para a Política Nacional de Desenvolvimento Urbano (PNDU), sendo que a Secretaria Nacional de Transporte e Mobilidade Urbana (SeMob) é a responsável pela articulação das políticas de transporte, trânsito e acessibilidade. (BRASIL, 2007).

Para a Mobilidade Urbana, a PNDU estabeleceu objetivos em três campos, os quais procuraram garantir o desenvolvimento urbano através da integração entre o transporte público e o controle territorial a fim de redução das deseconomias, sustentabilidade ambiental, promovendo o uso do espaço urbano e a melhoria da qualidade de vida, e a inclusão social, através do acesso democrático à cidade (BRASIL, 2007).

Para tanto, o Ministério das Cidades, através do Caderno de Referência para elaboração de Planos de Mobilidade Urbana (PlanMob), definiu o conceito de mobilidade urbana como um avanço no modo de abordar as variáveis do planejamento e do desenho urbano criando uma visão integrada da matéria. A visão sistêmica sobre as necessidades de deslocamento de bens e pessoas, assim como a forma com que estes se apresentam, fazem parte do objeto de análise da mobilidade urbana (BRASIL, 2007).

O PlanMob estabelece princípios para o planejamento da mobilidade urbana relacionando-a com o planejamento urbano. Nesta linha, é possível citar a intenção de diminuir a necessidade de viagens motorizadas favorecendo a multicentralidade como forma de aproximar oportunidades de trabalho e serviços aos locais de moradia, priorizar os meios não motorizados de transporte e o transporte coletivo no sistema viário e, por fim, valorizar a bicicleta como meio de transporte e integração com o transporte coletivo (BRASIL, 2007).

Com a finalidade de consolidar o processo de adequação dos centros urbanos a este novo paradigma, o Governo Federal, através do Ministério das Cidades, intensificou a produção de publicações e cartilhas de modo a estimular as gestões municipais para o desenvolvimento de Planos de Mobilidade Urbana com foco prioritário nos pedestres, ciclistas e transporte público. Como balizador para esta alteração no modo de planejar as cidades, o Governo Federal aprovou a Lei 12.587/2012, que instituiu as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana (BRASIL, 2012). Dentre outras disposições, determina que todos os municípios brasileiros com mais de vinte mil habitantes tem o dever de elaborar Plano de Mobilidade Urbana em articulação com o plano diretor até janeiro de 2015.

Apesar de todos os esforços e recursos despendidos pelo Poder Público para criar e estabelecer diretrizes de desenvolvimento para as cidades, a falta de articulação entre as políticas públicas interministeriais resultou na inviabilidade ou desestímulo a aplicação de tais diretrizes e Políticas Públicas. No caso da Política de Mobilidade Urbana, a falta de articulação com a Política de Habitação proporcionou o aumento das distâncias entre moradia e centralidade, assim como a

articulação das Políticas Econômicas, de incentivo a indústria automobilística, através da redução de impostos de produção, ou de estímulo ao consumo, tornaram os sistemas de transporte públicos urbanos obsoletos e onerosos para a população.

Esse aspecto acabou por gerar uma degradação sistêmica das infraestruturas disponíveis para os modais não motorizados, principalmente para o deslocamento peatonal, uma vez que a calçada, estrutura destinada a tal modal, não é parte integrante das responsabilidades do poder público. Os investimentos em infraestrutura para o transporte restringem-se a faixas para circulação de veículos automotores e, atualmente, em alguns casos, para ciclovias e ciclofaixas. As calçadas são responsabilidade dos proprietários dos lotes urbanos.

Para tanto, a criação de planos de desenvolvimento urbano com enfoque em mobilidade urbana demanda de uma análise minuciosa de aspectos relativos a diversas escalas de projeto, considerando desde o espaço urbano total e suas relações com os municípios vizinhos até a escala local referente ao design da área onde ocorrerão as apropriações pelos usuários.

Estes estudos, na maioria das vezes, demoram diversos anos para serem concluídos devido à complexidade que o desenvolvimento urbano impõem à estrutura física já existente. Considerando que as cidades estão em constante mutação, um estudo pode tornar-se defasado antes mesmo de ser concluído.

Nesse aspecto surgem os métodos quantitativos para o auxílio à leitura da cidade, como, por exemplo, os sistemas baseados em georreferenciamento. Porém, a criação de bases de dados para estas leituras demandam recursos humanos e de tempo nem sempre disponíveis. Dessa maneira, os métodos de leitura direta do território e da morfologia urbana agilizam o processo de planejamento urbano.

Entretanto, para a proposição de infraestrutura destinada aos modais não motorizados há a necessidade de avaliar a cidade em diversas escalas: a escala de cidade, observando a morfologia urbana através do sistema viário; a escala de bairro, definindo os pontos onde localizam-se os equipamento e usos de maior

atração de pessoas; por fim; a qualidade local do espaço urbano, fator esse que pode ser decisivo no incentivo ou contenção da utilização das infraestruturas propostas.

Assim, a presente pesquisa busca aplicar três metodologias de diferentes escalas, porém complementares, para a leitura do espaço urbano com o enfoque em proposições de vias clicáveis que atendam a demanda bem como atraiam novos utilizadores. Para tanto, ao longo desta, serão analisadas duas metodologias por escala a fim de definir quais apresentam as melhores aplicações e melhor sinergia para aplicação conjunta.

Na escala de cidade serão avaliados os métodos de Medida de Centralidade e Sintaxe Espacial. Já na escala de bairro serão estudadas as metodologias de Polos Geradores de Viagens e Centralidade Urbana. Por fim, na escala local serão avaliadas as metodologias de Nível de Serviço Quantitativo e Nível de Serviço Qualitativo.

1.1. DEFINIÇÃO DO TEMA

O tema da presente pesquisa métodos multiescala de análise qualitativa e quantitativa para a implementação de sistemas ciclovários diz respeito à mobilidade urbana. Isso porque ela pode ser considerada como um dos desafios do planejamento urbano da última década. Este cenário moldou a cidade periférica, no qual os usos predominantemente residenciais localizam-se em áreas periféricas ao centro urbano, aumentando a necessidade dos deslocamentos para a realização de atividades cotidianas. A fim de reverter este cenário de desenvolvimento, o Poder Público buscou embasamento jurídico para a reversão de tal modelo urbanístico instaurado.

No Brasil, a partir de 2012, os estudos sobre mobilidade urbana tornaram-se emergenciais, sendo que uma das soluções propostas em grande parte dos planos de mobilidade faz referência à implantação de vias cicláveis, segregadas de

pedestres e veículos automotores. Todavia, o ambiente urbano não é considerado para tal implementação.

Paradoxalmente, o modal peatonal apresenta-se como primeiro e principal modo de transporte não motorizado; assim, a utilização de bicicletas ou qualquer outro modal motorizado pode ser considerada como um complemento a esse.

Sarkar (2002) define que caminhar representa o modo de transporte mais importante de um sistema de mobilidade, não apenas por integrar os demais modais, mas por sua função recreacional e de viagens utilitárias. Porém, as infraestruturas necessárias para tal modo de deslocamento foram negligenciadas ao longo de décadas, em função da apropriação do meio urbano pelos modais motorizados. No cenário atual se faz necessário compreender e restaurar as infraestruturas de suporte aos transportes não motorizados.

Para a efetivação dos modais não motorizados como solução de transporte individual, faz-se necessário compreender entre outros fatores (critérios técnicos referentes à engenharia de tráfego e planejamento espacial do meio urbano), motivação dos usuários a utilizarem o modal, além de avaliar o ambiente urbano nos aspectos de relação de uso do solo, densidade urbana, qualidade espacial do meio urbano e segurança pública. Tais aspectos são considerados essenciais para a vitalidade do ambiente urbano, aspecto indutor do movimento de pessoas nas cidades.

Baseado nestas premissas, a presente pesquisa tem por finalidade estabelecer relações entre os agentes estruturadores da cidade e a mobilidade, assim como propor a aplicação de métodos de avaliação qualitativa e quantitativa do espaço urbano nas escalas de cidade, bairro e local objetivando avaliar a implantação de alternativas para o deslocamento não motorizado no meio urbano.

1.2. PROBLEMATIZAÇÃO

No contexto brasileiro, a mobilidade urbana foi definida, ao longo dos anos, com base em planos urbanísticos e Políticas Públicas com foco na apropriação do espaço urbano por modais de transporte motorizados. Na década de 1950, os deslocamentos no território urbano, através do uso de transporte coletivo, caracterizavam-se pela finalidade de deslocar trabalhadores da origem (residencial) ao destino (trabalho). Com o intuito de acelerar a economia, foram estabelecidas Políticas Públicas com incentivos fiscais para a aquisição de veículos automotores individuais em detrimento, inclusive, ao transporte coletivo. As políticas habitacionais induziram a expansão dos limites urbanos das cidades, tornando o automóvel um "bem essencial" para a realização das atividades cotidianas da população. Desta forma, é possível compreender como a cultura do automóvel foi incorporada pela sociedade e conseqüentemente acarretou prejuízos aos modais não motorizados, assim como o transporte coletivo.

Com a finalidade de remediar este cenário estabelecido ao longo de décadas, o Poder Público, através do Ministério das Cidades, iniciou a proposição de planos governamentais contendo soluções técnicas de implantação e qualificação de áreas para pedestres e ciclistas. Porém, estes critérios demonstram-se insuficientes para reverter uma cultura internalizada pela sociedade.

Com a aprovação da Lei nº 17.587/2012¹, os municípios iniciaram uma corrida para a criação de planos de mobilidade urbana. Estes, muitas vezes são baseados parcialmente em critérios técnicos propostos pelo Ministério das Cidades, em que a simples implantação de ciclovias e ciclofaixas desconsidera a relação da infraestrutura específica com a cidade, bem como não torna legítima a integração do pedestre ao sistema de mobilidade proposto.

Muitas soluções sugeridas em cidades brasileiras são referenciadas em países como Dinamarca e Holanda, onde a utilização da bicicleta como modo de transporte é amplamente difundida e aceita. Entretanto, é importante salientar que nesses países o processo de implementação de sistemas ciclovitários teve início há

¹Lei nº 17.587 de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Presidência da República**, 2012.

mais de cinquenta anos, em meados dos anos 1960, e atingiu sua maturidade há poucas décadas.

O cenário brasileiro apresenta características de imediatismo político, fator que pode resultar na inviabilidade de adesão de novos usuários para esse sistema de mobilidade, uma vez que o sucesso de implementação de tal sistema depende de um processo de maturação. Um exemplo para a tendência citada pôde ser observado na década de 1980, em cidades do Brasil, as quais tornaram a infraestrutura de sistema ciclovário obsoleta em função da implementação de novas Políticas que não foram articuladas em conjunto as Políticas vigentes.

Por outro lado, a falta de articulação das Políticas Públicas, em um cenário mais amplo, agrava a situação da mobilidade urbana. Mesmo com as boas intenções do Ministério das Cidades, as políticas econômicas, e até mesmo as políticas de habitação social, andam na contramão da mobilidade urbana, tornando o transporte motorizado individual mais atrativo financeiramente que o transporte coletivo ao criar conjuntos habitacionais em locais periféricos à área urbana das cidades.

Considerando as colocações supracitadas, o problema a ser tratado na presente dissertação consiste no seguinte questionamento: Quais metodologias, qualitativas e quantitativas, aplicadas em conjunto, podem subsidiar o planejamento do transporte não motorizado?

Como intenções da presente pesquisa estão: (i) o estabelecimento das relações entre uso e ocupação do solo urbano, morfologia urbana e mobilidade; (ii) a verificação dos aspectos determinantes para a escolha de modais não motorizados para realização de deslocamentos urbanos por parte de seus usuários; e, por fim, (iii) a proposição da utilização de metodologias consolidadas como subsidio ao planejamento da mobilidade urbana.

Para tanto a utilização de metodologias de avaliação do espaço urbano em diferentes escalas - cidade, bairro e local - surgem com o intuito de dinamizar o processo de leitura do espaço urbano, possibilitando que a tomada de decisões quanto às interferências no sistema urbano sejam assertivas e relevantes para a atração de novos usuários aos modais de transporte não motorizados. Para tanto, as metodologias que se enquadram na escala de cidade buscam explicar principalmente a morfologia e as conexões urbanas, porém com menos efetividade na dinâmica de ocupação do solo urbano. Já as metodologias na escala de bairro buscam avaliar essa dinâmica, porém com menor ênfase nas questões relativas à qualidade do espaço urbano, sendo as metodologias de escala local as responsáveis por abordar tal aspecto.

1.3. JUSTIFICATIVA

O crescimento dos centros urbanos nos últimos anos acarretou no acréscimo dos deslocamentos por meio de transporte motorizado individual, desconfigurando a função principal da cidade, que é proporcionar qualidade de vida e qualidade nos deslocamentos. É possível observar certa intensificação dos conflitos entre os modais de transporte, o que, conseqüentemente, gera investimentos significativos, por parte do governo, na tentativa de viabilizar o fluxo destes deslocamentos no território urbano (DUARTE, 2007).

Conforme Alves (2011), desde os anos 1950 optou-se pelo sistema rodoviário para a circulação de bens e pessoas pelos espaços produtivos, sendo que a criação de espaços destinados à habitação social estava diretamente vinculada à criação de linhas de ônibus para o transporte da população às centralidades urbanas. Esta característica de urbanização, também chamada de “*urbans prawl*”, segundo Acioly e Forbes (1998), tem sido a forma dominante do crescimento urbano no período

pós-Segunda Guerra Mundial, criando cidades com grandes áreas territoriais e baixa densidade urbana.

O modo de produção das cidades nos últimos sessenta anos pode ser considerado um dos principais fatores do surgimento das atuais demandas por correções ao planejamento urbano. Assim como no restante do planeta, no Brasil a necessidade de alteração no modelo de urbanismo adotado se faz evidente. Através de Políticas Públicas, o Governo Federal busca reformular o modelo de produção do espaço urbano tornando a mobilidade urbana um aspecto imprescindível para o desenvolvimento territorial dos municípios.

Para tanto se faz necessária a leitura do espaço urbano de modo assertivo a fim de estabelecer diretrizes pontuais para implementação de vias cicláveis. Atualmente, em grande parte das cidades brasileiras, apenas os critérios referentes à engenharia de tráfego são considerados para a implantação de vias cicláveis, e unicamente a acessibilidade universal, através da ABNT NBR 9050, entram na pauta da requalificação de vias peatonais. Porém, para que o incentivo à utilização dos modais não motorizados, principalmente o cicloviário, torne-se eficiente, há a necessidade de compreender a dinâmica de uso desses, assim como a relação que tal modal exerce com o espaço urbano.

Entretanto, a aplicação de uma única metodologia de leitura pode inferir em falhas de leitura, já que devido às diversas condicionantes presentes no espaço urbano dificilmente serão abordadas por um método específico. Portanto, a utilização do método ideal para a escala correta tende a diminuir a margem de erro da leitura e possibilita ações pontuais mais efetivas por parte do planejador urbano.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo geral

Analisar métodos de avaliação do espaço urbano em diferentes escalas, a fim de verificar a aplicabilidade conjunta de tais metodologias visando à leitura eficaz do mesmo para subsidiar a proposição de diretrizes de nele implantar vias cicláveis.

1.4.2. Objetivos específicos

- Propor conjunto de metodologias, em três escalas (de cidade, de bairro e local), para a leitura do espaço urbano, a fim de dinamizar o processo decisório para implantação de vias cicláveis nas cidades.
- Realizar estudos comparativos entre metodologias de leitura do espaço urbano, preservando suas escalas de ação, a fim de determinar qual possui o melhor vínculo com a temática da mobilidade urbana para modais não motorizados.
- Definir três metodologias - uma para escala de cidade, uma para bairro, e uma local, em função de sua sinergia - a fim de realizar a leitura do espaço urbano possibilitando a proposição de diretrizes para a implantação de vias cicláveis.
- Aplicar as metodologias selecionadas em um recorte urbano da cidade de Porto Alegre – RS, a fim de avaliar as potencialidades e deficiências da aplicação conjunta de tais métodos.
- Analisar as condições dos deslocamentos a pé no meio urbano, de modo a caracterizar o espaço como ambiente capaz de oferecer condições para o deslocamento através dos demais modais não motorizados.

1.5. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A presente dissertação apresenta-se estruturada em cinco capítulos. O capítulo 1 refere-se à introdução ao tema proposto, a problematização, justificativa e delimitação da temática apresentada, além de definir os objetivos para a análise da sugestão.

No capítulo 2 são apresentados o referencial teórico e a revisão da literatura. Aborda também questões relacionadas à mobilidade urbana, conceituação e apresentação dos modos de transporte, com enfoque no sistema cicloviário, propondo uma revisão do referencial bibliográfico no tocante a tal modal, além do estudo de metodologias de leitura do espaço urbano em três escalas - cidade, bairro e local. No capítulo 3 serão abordados a metodologia selecionadas para a aplicação na presente pesquisa, assim como a caracterização da área de estudo.

No capítulo 4 será apresentado o estudo de caso realizado e seus resultados em função da sinergia apresentada pelas metodologias selecionadas, assim como os aspectos positivos e negativos da leitura multiescala na proposição de diretrizes para implantação de sistemas cicloviários nas cidades.

O capítulo 5 apresentará os principais aspectos e contribuições da presente pesquisa, assim como recomendações e sugestões para estudos futuros sobre o tema da dissertação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a realização da presente pesquisa será realizada a revisão da literatura pertinente, abordando os aspectos que induziram ao modelo de urbanização existente atualmente, e os aspectos a serem considerados para que a condição das cidades seja revertida a favor do deslocamento através de modais não motorizados.

No Brasil, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), 84,4% da população brasileira está concentrada em áreas urbanas.

Com o crescimento desta população as necessidades de deslocamento no meio urbano se intensificaram gerando a disputa pelo espaço público urbano entre modais motorizados, pedestres e ciclistas.

Devido a este aumento de demanda faz-se necessária a implementação de soluções de curto e médio prazo, com enfoque principal na mobilidade urbana, já que a demanda por transporte e mobilidade é diretamente proporcional ao incremento populacional dos centros urbanos.

Segundo Bezerra e Gentil (2013), no Brasil, as cidades dispersas têm se permeado através de dois fenômenos. O primeiro ocorre onde as habitações de interesse social localizam-se longe dos centros urbanos por questões de valor fundiário e servidas por meios de transporte coletivo de baixa eficiência. Em contrapartida, as habitações de alta renda estão localizadas em áreas pouco adensadas e afastadas do centro por opção de isolamento dependendo do transporte individual motorizado para deslocamentos ao centro urbanos. Do ponto de vista urbanístico, ambos os aspectos acarretam em implicações para a infraestrutura urbana (BEZERRA & GENTIL, 2013).

Para Duarte (2007), a cidade se dá pela estruturação de trajetos e a convivência social, onde os caminhos devem ser tratados como espaços estruturadores da vida urbana. Este aspecto, de modo geral, está presente principalmente nas pequenas cidades, onde formam parte da convivência diária da população, tornando-se extensões de suas casas. Por outro lado, nas metrópoles estes espaços são convertidos simplesmente em meios de ligação origem/destino.

Para tanto, Gehl (2010) define que a cidade deve atender quatro princípios básicos: a vitalidade, a segurança, a sustentabilidade e a saúde. Esses princípios são conquistados quando a cidade é produzida para o usuário, ou seja, a cidade deve possuir uma escala condizente com o as possibilidades do ser humano.

Seguindo este conceito, o uso de automóveis para deslocar-se a grandes distancias em um centro urbano deixa de ser um conceito básico de planejamento

urbano, tornando-se a última variável a ser considerada nos critérios de dimensão humana do planejamento urbano.

A cidade sustentável se fortalece quando a mobilidade urbana se der por meio de deslocamentos a pé, de bicicleta ou por transporte público coletivo. Estes modos de transporte proporcionam benefícios à economia e ao meio ambiente, através da redução do consumo de recursos naturais, como combustíveis fósseis e limitação na emissão de gases, além da redução dos níveis de ruídos, os quais que afetam diretamente a qualidade de vida nas cidades (GEHL, 2010).

Assim sendo, o planejamento urbano baseado na escala humana busca reconciliar o convívio social com o espaço citadino, aspecto presente na vida cotidiana das cidades até o início do século XX, quando as cidades adotaram padrões de planejamento mais setorizados e específicos. Conforme Gehl (2010), estão diretamente vinculados aos ideais urbanísticos do movimento moderno, os quais coincidiram com o crescimento da indústria automobilística.

O planejamento urbano baseado na dimensão humana busca tornar o meio atrativo para que a população retome suas atividades através do espaço público, utilizando a cidade não somente como meio de realizar suas tarefas cotidianas, mas como vetor de interações sociais, em que tal ambiente exerça a função de eixo estruturador da vida urbana, conforme Duarte (2007).

Conforme relata Gehl (2010), para tanto, a cidade deve se adequar a esta nova realidade de retomada da priorização das pessoas no espaço urbano. Para tal, necessita qualificar os espaços públicos por meio de rotas de acesso e deslocamento seguras, usos diversos das edificações, proteção contra a incidência solar por meio de arborização e paisagismo, iluminação suficiente para atividades noturnas. Enfim, a cidade deve ser pensada a partir da percepção dos usuários do espaço.

Entretanto o planejamento das grandes cidades, usualmente, é gerado em uma escala macro. Têm-se como exemplo os planos diretores e de mobilidade urbana, sendo que mesmo considerando este modelo de planejamento o resultado final, deve ser um espaço urbano com qualidade espacial na dimensão local da área urbana.

Desse modo, o planejamento para a mobilidade urbana, considerando o sistema de escalas, deve incorporar os pressupostos do planejamento para a escala humana, possibilitando que as estruturas voltadas à mobilidade urbana estejam dispostas ao longo dos eixos de circulação previamente definidos em uma escala urbana. Assim, há a possibilidade de um fortalecimento dos deslocamentos não motorizados no interior dos bairros e através de modais de transporte coletivos entre os mesmos.

2.1. MOBILIDADE URBANA

Para a presente pesquisa, a mobilidade urbana, assim como a acessibilidade, trata da possibilidade das pessoas se deslocarem no ambiente urbano sem restrições, independente da condição física do usuário, em que a acessibilidade refere-se tanto a conectividade entre vias quanto a possibilidade das pessoas com deficiência deslocarem-se no espaço urbano.

A mobilidade urbana pode ser considerada uma das diretrizes para nortear o crescimento das cidades, assim como a localização das áreas habitacionais e como as funções urbanas se distribuem no território (DUARTE; SÁNCHEZ; LIBARDI, 2007).

Assim sendo, a mobilidade urbana pode ser definida como "um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamento de pessoas e bens no espaço urbano" (BRASIL 2007), em que o termo mobilidade representa:

“um atributo associado as pessoas e aos bens; corresponde às diferentes respostas dadas por indivíduos e agentes econômicos às suas

necessidades de deslocamento, considerando as dimensões do espaço urbano e a complexidade das atividades desenvolvidas” (BRASIL 2007).

Para Gutiérrez (2013), o conceito de mobilidade, que nos anos 1970 foi objeto da geografia crítica com enfoque nas desigualdades sócio territoriais do transporte, nos anos 1990 perdeu este foco nos transportes e nos anos 2000 tornou-se um paradigma vinculado às novas tecnologias em conexão com as mudanças da morfologia e estrutura urbana.

Deste modo a mobilidade urbana começa a compor um campo de estudo que visualiza o desenvolvimento territorial, geográfico e de transporte, com a prática social a esses vinculada. Assim a definição de mobilidade, no presente contexto, pode ser caracterizada como uma ação ou prática social de deslocamento no território a fim de satisfazer as necessidades da vida cotidiana, conectando atividades e serviço (GUTIÉRREZ, 2013).

Para o desenvolvimento da presente pesquisa, é possível definir a mobilidade urbana como a possibilidade de deslocamento no espaço a fim de satisfazer as necessidades cotidianas considerando a complexidade do ambiente urbano.

2.2.1. Modos de Transporte Urbano

Fundamentalmente, modos de transporte motorizados são aqueles que se deslocam com auxílio de um automotor, que produz por si só movimento. Modos de transporte não motorizados são aqueles que dependem da tração humana para produzir movimento.

De certo modo, o modal de transporte utilizado define o contato que a pessoa tem com o espaço urbano. No caso dos modais de transporte motorizados, os usuários têm um contato direto com fragmentos do espaço urbano, não vivenciando a totalidade do espaço urbano. Esse fato se dá devido à escala de alcance dos deslocamentos executados por esse modal. Tal escala reflete a realidade urbana, porém sem gerar uma apropriação local da cidade.

Já os modais não motorizados apresentam uma relação mais direta com o espaço urbano, suas qualidades e deficiências, pois, de certo modo, limitam as distâncias de deslocamento em função do tempo e distância. Entretanto, pode-se definir que os deslocamentos ciclovitários ainda possibilitam o alcance de distâncias médias, assim possibilitando ao ciclista uma apropriação da escala de bairro.

Os deslocamentos a pé apresentam total relação com o espaço urbano, devido às curtas distâncias que tal modal proporciona de modo confortável. Esse modal de deslocamento está diretamente relacionado com a escala local da cidade.

Assim, os próximos itens da presente pesquisa trazem algumas definições relativas aos tipos de modos de transporte, a fim de facilitar o entendimento do objeto principal da mesma.

2.2.2. Modos de Transporte Motorizados

Os modos de transporte motorizados são considerados, por suas características, capazes de cobrir grandes áreas de deslocamento. Essa possibilidade, agregada às velocidades desenvolvidas por estes modais, diminui o contato direto com o espaço urbano local, porém possibilita a ligação entre áreas distantes das cidades com maior agilidade, assim tornando-se um método de deslocamento complementar aos modais não motorizados.

Os modos de transporte podem ser classificados, segundo o Instituto de Mobilidade dos Transportes Terrestres (IMTT, 2011), através de suas características tecnológicas, técnicas, econômicas e ambientais. Deste modo, apesar da existência de diversos modos de transporte (aéreo, ferroviário, aquaviário) a presente pesquisa refere-se aos modos de transporte urbano rodoviários.

Os modais motorizados são representados por veículos automotores (motocicletas, automóveis, barcos, ônibus, trens urbanos, elevadores etc.) que, por sua vez dividem-se em função da infraestrutura necessária para seu deslocamento (vias especiais, trilhos, infraestrutura segregada, vias normais) (IMTT, 2011).

A Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, em seu artigo 4º define como transporte motorizado os veículos automotores. Já o transporte não motorizado é aquele que utiliza tração humana ou animal (BRASIL, 2012). Para aplicação na presente pesquisa, serão considerados modos de transporte não motorizados aqueles que utilizam tração humana, com enfoque em transporte peatonal e ciclístico.

Os transportes podem ser divididos em três grupos: privado, coletivo e semipúblico. O transporte privado é caracterizado por veículos conduzidos pelos usuários que podem determinar livremente os parâmetros de viagem. O transporte coletivo tem como característica a operação em rotas e horários previamente definidos e possui grande capacidade de usuários. Por fim, o transporte semipúblico é aquele que podem ser de uso individual ou coletivo, porém com rotas e horários adaptáveis aos desejos dos usuários (FERRAZ; TORRES, 2004).

Já para Vasconcelos (2007), é possível classificar o transporte em dois grupos, individual ou coletivo e privado ou público. Os individuais são aqueles em que o usuário viaja sozinho. O coletivo é aquele que pode ser utilizado, simultaneamente, por vários usuários. No caso de público e privado, o autor sintetiza a definição da seguinte maneira: privado é aquele que apenas o proprietário ou autorizado pode utilizar, ao contrário do público que está a disposição do usuário.

Dentre os modos de transporte urbano pode-se estabelecer sua classificação em função de sua apropriação pelo usuário. Deste modo, apresentam-se os modais de transporte individuais e coletivos. Como subcategoria, há a classificação entre não motorizados e motorizados (IMTT, 2011).

Para a presente pesquisa, transporte privado será caracterizado por uso apenas do proprietário e ou autorizado; transporte coletivo, aquele que está disponível para qualquer usuário.

Os modais motorizados são aqui representados como modos de complementar o deslocamento pela cidade, a fim de vencer as grandes distâncias presentes na escala urbana, porém são os não motorizados que se apresentam como principais formas de transporte no espaço urbano. Portanto, devem ser priorizados no planejamento das cidades.

2.2.3. Modos de Transporte não Motorizados

No âmbito dos transportes não motorizados, pode-se definir que são essencialmente modos individuais de deslocamento. Podem ser divididos em dois grupos: os que não necessitam de energia especial, como é o caso do deslocamento a pé; e os que necessitam energia especial, como no caso do uso de bicicletas (VASCONCELLOS, 2007).

O deslocamento a pé pode ser considerado um dos modos de transporte mais importantes em percursos de curta distância, além de complementar as viagens realizadas por outros modais. Esse modal de transporte vem recebendo atenção especial em várias cidades pelo mundo, através da implantação de infraestrutura adequada para tal finalidade (FERRAZ; TORRES, 2004), (VASCONCELLOS, 2007).

Para incentivar o deslocamento a pé, se faz necessária a qualificação do espaço urbano com estruturas de suporte as necessidades psicológicas, fisiológicas e sociais do usuário, além de propor rotas que minimizem os conflitos entre modais e acidentes (POLUS; SCHOFER; USHPIZ, 1983).

Entretanto, em função da popularização dos modais de transporte motorizados, as calçadas foram perdendo sua regulamentação em função das necessidades impostas para vias de rolagem destinadas a veículos automotores, sendo que grande parte das vias destinadas a pedestres não possuem condições aceitáveis para o fluxo a que se destinam (BARROS *et al*, 2013).

Segundo Vasconcellos (2012), o andar é um direito elementar das pessoas, mesmo que as Políticas Públicas de transporte reneguem esta condição básica do

se humano. Em sua grande maioria, nas cidades brasileiras, a qualidade das calçadas apresenta-se em segundo plano, em virtude da priorização da qualidade das pistas de rolagem. Inclusive, muitas vezes a responsabilidade pela implantação dos mesmos foge a esfera pública e torna-se uma obrigação privada.

Para que ocorra a apropriação desses espaços pelos usuários, faz-se necessário projetar a cidade em função do usuário, adotando uma escala de projeto fundamentada na dimensão humana do urbanismo.

Para Gehl (2010), a dimensão humana do urbanismo é caracterizada pela priorização de pessoas no espaço público através de qualificação urbana destes espaços. Tais características devem garantir a presença de pessoas nos espaços públicos, distribuindo as funções da cidade de modo a garantir os menores percursos possíveis para a realização de suas atividades cotidianas. Outro ponto abordado é a diversidade. Assim como Jacobs (1960), para Gehl (2010) a cidade deve garantir a integração de diversas funções. Tal característica de configuração do território urbano, conseqüentemente, pode proporcionar maior segurança, sustentabilidade social e riqueza de experiências.

Outro ponto abordado por Gehl (2010) diz respeito ao projeto do ambiente público, o qual deve possuir características que tornem tal espaço convidativo aos usuários de transporte não motorizado, assim como garantir a permanência de pessoas nesses espaços pelo maior tempo possível, criando diversas áreas para tal. Por fim, deve propiciar a integração do espaço público com o privado, de modo a garantir uma transição entre estes o mais livremente possível.

Dentro dos transportes motorizados, como complemento ao peatonal, o uso de bicicletas vem se tornando uma tendência mundial a partir dos anos de 1960, sendo aderido por boa parte dos países do continente europeu como solução para a mobilidade urbana.

Segundo Vasconcellos (2007), a bicicleta é o veículo mais utilizado no mundo, com forte presença nos países asiáticos e europeus nórdicos. Como grandes vantagens da utilização de tal modal, é listado pelo autor o baixo custo de aquisição e manutenção, além da facilidade de utilização e estacionamento. Porém, no Brasil, sua principal desvantagem está na falta de infraestrutura adequada para o modal, acarretando em baixos níveis de segurança, ademais do desrespeito dos usuários de modais motorizados com os ciclistas.

A bicicleta é uma alternativa barata de transporte com benefícios tanto para o usuário quanto para o trânsito e o meio ambiente. No Brasil, estima-se que 7,4% dos deslocamentos urbanos são realizados através deste modal de transporte, porém grande parte desta parcela de usuários está associada a de habitantes com menor poder aquisitivo. Para o restante da população, este modal é considerado apenas um meio de lazer ou prática esportiva (DUARTE, 2007).

Com a chegada das bicicletas ao Brasil, no início do século XX, houve a popularização em seu uso, absorvida principalmente pelos industriários, comerciantes e prestadores de serviço das grandes áreas urbanas. Entretanto, esse quadro sofreu alteração na década de 1950, com o surgimento da indústria automotiva brasileira e a produção de veículos de transporte coletivo. A partir daquele momento iniciou-se o processo de queda na participação das bicicletas no trânsito das principais cidades do país (BRASIL, 2001).

Nos anos de 1970, com incentivos por meio de parcerias público-privadas, a bicicleta passou por uma nova fase de ascensão, vinculada ao lazer e a atividade física, através de passeios ciclísticos programados por prefeituras em comemoração as mais diversas datas, os quais chegaram a reunir trinta mil ciclistas. Em 1974, durante o evento conhecido como o "primeiro choque do petróleo", Holanda e Dinamarca apontavam o uso da bicicleta como solução para a crise que se instalava naqueles países. A partir destes fatos, o Governo Federal, através do Grupo Executivo de Integração da Política de Transportes (GEIPOT), iniciou os estudos para a implantação de vias cicláveis nas cidades (BRASIL, 2001).

Nesse período, a Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, subordinada ao Ministério dos Transportes, publicou o *Manual de Planejamento Ciclovitário - Uma política para as Bicicletas*. Apesar de algumas proposições pontuais no planejamento do uso das bicicletas, não apresentou o impacto necessário no planejamento urbano nacional e, em menos de vinte anos após sua publicação, a queda na demanda para utilizadores deste modal foi percebida através da migração deste público específico para o transporte motorizado, principalmente a motocicleta, no final da década de 1990.

Diversos fatores são citados pelo GEIPOT como agentes do retrocesso no uso da bicicleta como meio de transporte. Entre eles, a inexistência de espaços e equipamentos adequados para atender os usuários, facilidade em aquisição de veículos motorizados, maiores distâncias entre habitação e trabalho, fatores culturais e associação da bicicleta a classes de baixa renda (BRASIL, 2001).

Em 2001, o GEIPOT publicou o *Planejamento Ciclovitário: Diagnóstico Nacional*, com a finalidade de subsidiar uma Política Nacional de incentivo ao uso da bicicleta como opção para o transporte. Porém, com a extinção do GEIPOT, no mesmo ano, o documento não foi distribuído aos municípios (BRASIL, 2007). No Diagnóstico Nacional ficou constatada a existência de apenas 350km de rotas cicláveis nas sessenta cidades pesquisadas. Entretanto, estimava-se que a rede total de vias apropriadas para a circulação de bicicletas no período chegasse a 480km. Já no ano de 2006, através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a rede ciclovitária do país foi totalizada em mais de dois mil quilômetros (BRASIL, 2007).

Comparando dois mil quilômetros da malha ciclovitária brasileira às rotas cicláveis da Suíça, que, segundo Duarte (2007), possui três mil quilômetros de ciclovias em uma área territorial que representa menos de 0,5% da área total do território brasileiro, fica claro a necessidade de expansão das estruturas.

Apesar das propostas apresentadas ao longo dos anos, pelas agências do Governo Federal, para a adequação do ambiente urbano ao uso da bicicleta, seja

como meio de transporte ou para fins de lazer, este objetivo de tornar as cidades brasileiras cicláveis esbarrou em aspectos sociais, culturais e econômicos que atuaram como agentes de retração na utilização da bicicleta, independente da classe social ou condição econômica.

2.2.3.1 Vias Cicláveis

Desde a chegada da bicicleta ao Brasil, seu uso foi absorvido por trabalhadores da indústria, comércio e serviços, até o final da década de 1950. Com o surgimento da indústria automobilística brasileira, a qual permitiu a produção de veículos automotores para o transporte coletivo, houve o processo de migração dos usuários do transporte não motorizado para o transporte coletivo (GEIPOT, 2001).

Nas cidades do interior do Brasil, com população inferior a vinte mil habitantes, o uso da bicicleta como modal de transporte individual seguiu dominando o ambiente urbano até meados dos anos 1980. Contudo, através dos programas de incentivo da produção industrial e consumo, a bicicleta perdeu seu espaço para a motocicleta e o automóvel (GEIPOT, 2001).

- *Fatores que influenciam na escolha do modal*

Vasconcellos (2012) classifica em três os fatores de interferência na escolha pelo modal de transporte para deslocamentos no ambiente urbano: os fatores pessoais, familiares e externos, que, para o autor, são classificados como determinantes. Os fatores pessoais podem ser entendidos pelo grau de maturidade e liberdade, a condição física e, por fim, a renda que influi diretamente na escolha do modal de transporte, sendo que a população de baixa renda tende a utilizar mais frequentemente o modo a pé e/ou bicicleta. Nos fatores familiares são listadas principalmente questões relacionadas à renda e cultura, pois, quanto maior a renda, maior a dependência do veículo automotor. Como consequência, o aumento dos deslocamentos apresentado pelo acréscimo das distâncias percorridas para realizar

suas atividades. Nos fatores externos, entre outros, menciona-se que, para os ciclistas, o aspecto mais relevante é a segurança para realização de deslocamentos.

No Brasil, segundo Sousa (2012), indivíduos do sexo masculino e que trabalham no setor da construção civil estão mais propensos a utilizar a bicicleta como modo de transporte, desde que, entre o trajeto origem e destino, exista a infraestrutura cicloviária. Já os trabalhadores vinculados à indústria e a serviços apresentaram propensão negativa quanto à utilização deste modal de transporte. Isto, de certa forma, se opõe a definição de Vasconcellos (2012), ao discorrer sobre os fatores familiares, já que em termos de renda, atualmente, a construção civil se equipara a muitos ramos da indústria, demonstrando que tal fator não seria o determinante, mas sim a variável infraestrutura na influência da demanda de usuários de bicicleta.

Por outro lado, a promoção do uso da bicicleta, enquanto modal de transporte, depende, em um primeiro momento, da melhoria da segurança dos ciclistas, uma vez que os potenciais usuários desse modo de deslocamento mostram-se positivos a sua adoção, desde que a segurança seja oferecida (PROVIDELO & SANCHES, 2011).

As referências elencam vários fatores que influenciam na escolha do modal de transporte. No caso da escolha pela bicicleta, os fatores pessoais considerados relevantes para Sousa (2012) e Vasconcellos (2012) são expressos pela renda, idade e condição física, além de fatores de segurança, elencado Vasconcellos (2012), Providelo e Sanches (2011). Este último, para fins desta pesquisa, pode-se destacar como uma das variáveis a serem consideradas para a composição de critérios para a definição e implementação de ciclovias no ambiente urbano. Todavia, este aspecto abrange outras variáveis que serão discutidas na sequência desta pesquisa.

De acordo com o *U.S. Department of Transportation* (2000), através da *Federal Highway Administration* - FHWA (2000), fatores como infraestrutura, localização, dimensões, condições físicas, topografia e características das

intersecções também devem ser considerados para avaliar as rotas de pedestres e ciclistas. A qualidade do pavimento e as características das intersecções mostraram relevância na análise dos deslocamentos destes modais de transporte.

Segundo Snizek (et al. 2013), as descontinuações nos trajetos dos ciclistas, como apresentado no estudo, tendem a refletir negativamente na opinião dos utilizadores desse modo de transporte. No caso de Copenhague, capital da Dinamarca, as paradas de ônibus representam estas interrupções, pois a necessidade de travessia da via ciclável para embarque e desembarque do transporte coletivo acarreta atrasos e interrupções no fluxo de bicicletas. Outro ponto abordado é apresentado pela influência negativa na opinião dos participantes da pesquisa da grande densidade de tráfego ao longo da rota. Ademais destes, os conflitos gerados com pedestres nos cruzamentos também foram nomeados como aspectos negativos e geradores de atrasos, além de representar um acréscimo nos riscos já associados aos cruzamentos.

Deste modo, é possível afirmar que a qualidade e a quantidade de intersecções, cruzamentos e interrupções no trajeto proposto para o ciclista são características fundamentais de análise para implantação de vias cicláveis, conforme Snizek et al. (2013) e FHWA (2010) relacionam em seus estudos.

- *Condicionantes do espaço urbano*

Espaços qualificados atraem e estimulam as pessoas a caminhar, conforme aponta Gehl (2010) no caso de Melbourne, onde o tratamento nas calçadas, atualização do mobiliário urbano, arborização e iluminação pública eficiente resultou em um aumento de 39% de pedestres circulando pelo centro da cidade no período diurno. Já no período noturno, dobrou o número de utilizadores do espaço público.

Para Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento - ITDP (2013), a intenção das pessoas por caminhar pode ser incrementada com a adoção de simples medidas que tornam o ambiente urbano mais agradável, tal como a presença de arborização nas ruas.

Ao aplicar o conceito de implementação de arborização para conforto térmico, conforme proposto por Gehl (2010) e o ITDP (2013), enquanto variável para implantação do sistema ciclovitário, é possível estimular o uso da bicicleta, já que este aspecto além de relacionado com a regulação das temperaturas, gera qualidade espacial ao ambiente urbano, tornando-o atrativo para os possíveis utilizadores do espaço público.

O relato de Gehl (2010) demonstra que para a cidade de Copenhague, onde há décadas são retirados os carros das vias dando preferência aos ciclistas, ao inserir um sistema ciclovitário com faixas exclusivas segregadas das calçadas e separadas fisicamente nas faixas para veículos automotores, houve um acréscimo do número de usuários do sistema. Uma vez que a medida que as condições para os ciclistas são qualificadas, há um aumento significativo do número de usuários deste meio de transporte, surgindo assim uma nova cultura da bicicleta.

Para o ITDP (2013), uma malha densa e variada de rotas para pedestres e ciclistas pode ser considerado um aspecto positivo na composição do Padrão de Qualidade *Transit Oriented Development* (TOD), assim como a variedade de usos durante o trajeto destas rotas, garantindo o acesso dos usuários a um grande número de possíveis atividades ao longo do percurso proposto.

Rotas destinadas aos modais não motorizados, com deslocamentos a pé ou por bicicleta, devem ser mais curtas que as destinadas aos modais motorizados considerando que a conectividade dos trajetos não motorizados deve se sobrepor ao motorizado, estimulando a utilização dos modais que possuem maior conectividade (ITDP, 2013).

Silva (2012) lista princípios para a implantação de ciclovias, dentre os quais destaca a minimização da extensão dos percursos, uma vez que, segundo Sousa (2012), a estimativa da velocidade de uma bicicleta é de 9,24km/h. Assim sendo, é possível afirmar que percursos superiores à uma hora de jornada atuam de forma a desencorajar a utilização deste modal para o transporte diário.

Tanto a possibilidade de existência de uma rota segura e exclusiva para os ciclistas quanto à diversidade de usos ao longo da rota e a conectividade do sistema apresentam-se como variáveis a ser consideradas na composição de critérios para a implantação de vias cicláveis. Isto porque a diversidade de atividades e a alta conectividade ao longo do percurso podem ser consideradas como fatores para a redução dos deslocamentos necessários para que o usuário desenvolva seus afazeres.

- *Segurança urbana*

Dentre os critérios apontados por Silva (2012), a segurança é citada como uma condicionante de planejamento. Em sua pesquisa, Silva *et. al.* (2009) relata que entre os principais problemas citados pelos entrevistados estão a insegurança no trânsito e o risco de roubos e assaltos, além da falta de infraestrutura adequada.

Para Jacobs (1961), a segurança no ambiente urbano está relacionada a dois fatores principais, a existência de "olhos da rua" - ou seja, a presença de pessoas observando os acontecimentos em sua vizinhança -, e a diversidade de usos das edificações existentes nas áreas urbanas. Também para Gehl (2010), a vida nas ruas representa um impacto significativo na segurança, assim como a diversidade de funções do espaço urbano geram mais atividades e maior atração a estes pontos, maximizando o conceito de "olhos da rua" expressado por Jane Jacobs.

Quanto ao critério de segurança do trânsito, Gehl (2010) apresenta diversos modelos adotados em países da Europa - ruas exclusivas para pedestres, por exemplo -, como soluções de coexistência entre todos os modais de transporte, porém sempre respeitando as preferências de fluxo aos modais menos favorecidos expressados pelo deslocamento a pé e pela bicicleta, sucessivamente.

Para o aspecto segurança existe a necessidade em se considerar duas variáveis. Em um primeiro momento, o aspecto segurança no trânsito que, conforme relatam Silva *et. al.* (2009), Silva (2012) e Gehl (2010), pode ser solucionado através

da criação de infraestrutura para a utilização de bicicletas no ambiente urbano. Por outro lado, o aspecto segurança pública. Este, conforme relatado por Silva *et. al.* (2009), pode ser mitigado conforme propõe Jacobs (1961) e Gehl (2010), através da presença constante de pessoas no espaço público e diversidade de funções do ambiente urbano.

- *Aspectos topográficos*

Já no caso da topografia, Silva *et. al.* (2009) relata em sua pesquisa que um baixo número de entrevistados apontou ser este um problema para a utilização da bicicleta como meio de transporte. Mascaró (2003) define parâmetros para a declividade representar um aspecto a ser considerado, pois pode ser mitigado com critérios de inclinação associados a distâncias máximas percorridas pelos ciclistas. Isto, de certa forma, desmistifica a influência do relevo como fator inibidor dos deslocamentos por este modal.

A inclinação de uma via ciclável deve ser avaliada em conjunto com o desnível a ser vencido, em que a distância que um ciclista consegue pedalar em rampa deve ser considerada. Para tanto, a escolha da rota, considerando estas duas variáveis, torna possível a implantação de uma proposta ciclovária eficiente (COMIN *et. al.* 2013).

Mascaró (2003) também define a relação entre distância e declividade para inclinações de 2%, 5% e 10%. No caso de inclinação de 2%, o comprimento máximo da rampa deve ser de 450 metros, sendo desejável o máximo de 150 metros. Já para a inclinação de 5%, fica definido, como comprimento máximo do trajeto, 90 metros sendo o ideal 30 metros. Por fim, é possível utilizar a inclinação de 10% para pequenos trechos de vias cicláveis.

Os critérios declividade e topografia se mostram variáveis importantes a serem consideradas para implantação de vias cicláveis. O Ministério das Cidades afirma que normalmente os ciclistas têm a preferência por rampas acentuadas por

pequenos trechos em relação a pequenas declividades por longos percursos. Portanto, o fator topografia deve ser avaliado não como limitador e sim como condicionante de projeto para o desenvolvimento de rotas cicláveis (BRASIL, 2007).

- *Tipologias de vias cicláveis*

Através da publicação *Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades* (2007) o Ministério das Cidades, por meio da SeMob, estabelece alguns critérios mínimos para a inserção de ciclovias em perímetros urbanos. Tem-se como exemplo a segurança viária, as rotas diretas ponto a ponto, o conforto em relação ao piso, a declividade e, por fim a característica que prioriza o trajeto por ambientes atrativos e variados sem coincidir com vias arteriais (BRASIL, 2007).

Quanto às tipologias básicas para vias cicláveis, Mascaró (2003) estabelece quatro padrões, sendo eles: vias compartilhadas com dimensões suficientes para a coexistência entre ciclistas e motoristas; ciclofaixa, representada por uma demarcação na pista separando veículos automotores de bicicleta leves; ciclovias que correspondem a faixas segregadas com barreira física às faixas de rolagem; e, por fim, ciclovias independentes totalmente desvinculadas do sistema viário.

O Ministério das Cidades, em seu caderno de referência, aponta fatores que influenciam a mobilidade dos ciclistas, principalmente dos usuários não habituais deste modal de transporte. Entre estes fatores pode-se destacar a qualidade da infraestrutura, a qual está vinculada a presença ou não de segregação da bicicleta do trânsito; qualidade ambiental, expressada pela arborização urbana; infraestrutura contínua de apoio nos locais onde as rotas cicláveis se estendem, como por exemplo, a presença de estruturas de guarda de bicicletas. Aponta também a integração entre os modais de transporte (BRASIL, 2007).

Alguns casos e soluções para estes critérios podem ser avaliados na publicação de Duarte (2007), em que se destacam a demarcação simples das vias em Paris, definindo os limites para o compartilhamento da via por ciclistas e veículos automotores; a rede cicloviária proposta por Curitiba, integrando parques e áreas

verdes; e a integração dos modais em Bogotá, com a criação de bicicletários junto às estações do *Transmilenio*, denominação dada ao sistema de BRT, *Bus Rapid Transit*, da cidade.

Os fatores apresentados por Mascaró (2003), Ministério das Cidades (2007) e Duarte (2007) devem ser considerados para a implantação de rotas cicláveis no ambiente urbano, uma vez que tais aspectos demonstram a possibilidade de inserção e compatibilização do sistema viário existente. Há, porém, a necessidade de avaliar o espaço urbano e seus atrativos para estimular os usuários para deslocar-se por estes caminhos.

Por fim, torna-se possível afirmar que a adoção dos critérios supracitados pode influenciar positivamente na escolha dos locais de inserção de vias cicláveis. Isto porque as mesmas podem atuar enquanto agentes indutores de uso do sistema em proposição, fator que possivelmente proporcionaria sustentabilidade à estrutura criada, promovendo uma readmissão do modal bicicleta por parte da sociedade, estimulando a revisão dos conceitos socioeconômicos vinculados a este modal de transporte.

2.2. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM MULTIPLAS ESCALA

Ao se tratar de avaliações do espaço urbano existem várias metodologias de análise para diversos fins inclusive a mobilidade e acessibilidade. Dentre estas destacam-se os sistemas baseados em informações geográficas (GIS –*Geographic Information System*), a Sintaxe Espacial (*Space Syntax*) e a Medida de Centralidade, fornecendo dados principalmente sobre a escala urbana.

Para a avaliação dos espaços urbanos que tem como característica a atratividade da população, destacam-se os métodos de definição de Polos Geradores de Viagens (PGVs) e (Des)centralidade Urbana (Polinúcleos ou Policentralidades). Eles possibilitam a leitura de áreas de interesse e sua abrangência em função de sua abrangência dentro da escala de bairro. Para a escala local utilizam-se metodologias que possibilitam a verificação da qualidade da

infraestrutura existente para a utilização do espaço urbano. Desse modo as metodologias de Níveis de Serviços destacam-se, o modo quantitativo avaliando as dimensões desse espaço e o qualitativo, a qualidade urbana do mesmo.

Dentre essas metodologias destacam-se a Sintaxe Espacial e a Medida de Centralidade, para escala urbana; PGVs e Centralidade Urbana, para escala de bairro e Níveis de Serviços, para escala local, por serem metodologias amplamente utilizadas no meio acadêmico a fim de explicar diversos fenômenos urbanos e sociais.

A Medida Centralidade, assim como a Sintaxe Espacial, são metodologias baseadas na teoria dos grafos que foram adaptadas para a aplicação nas Ciências Sociais e Ciências Sociais Aplicadas, às quais Arquitetura e Urbanismo pertence.

Já os PGVs e a Centralidade Urbana são metodologias baseadas em análises qualitativas, através da percepção da ocorrência do fenômeno ou por definições de planejamento territorial que induzem a criação destes núcleos. Assim, diferem dos métodos vistos anteriormente, que possibilitam uma leitura quantitativa do espaço urbano.

Em relação aos Níveis de Serviços quantitativos, utilizam modelos matemáticos para determinar a capacidade do sistema viário, tanto para veículos quanto para pessoas. Já os Níveis de Serviços qualitativos, que apesar de gerar um dado numérico final, apoiam-se na definição de critérios técnicos teóricos para subsidiar as variáveis desse indicador.

Deste modo, a seguir serão abordadas as metodologias descritas de modo a compreender quais as principais aplicações e a quais segmentos de pesquisa se

destacam a fim de que, no final do presente capítulo, selecionem-se três métodos, um por escala, a serem aplicadas posteriormente.

2.2.1. Escala de Cidade

Nesta sessão do presente trabalho serão abordadas duas metodologias amplamente difundidas no meio acadêmico de leitura das relações do espaço urbano na escala de cidade. Em um primeiro momento será realizada a apresentação da metodologia de Centralidades; em um segundo momento será abordada a metodologia de Sintaxe Espacial. Por fim, será realizada uma comparação entre as metodologias a fim de definir qual se apresenta mais relacionada ao foco central dessa dissertação, a mobilidade urbana através de sistemas cicloviários.

2.2.1.1 Medida de Centralidade

A medida de centralidade pode ser considerada uma importante ferramenta de avaliação de redes com aplicação em diversos campos de conhecimento, como redes sociais, redes de transporte, mercado financeiro, urbanismo, entre outros. No campo das redes sociais, é tido como um dos conceitos mais aplicados (SILVA 2010). Entretanto, a centralidade tem sua origem em uma teoria matemática que mais tarde foi adaptada para as mais diversas finalidades.

A Centralidade é um produto da teoria dos grafos que, na Matemática, estuda a relação entre objetos dentro de um mesmo conjunto. O uso da Centralidade nas Ciências Sociais data de 1948, em estudo realizado por Bavelas, com a finalidade determinar a relação da centralidade com a influência em processos de grupo (FREEMAN 1978). É possível representar todas as formas de redes, sociais ou não, através de um grafo, em que cada posição na rede corresponde a um nó e suas possíveis conexões são representadas por linhas, formando assim uma rede. (FREITAS 2010)

De modo mais simples, um grafo pode ser considerado a ligação de elementos – nós - através de linhas (BORBA 2010), em que os elementos mais centrais da rede são aqueles que podem atingir qualquer ponto com maior facilidade (FREITAS 2010).

Medida de centralidade, em Urbanismo , segundo Krafta (1994), demonstra a relação entre unidades conectadas pelo tecido urbano, em que o ponto mais central, ou de maior centralidade, é aquele que participa do maior número de rotas de ligação entre os diversos pontos componentes do sistema, considerando a eficácia do trajeto (POLIDORI, POLIDORI 2006 apud KRAFTA 1994). Ainda segundo Krafta (2009), centralidade pode ser considerada como uma medida hierárquica, a qual pode determinar a importância de certos nós do sistema, assim como distribuir valores de centralidade dentro do sistema (KRAFTA 2009).

Tratando-se de redes espaciais, em um grafo, os nós representam locais. Já as linhas apresentam-se como a distância entre estes locais, em que diferentes atributos podem ser aplicados tanto aos nós quanto as linhas. Em redes mais complexas, é possível aplicar ponderações tanto para linhas quanto para nós. Por tratar-se de localização, é possível carregar quantidades de uso do solo, atividades, postos de trabalho, etc. aos nós, e distâncias em escala métrica, de tempo, ou custo de deslocamento, etc. às linhas (KRAFTA, 2009). Isto possibilita a definição da centralidade em função da temática da pesquisa em que a metodologia será aplicada.

Contudo, existem diversos tipos de medidas de centralidade. Entre elas, podem-se destacar as de Grau, concepção mais simples e intuitiva; de Proximidade, referente a distância entre os nós; de Intermediação, avaliando o fluxo através do vértice, ou nó; de autovetor, em que a centralidade ocorre em função da conexão do nó com os demais mais centrais. Por fim, centralidade de redes ponderadas, em que os nós e linhas são carregados com parâmetros.

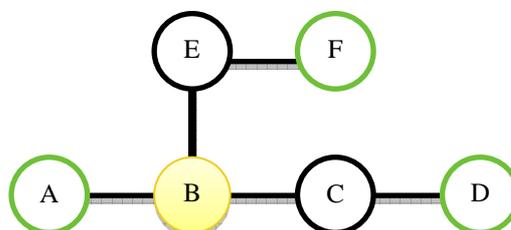
Com o intuito de construir um conhecimento sobre a metodologia geral, anteriormente a sua discussão no âmbito do Urbanismo, a seguir se faz uma explanação sobre os tipos de medidas de centralidade.

- **Centralidade de Grau**

A medida de centralidade de grau é considerada a concepção mais simples e intuitiva de análise do referido método, em que o valor de centralidade de um vértice é avaliado em função do número de contatos diretos que este possui (DEL-VECCHIO 2009). Freeman (1978) afirma que o grau de um nó focal é proporcional ao número de adjacências em uma rede, ou seja, o número de centralidade do nó focal está relacionado com o número de nós ao qual o mesmo está conectado (FREEMAN 1978 *apud* OPSAHL *et. al.* 2010). Por tratar-se de uma concepção básica de quantificação de centralidade, a medida de grau é usualmente utilizada como o primeiro passo nos estudos relacionados a redes (FREEMAN 1978 *apud* OPSAHL *et. al.* 2010).

Ao aplicar-se esta medida na avaliação da centralidade urbana, pode-se chegar a uma leitura distorcida da realidade, já que o referido método apenas considera as conexões entre os nós sem considerar a relevância do mesmo ao sistema. Porém, deste modo, é possível ter uma visão global da conectividade dos pontos conforme exemplificado na figura 1.

Figura1 – Grafo Centralidade de Grau

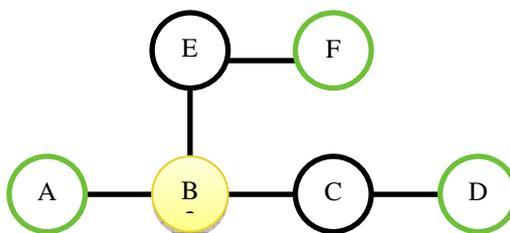


Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

Ao avaliar a centralidade de grau na figura 1, conclui-se de modo intuitivo que o nó “B” possui maior centralidade já que o mesmo possui maior número de nós adjacentes. Os nós que possuem menor grau de centralidade são “A”, “D”, e “E”.

entremeamento, avalia a influência que o nó apresenta sobre a distribuição do fluxo de informação através da rede (DEL-VECCHIO 2009, KRAFTA 2009).

Figura3 – Grafo Centralidade por Intermediação



Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

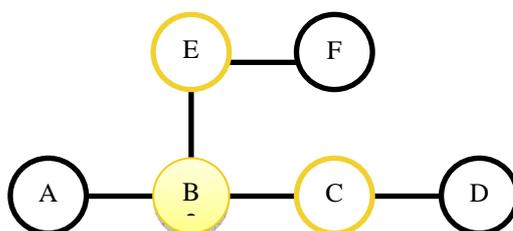
Na figura 3, acima, pode-se verificar que, ao se avaliar a centralidade por intermediação, o nó que apresenta maior centralidade é representado pelo nó “B”. Considerando que um dado “X”, partindo dos nós número “A”, “C”, “D”, “E” e “F” necessitam passar pelo nó “B” para atingir os demais, o mesmo é utilizado mais vezes para que a “informação” seja transmitida aos demais, já os nós de menor centralidade são aqueles posicionados nas extremidades do grafo.

Em oposição à centralidade por proximidade, a centralidade por intermediação, quantifica quantas vezes o nó “B” (figura 3) aparece no caminho da informação a ser dissipada.

- **Medida de Autovetor**

A medida de centralidade de autovetor considera que um nó possui maior centralidade quando estiver conectado a outros nós que também estejam em posição central (RUHNAU, 2000 apud DEL-VECCHIO 2009).

Figura4 – Grafo Centralidade Autovetor



Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

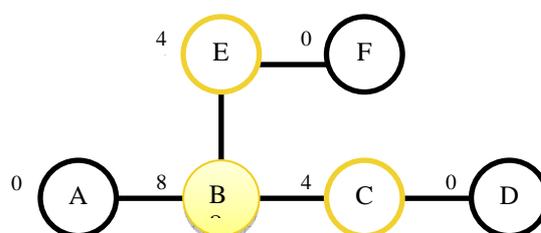
No caso da figura 4, ao avaliar-se a centralidade utilizando a medida autovetor, verifica-se que o nó “B” possui a maior centralidade. Porém os nós “C” e “E”, por possuírem uma posição central no sistema, também apresentam um valor relativo de centralidade.

Essa medida de centralidade no âmbito urbano não está relacionada com a importância do nó no sistema, mas apenas com a proximidade com um nó mais central. Em termos práticos, considerando o grafo representado na figura 4 como um ambiente urbano onde as vias são representadas pelas linhas e os nós representam os cruzamentos das vias, seria possível afirmar que a “esquina 2” apresenta maior importância no sistema e que as 5 e 3 possuem o mesmo peso para ele.

- **Centralidade por redes ponderadas**

A centralidade por redes ponderadas se refere a uma medida de centralidade de entremeamento em que os nós são carregados com parâmetros de valores pré-fixados (KRAFTA 2009). Porém, segundo Krafta (2009) há dois modos de se calcular a centralidade dos nós. A primeira consiste em atribuir valores aos nós a cada vez que estes aparecerem no caminho mínimo entre os demais componentes do sistema. Deste modo, cada vez que um nó aparecer no trajeto receberá o valor fixado. Conforme ilustrado na figura 5, o nó de maior centralidade será aquele que possuir a maior soma dos valores apresentados. O segundo modo avalia a tensão entre os nós, em que cada nó receberá uma fração do valor pré-definido em função do número de nós que compoñham o caminho mínimo conforme demonstrado na figura 6. Deste modo, a centralidade será determinada pela distância entre os nós, sendo que o de maior centralidade será aquele que apresentar o maior valor (KRAFTA 2009).

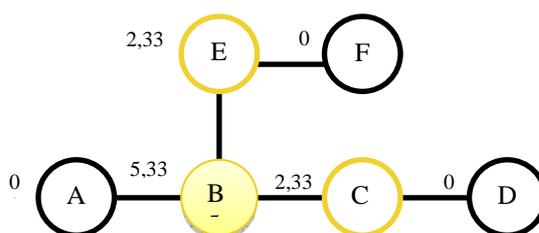
Figura5 – Grafo Centralidade por Entremeamento: Método 1



Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

Considerando um valor fixo 1 (um) para todos os nós do sistema, ao se aplicar o primeiro método proposto será possível verificar um resultado conforme o apresentado na figura 5, em que o nó “B” apresenta maior valor de centralidade devido a sua presença na maioria dos trajetos possíveis. Já os nós localizados nas extremidades do grafo apresentam baixa centralidade, pois podem ser considerados apenas como origem/destino, e não pontos intermediários como os demais.

Figura6 – Grafo Centralidade por Entrameamento: Método 2

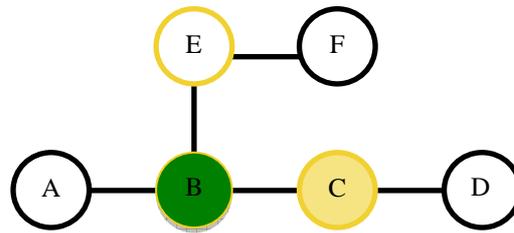


Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

No caso da figura 6, considerando os mesmos valores aplicados no exemplo anterior (1) para todos os nós, mas utilizando o segundo método proposto, quando o trajeto “passa” pelo nó é adicionado uma fração ou o valor total do nó. Assim, o “nó B”, com maior centralidade, adota a soma dos valores de centralidade dos caminhos A:C, A:D, A:E, A:F, C:E, C:F, D:E, D:F, totalizando um valor igual a 5,33.

Ao aplicar a centralidade por redes ponderadas há a possibilidade de se atribuir valores que, conforme Krafta (2009), podem ser atributos urbanos como uso dos solos, população, renda, área construída, etc., conforme representado na figura 7 (KRAFTA, 2009). Deste modo, há a possibilidade da definição de áreas de maior atratividade e influência no meio urbano, permitindo ao planejador considerar o impacto na rede com, por exemplo, a inserção de novos equipamentos ou a retirada de índices urbanos de uma determinada área.

Figura7 – Centralidade ponderada carregada com dados urbanos



Fonte: Krafta, 2009 adaptado pelo autor.

Ao se carregar os nós com dados urbanos, os valores de centralidade tornam-se relativos não apenas a distância, mas ao conteúdo urbano que foi agregado ao sistema. No caso da figura 7, foram determinados valores individuais para cada um dos nós. Assim, o “nó A” recebeu uma carga de 6 (seis), o “nó B” 2 (dois), o “nó C” 0 (zero), o “nó D” 8 (oito), o “nó E” 4 (quatro) e o “nó F” recebeu um valor de 2 (dois). Deste modo, as tensões entre os pares são exemplificadas pela tabela 1, abaixo.

Tabela 1 - Exemplo de calculo de centralidade com dados carregados

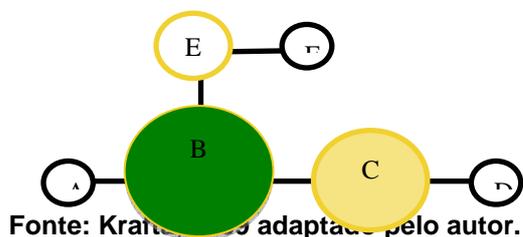
Origem / destino	Trajetos	Tensão	Fração
A / B	-	-	-
A / C	B	$6 \cdot 0 = 0$	0
A / D	B – C	$8 \cdot 6 = 48$	$48/2 = 24$
A / E	B	$6 \cdot 4 = 24$	24
A / F	B – E	$6 \cdot 2 = 12$	$12/2 = 6$
B / C	-	-	-
B / D	C	$2 \cdot 8 = 16$	16
B / E	-	-	-
B / F	E	$2 \cdot 2 = 4$	4
C / D	-	-	-
C / E	B	$0 \cdot 4 = 0$	0
C / F	B – E	$0 \cdot 2 = 0$	0
D / E	B – C	$8 \cdot 4 = 32$	$32/2 = 16$
D / F	B – C – E	$8 \cdot 2 = 16$	$16/3 = 5,33$
E / F	-	-	-

Fonte: Criado por LANZIOTTI, 2016.

Sendo assim, a centralidade determinada neste cenário seria representada conforme figura 8, em que a maior centralidade seria representada pelo nó “B”, com

Figura8 – Representação Gráfica centralidade exemplo anterior

um valor de 75,33; o segundo nó seria o “C”, com 61,33. O terceiro nó seria “E”, com um valor de centralidade igual a 15,33.



- **Redes Carregadas pelo usuário e centralidade**

Segundo Krafta (2009) se considerarmos que, cada nó de um grafo representa uma porção do espaço urbano, este pode ser carregado com uma diversidade de atributos urbanos simultaneamente, o que por consequência produzirá um dado de centralidade específico. A partir desta premissa Krafta (2009) propõem a utilização de parâmetros urbanos ponderados em função do usuário do meio urbano, denominando este de centralidade orientada para o usuário. (KRAFTA, 2009).

Assumindo a possibilidade de ponderar os atributos do espaço urbano em função do usuário ou grupo de usuários, esta medida de centralidade pode ajudar a definir ações específicas para o tratamento do espaço urbano em função da utilização de transportes não motorizados, já que, além de indicar os nós de maior centralidade, ou consolidados em função das premissas do usuário, ha a possibilidade de traçar diretrizes de desenvolvimento para áreas outrora menos preparadas para este modal de transporte.

O método de medida de centralidade, considera nós como fragmentos urbanos, e linhas como a conexão destes fragmentos, porém ao avaliar o espaço urbano faz-se necessário avaliar a acessibilidade do sistema viário em função de suas conexões como um todo, considerando a integração de todo o sistema viário e sua relação com todos os pontos da cidade, para tanto, a ferramenta da sintaxe espacial apresenta o complemento necessário para a análise global e local da acessibilidade de um sistema.

2.2.1.2 Sintaxe Espacial

Para Hillier (1996,) a cidade é moldada, em termos funcionais, através do movimento, no qual um sistema urbano é aquele que possui origens e destinos de viagens. Assim, as viagens pelo sistema urbano são compostas de três elementos, a origem, o destino e os espaços que conectam esses elementos. Esse movimento é determinado pela configuração da malha urbana (HILLIER, 1996).

Baseado nessas afirmações, Hillier (1996) determina que o movimento urbano ao longo das linhas pode ser chamado de “movimento natural”, que ocorre simplesmente pela conectividade do sistema, independente da existência de atratores específicos. Sendo esse o caso da maioria das cidades, entende-se que a própria estrutura urbana é responsável pela variação da densidade do movimento (HILLIER, 1996).

Em outras palavras, segundo Zampieri (2006), o movimento natural é o fluxo gerado apenas pela configuração urbana, independente de atratores compondo a estrutura urbana (ZAMPIERI, 2006). Os elementos principais para avaliar se o movimento natural são as próprias propriedades sintáticas do local. Para tanto, faz-se necessário avaliar essas medidas do sistema (ZAMPIERI, 2006). A sintaxe espacial proporciona a possibilidade de correlacionar o movimento à configuração do espaço urbano, já que tal metodologia permite avaliar um grande número de fenômenos urbanos vinculados a acessibilidade, através de um pequeno número de variáveis (SILVA 2010).

A sintaxe espacial baseia-se, segundo Hillier (1996), na correlação entre a configuração espacial, morfologia urbana e o movimento, tanto de pedestres quanto de veículos. Tal relação pressupõe que o principal meio de circulação na cidade é determinado pela configuração espacial das ruas, pois são responsáveis por moldar e desenvolver o ambiente urbano e definir padrões de usos do solo, densidade urbana e a apropriação de espaços públicos (HILLIER, 1996).

A morfologia urbana estuda a forma urbana no âmbito de sua configuração física, ou elementos morfológicos, e na sua produção e transformação do espaço em função do tempo. O estudo morfológico não visa medir o processo de urbanização (fenômenos sociais, econômicos, etc.). Estes, porém, são utilizados pelo estudo da morfologia para explicar a produção da forma, apesar de não se apresentarem como objetos de estudo na morfologia (LAMAS, 2014).

A morfologia urbana pode ser apreciada conforme aspectos qualitativos e representativos, sendo que essa pode ser abordada de acordo com diversos aspectos, entre os quais o configuracional (SILVA, 2010). É este o objeto de estudo da sintaxe espacial.

Em outras palavras, segundo Medeiros (2012), a sintaxe espacial relaciona a configuração do espaço urbano ao seu modo de funcionamento, o que permite investigar aspectos urbanos que outras abordagens tradicionais não seriam capazes de demonstrar (Medeiros, 2012). Toma-se como exemplo o nível de acessibilidade de determinado espaço urbano em relação ao território da cidade ou a uma gleba específica. Tradicionalmente, o dilema imposto pela mobilidade apresenta-se em dois campos distintos, porém complementares, o planejamento de transportes, que avalia aspectos dinâmicos como o fluxo de veículos, e o planejamento urbanístico, que considera aspectos estáticos, como o uso do solo urbano (CAVALCANTE 2012). Nesses aspectos, a sintaxe espacial avalia a relação dos espaços indicando o nível de acessibilidade do mesmo em relação ao todo.

Para Hillier (1996), o espaço urbano é formado por um conjunto de potencialidade, cabendo aos usuários explorar estas potencialidades de modo individual ou coletivo, assim possibilitando relacionar espaço e função (HILLIER, 1996). Segundo Holanda e Medeiros (2012), a configuração avaliada pela sintaxe espacial traz informações intrínsecas que independem de funções práticas do espaço em questão. Como exemplo, pode-se citar o uso do solo do ambiente urbano, mas demonstra as relações da estrutura espacial do meio urbano com as possíveis interações para o convívio social (HOLANDA e MEDEIROS, 2012).

A disposição espacial tende a oferecer diferentes potencialidades funcionais

ao ambiente urbano (HILLIER, 1996). Sendo assim, entende-se que a morfologia relaciona-se diretamente com a mobilidade, segundo Silva (2010), já que os espaços construídos definem as possibilidades de percursos para pedestres e veículos (SILVA, 2010). Segundo Hillier *apud* Medeiros (2007), a alteração do sistema espacial através da retirada ou inserção de um objeto, como por exemplo, uma edificação, afetará a configuração espacial do ambiente, independente dos anseios ou relação humana (MEDEIROS, 2007).

A sintaxe espacial foi criada, segundo Vaughan (2007), como método alternativo para responder as questões relativas ao espaço urbano na década de 1970 (VOUGHAN, 2007). Esse termo foi usado pela primeira vez no artigo de Hillier *et al.*, em 1976, com o título de *Space Syntax*, que abordava questões relativas as diferentes ordens espaciais em sociedades distintas. Porém, apenas em 1984, Hillier e Hanson dispuseram as bases teóricas empregadas na metodologia utilizada na sintaxe espacial através do livro *"The Social Logico of Space"* (ZAMPIERE 2006).

A referida metodologia teve seu início a partir da observação de que o espaço é a matéria comum nas relações físicas e sociais das cidades, sendo que a cidade física representa um complexo padrão espacial, em que as atividades sociais e interação com o espaço ocorrem (VOUGHAN, 2007). A sintaxe espacial busca compreender a configuração dos espaços em função do conjunto urbano, indicando as possibilidades e restrições do espaço a serem consideradas em relação a análise pretendida (HOLANDA e MEDEIROS, 2012).

Segundo Medeiros (2007), a sintaxe espacial possibilita o entendimento do espaço urbano através de dados que fornecem ao pesquisador a possibilidade de investigar as articulações urbanas, viabilizando a diferenciação dos fluxos de pessoas e veículos (MEDEIROS, 2007). O fornecimento de uma escala mensurável, através dessa metodologia, que varia da segregação a integração, permite a comparação estatística entre as diversas formas espaciais das cidades, considerando seus aspectos culturais, assim fornecendo uma plataforma que possibilita, entre outras coisas, investigar as dinâmicas sociais do espaço avaliado. (VAUGHAN, 2007).

O método de avaliação da sintaxe espacial baseia-se na relação das linhas axiais, as maiores linhas retas possíveis para abranger o maior número de espaços possíveis. O conjunto destas linhas axiais conforma o mapa axial que, segundo Zampieri (2006), possibilita a leitura da realidade urbana de modo simplificado, através de aspectos topológicos, ou seja, avaliados em função da medida em que há mudança de elementos componentes do sistema, não possuindo relação com a distância métrica entre esses.

- **Mapas Axiais**

Os estudos configuracionais do meio urbano apresentam diversos meios de expressão. Dentre estes estão os campos visuais, a leitura dos espaços e linhas axiais. Para Medeiros (2012), o movimento e suas relações são melhor expressos pelas linhas axiais, pois esse é o que demonstra as estratégias que as pessoas utilizam para transitar pelo ambiente urbano (MEDEIROS, 2012)

Para tanto, há a necessidade da produção do mapa axial (figura 09), em que se apresenta como a representação linear da malha viária de uma cidade é produzida a partir do menor número possível de retas, linhas axiais, representando os acessos contínuos através da malha urbana (MEDEIROS, 2012).

Figura9 - Mapa Axial



Fonte: HILLIER, 1996, p. 130

A leitura do mapa axial pode ser realizada em duas escalas. A primeira, a global (figura 10), mostra o sistema como um todo. Esse mapa representa o movimento de pessoas estranhas a articulação do sistema (HOLANDA, 2002), representa



Figura10 - Mapa Axial - Integração Global (Rn) - Porto Alegre (parcial)

Fonte: Autor, software depthmapX-0.50

A segunda leitura, a local (figura 11), possibilita a avaliação do sistema perante a visão do movimento de pessoas relacionadas com partes desse sistema, independente da compreensão do sistema como um todo (SILVA, 2010). Ou seja, está relacionada com as vias do entorno ao espaço avaliado (MEDEIROS, 2012), ou segundo Holanda (2002) as características dos elementos em si (HOLANDA, 2002). Como resultado, o mapa mostra o sistema total relacionado as condições locais (SILVA, 2010). Já a partir da segunda leitura

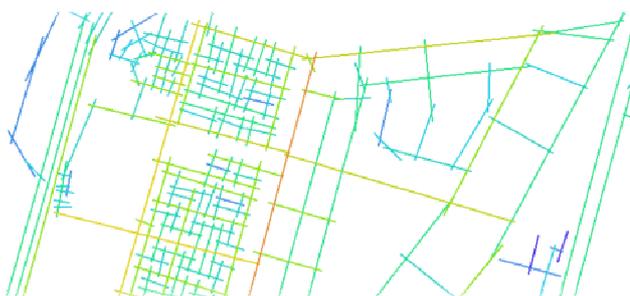


Figura11 - Mapa Axial - Integração Local (R3) - Porto Alegre (parcial)

Fonte: Autor, software depthmapX-0.50

A tradução dos valores obtidos por ambas as leituras são representadas por grafos e matrizes, que apresentam o nível de integração, acessibilidade ou permeabilidade do complexo urbano, seja ele uma avaliação global (R_n) ou apenas do entorno (R_3). O grafo é apresentado em uma escala cromática que varia do azul (figura 12), para eixos menos integrados, ao vermelho, com maior integração (MEDEIROS 2012).

Figura12 - Mapa Axial - Escala de Cores



Fonte: Autor, software depthmapX-0.50

Os valores expressados pelas linhas axiais nos mapas são a referência para a compreensão do funcionamento do sistema urbano, devido à possibilidade de quantificar a influência destas no movimento, em função do seu valor de integração. Para Hillier (1996), a integração local é ideal para avaliar as densidades de pedestres no sistema, já a global tende a apresentar melhores leituras para veículos (HILLIER, 1996).

Portanto, a integração é definida pela graduação de cores e matriz numérica expressada para cada eixo apresentado no grafo. Porém, para uma relação mais precisa, segundo Hillier (1996), faz-se necessário possuir uma leitura total da área a ser avaliada, a fim de garantir a incorporação de todas as possibilidades que compõem o sistema urbano (HILLIER, 1996).

- **Valor de Integração**

A integração, segundo Abbaszadegan *et. al.* (2012), apresenta-se como o principal conceito da teoria da sintaxe espacial, definido através das conexões e profundidade, demonstrando a relação de uma área urbana com a cidade inteira. Isto o torna uma ferramenta importante para compreender a relação dos componentes do espaço urbano com a ação do movimento no sistema (ABBASZADEGAN *et. al.*, 2012).

Segundo Medeiros (2012), os eixos mais integrados são aqueles que apresentam maior integração com o espaço urbano, representando os componentes do sistema. Qualquer eixo com maior integração apresenta-se em tons de vermelho, enquanto os eixos com menor integração apresentam-se em tons de verde. (MEDEIROS, 2012).

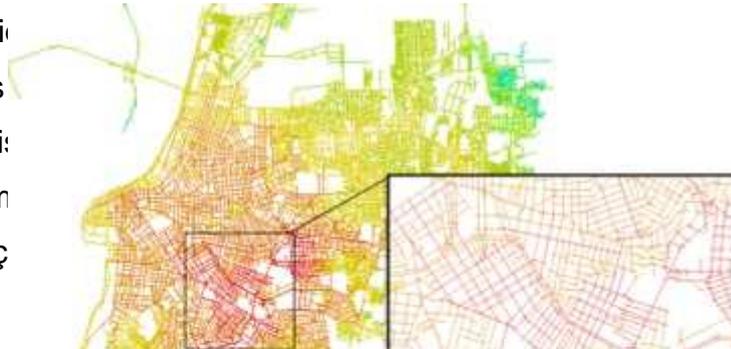
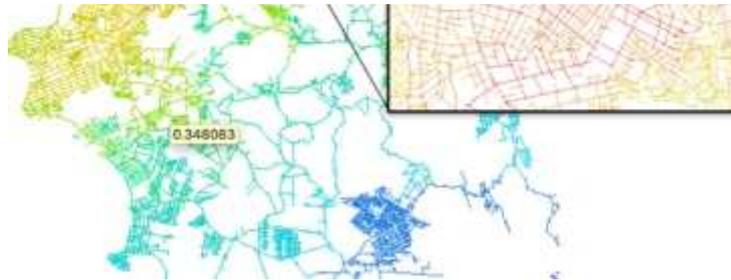


Figura13 - Mapa Axial - Núcleo de Integração



Fonte: Autor, software depthmapX-0.50

Essa representação permite, segundo Medeiros (2012), a visualização da malha viária em função de fluxos e movimentos potenciais (MEDEIROS 2012). Além disso, demonstra, segundo Abbaszadegan *et. al.* (2012), a estrutura de

desenvolvimento da cidade em função da integração de suas partes (ABBASZADEGAN *et. al.*, 2012).

Por fim, a sintaxe espacial apresenta-se como uma ferramenta que possibilita a leitura numérica do espaço urbano e associado às demais informações intrínsecas aos estudos urbanos (MEDEIROS, 2012). Assim, segundo Silva (2010), o método utilizado para o estudo da morfologia urbana expõe a relação entre os espaços e o sistema viário, permitindo verificar as influências entre movimento de pedestres e veículos com a configuração espacial do sistema, além de possuir uma aplicação simples e abranger um grande número de fenômenos urbanos com um pequeno número de variáveis. (SILVA, 2010)

Para a presente pesquisa, a metodologia da sintaxe espacial apresenta-se como a melhor aplicação por estar fortemente relacionada com a acessibilidade e integração. Esses critérios são fundamentais para a definição de estratégias de implantação de sistemas de mobilidade tanto motorizados, quanto não motorizados, sendo o último o foco principal do trabalho.

2.2.1.3 Medida de Centralidade e Sintaxe Espacial, análise comparativa.

Após o entendimento básico das teorias envolvendo as metodologias de medida de centralidade e sintaxe espacial, podem-se definir alguns aspectos de aplicabilidade no estudo da mobilidade urbana por meio de modais não motorizados, mais especificamente a utilização de vias cicláveis para os deslocamentos diários.

Faz-se necessário frisar que a simples aplicação, tanto da medida de centralidade, quanto da sintaxe espacial, não se apresentam como ferramentas para a implantação de vias cicláveis. Isto porque ambas as metodologias não fornecem ao avaliador todas as condicionantes envolvidas no processo de proposição, como por exemplo, a relação do sistema viário com a declividade das vias, os usos urbanos, ou os polos geradores de tráfego, etc.

As metodologias até aqui avaliadas utilizam basicamente a mesma base para a leitura da cidade, o sistema viário, e podem ser aplicadas nas mesmas escalas, regional, cidade e bairro. Porém, a leitura dos grafos se dá de modo diferente. Na medida de centralidade, o principal aspecto a ser avaliado é os “nós” e as relações entre eles. Já para a sintaxe espacial, o principal aspecto são as “linhas” e a relações entre elas.

No caso da avaliação do espaço urbano para a implementação de sistemas de vias cicláveis, a leitura das conexões das vias no sistema é de suma importância, já que assim é possível a definição de rotas mais conectadas e que abranjam o maior número de áreas possíveis. Esta conexão, ou conectividade, é apresentada de modo mais satisfatório para a presente pesquisa, já que em suas bases teóricas a acessibilidade surge como o princípio fundamental da Sintaxe Espacial.

Por outro lado, a medida de centralidade apresenta um enfoque fundamental para a definição de trajetos, ou intenção de trajetos. Dentro do sistema urbano, são estes os pontos de maior centralidade, onde, em teoria, ocorre a maior oferta de pontos de interesse dentro do sistema.

Entretanto, a aplicação de métodos específicos para a leitura de atratores urbanos, em conjunto com a sintaxe espacial, podem propiciar resultados relevantes para a proposição de trajetos cicláveis nas cidades, já que o aspecto acessibilidade é fundamental para o transporte independente do modal escolhido, e o aspecto viagem (origem/destino) é essencial para que o movimento ocorra no tecido urbano.

Portanto, para a análise da integração do sistema viário, a Sintaxe Espacial apresenta-se como método mais indicado para a presente pesquisa, considerando que essa metodologia demonstra graficamente os eixos mais acessíveis do sistema avaliado.

No entanto, avaliando o aspecto de atratividade do sistema, a metodologia da medida de centralidade destaca-se já que os “nós” mais atrativos do sistema podem

ser facilmente identificados em função de sua integração com os demais nós, o que pode fornecer os principais pontos do sistema urbano que representam os maiores destinos de viagens. Porém, apropriando-se somente deste princípio para definir as principais rotas de viagens, as demais relações relacionadas à acessibilidade seriam menosprezadas, o que, por consequência, tornaria a leitura global do sistema equivocada.

Apesar da sintaxe espacial não ter a capacidade de definir quais “nós” são os mais atrativos do sistema, ela possui a relação necessária com o trajeto que leva aos pontos, assim considerando o trajeto e não o destino final no que compete a avaliação de viagens.

A aplicação conjunta de sintaxe espacial e medida de centralidade propiciaria uma leitura mais completa do complexo urbano, porém, para a presente pesquisa, esta aplicação torna-se inviável pela falta de recursos para tal aplicação.

Portanto, a sintaxe espacial, devido a sua fácil aplicação e leitura, no caso da atual pesquisa, torna-se a metodologia mais satisfatória para a aplicação conjunta com as demais metodologias das escalas bairro e local.

A leitura proposta para a aplicação da metodologia selecionada na presente pesquisa faz referência à escala de cidade. Neste aspecto, apesar de ambas as metodologias apresentarem possibilidade de leitura similar, a medida de centralidade apresenta-se como método mais indicado para a hierarquização dos espaços conectados.

Para tanto, apesar da medida de centralidade apresentar de modo relativamente simples os principais pontos (nós) - que em teoria comporiam o menor percurso a ser percorrido entre um ponto de origem à um destino específico - a sintaxe espacial proporciona a leitura do trajeto como um todo, demonstrando através dos eixos de conectividade o trajeto morfologicamente mais integrado do sistema. No caso dos deslocamentos não motorizados, tal apresenta-se como um ponto relevante para a definição de rotas cicláveis em um espaço urbano.

2.2.2. Escala de Bairro

Após a avaliação do espaço urbano de maneira geral, em escala de cidade, se faz necessário compreender as dinâmicas urbanas sociais dentro dos fragmentos da cidade, esses representados pelos bairros. Desse modo, é possível verificar quais pontos dentro da cidade são mais relevantes em função da atração de pessoas para ele, assim podendo determinar a origem e o destino das principais rotas cicláveis, haja vista que o deslocamento máximo de um ciclista de maneira confortável gira em torno desta escala.

Para definir quais são os pontos de maior interesse dentro de um bairro - entendendo-se bairro, para a presente pesquisa, não a unidade político territorial, mas sim as características sociais do espaço - serão avaliadas metodologias que fornecem dados para a leitura de áreas com estoque de atividades terciárias e de lazer.

A primeira metodologia a ser analisada será a de Polos Geradores de Viagens (PGVs), que são estruturas ou conjuntos de estruturas que possuem a capacidade de atração de um grande número de usuários e com variadas áreas de abrangência, em função da escala do equipamento. Posteriormente, será avaliada a metodologia da Descentralidade Urbana, que propõe a leitura do espaço urbano em função do acúmulo de atividades no espaço urbano, diferentemente dos PGVs que podem ser representados por apenas um equipamento isolado.

Ao final desta seção será realizada uma análise comparativa a fim de definir qual das metodologias pode fornecer melhor subsidio para o planejamento do transporte por modais não motorizados, com foco em vias cicláveis, e conseqüentemente subsidiar a presente pesquisa.

2.2.2.1 Polos Geradores de Viagens (PGVs)

A presente sessão deste trabalho tem como premissa a identificação dos polos geradores de viagens, segundo a bibliografia pertinente, e seus impactos pressupostos no meio urbano, não sendo objeto do presente estudo o tratamento necessário no que se refere a implementação de tais empreendimentos, tampouco abordar o que tange os processos de licenciamentos municipais para tais complexos.

Por definição, segundo CET-SP (1983), polos geradores de tráfego (PGTs) são instalações que atraem a população, gerando um aumento no número de viagens ao local em que está inserido. Segundo Goldner (2010), essas edificações ou conjunto de, tem como característica principal a escala de projeto, ou seja, são representadas por complexos dos mais diversos tipos de ocupação (shoppings, por exemplo), ou por empreendimentos únicos, porém de grande escala (complexos empresariais, condomínios habitacionais, hospitais, parques, etc.).

Segundo Alves *et. al.* (2011), com o avanço das pesquisas referentes aos PGTs, houve uma alteração na nomenclatura dada ao objeto de estudo, já que empreendimentos de todos os portes podem causar impactos no sistema viário, por produzirem e atraírem viagens. Isto gera um incremento no volume de tráfego e, conseqüentemente, congestionamentos, além da degradação da mobilidade e acessibilidade nas áreas em que o empreendimento exerce influência (ALVES *et. al.*, 2011). Diferente da definição de PGTs apresentada pela CET-SP, a definição atual inclui atratores de viagens independente da escala. Sendo assim, a nomenclatura utilizada ao longo da presente pesquisa será a de polos geradores de viagens (PGVs).

Os polos geradores de viagens (PGVs) são instalações de diversos tipos de usos com uma atributos similar, caracterizando pontos de atração de grande número de viagens (PORTUGAL; GOLDNER, 2003). Assim, o PGV pode ser entendido como um empreendimento capaz de atrair novos deslocamentos até o local de sua

implantação, gerando incremento no uso do sistema viário que compõem sua área de influência, causando impactos sociais, ambientais, econômicos e culturais nessas áreas (GONÇALVES, 2012).

Sendo assim, os Polos Geradores de Viagens são empreendimentos ou áreas multiusos que atraem um grande número de deslocamentos, impactando no sistema viário e de transportes da área em que estão inseridos, além de refletirem na estrutura urbana e no desenvolvimento socioeconômico e qualidade de vida da população inserida neste sistema (SILVA *et al*, 2006).

Os estudos de PGVs buscam, tradicionalmente, segundo Gonçalves e Portugal (2012), prever os impactos causados e as medidas compensatórias em função da implantação de um PGV. Isto porque, apesar de haver diferenças entre a atratividade dos empreendimentos, seja em função do público, ou do modal de transporte utilizado para o deslocamento, os impactos relativos à implementação de um PGV normalmente apresentam a influência do mesmo no espaço, porém sem apresentar o grau desses impactos.

Assim, segundo Goldner *et. al.* (2010), os PGVs podem gerar duas formas de impacto. Em um primeiro momento há o impacto gerado internamente pelas viagens dentro da área de impacto de desenvolvimento multiuso, realizado principalmente pelas vias internas sem a necessidade de utilização do sistema viário adjacente. O segundo impacto é gerado pelos deslocamentos que necessitam a utilização do sistema viário externo à área de impacto imediato do PGV. Deste modo, é possível pressupor que o modal de transporte para tal deslocamento pode ser definido em função da área de abrangência que o PGV exerce no meio urbano.

A área de abrangência de um PGV, normalmente, é dividida em três categorias, segundo Silva *et. al.* (2006): a área primária, área secundária e terciária. Porém, os limites dessas são determinados em função da natureza do empreendimento. Desse modo, um shopping center tende a gerar uma área de impacto superior a uma edificação de escritórios, refletindo na acessibilidade, tempo e distância de viagem, repercutindo diretamente no modal de transporte. Para tanto,

faz-se necessário compreender a natureza dos PGVs a fim de determinar as demais variáveis geradoras de impacto no meio urbano.

Assim, entre esses equipamentos, segundo DENATRAN (2001), podem ser listados universidades, estádios, ginásios de esporte, centros de convenções, feiras, supermercados e conjuntos habitacionais, presentes tanto em áreas urbanas quanto em sistemas rodoviários. A presença destes equipamentos tende a gerar impactos na fluidez e na segurança viária.

Os PGVs podem ser classificados, segundo Portugal e Goldner (2003), conforme a natureza da atividade desenvolvida no local, assim como a intensidade de uso do local. Desse modo, apresentam-se duas variáveis pertinentes as possíveis classificações dos PGVs, a tipologia da ocupação da área e o poder de atração que essa exerce sobre os possíveis usuários, o que acarreta na intensidade de uso da área e do sistema viário.

Sendo assim, para haver a possibilidade de reconhecimento e caracterização de um PGV se faz necessário determinar se o objeto de estudo enquadra-se em alguns dos critérios relativos à sua classificação como PGV. Isto porque, segundo Gonçalves (2012), nem todo empreendimento é capaz de gerar impacto suficiente para influenciar o sistema urbano de tal modo que o mesmo necessite de alterações e adequações para o recebimento de uma nova demanda de usuários. Ainda segundo Gonçalves (2012), normalmente os critérios para a caracterização de PGVs são oriundos de legislações federais e municipais.

No Distrito Federal, segundo Gonçalves (2012), a classificação se dá em função do tipo de empreendimento. Através da legislação número 1890, de 13/02/1998, são definidos os números de vagas de estacionamento para tais empreendimentos. Apesar do foco da presente pesquisa não ser o transporte motorizado individual, a relação do número de vagas de estacionamento com o tipo ou dimensão do empreendimento pode ser utilizada como fator de avaliação da atração que o equipamento tende a exercer sobre os usuários, já que, culturalmente, a população brasileira opta por utilizar com mais frequência empreendimentos que

contenham infraestrutura para o recebimento desse modal de transporte.

Assim, segundo Gonçalves (2012), a classificação dos PGVs segundo a legislação do Distrito Federal, está representada por seis grupos de edificações: os centros de compras e shoppings centers, os mercados, supermercados e hipermercados, as lojas de departamentos, os hospitais e maternidades, os prontos-socorros, clínicas, consultórios, laboratórios e ambulatórios e, por fim, as instituições de ensino superior e edifícios comerciais e empresariais.

Além da classificação acima apresentada, o DENATRAN (2001) utiliza como parâmetros para classificar os PGVs algumas práticas utilizadas em cidades brasileiras, como Curitiba-PR, que apresenta um critério único onde todo e qualquer empreendimento com mais de 5.000 m² é considerado um Polo Gerador de Viagens. Já no município de São Paulo-SP, esta classificação se dá em função do tipo de empreendimento, da área construída. Por exemplo, empreendimentos educacionais, com mais de 2500 m² de área construída; número de vagas de estacionamento, como no caso de unidades habitacionais com mais de 500 vagas para veículos; ou por aglomeração de pessoas, como locais de atividades temporárias que atraiam a partir de 500 pessoas.

Já o município de João Pessoa-PA, define que são PGVs aqueles empreendimento que exercem sobrecarga no sistema viário e de transporte do município ou os que geram danos ao meio ambiente natural ou construído. Assim, os empreendimentos sujeitos a apresentação de Relatório de Impacto do Meio Ambiente são considerados PGVs, como aqueles que tiveram a capacidade de reunir mais de trezentas pessoas sentadas. Por fim, Belo Horizonte-MG apresenta uma legislação em que são considerados PGVs empreendimento não residenciais com mais de 6000 m² e residenciais com mais de 150 unidades.

Tabela 2 - Categorias de polos geradores de tráfego

	Curitiba	São Paulo	Belo Horizonte	Distrito Federal
U G	Edificações residenciais	Centro de compras, shopping center	Residencial multifamiliar	Centro comercial

	Edificações comerciais e de prestação de serviços	Supermercado <input type="checkbox"/> Entrepasto, terminal, armazém, depósito.	Não residencial	Comércio varejista (lojas comerciais)
	Edificações para indústria	Prestação de serviço, escritório.		Supermercado e hipermercado
	Edificações para fins culturais	Loja de departamento		Prestação de serviço, escritório, consultório
	Edificações para fins recreativos e esportivos	Hotel		Estabelecimento hoteleiro
	Edificações para fins religiosos	Motel <input type="checkbox"/>		Serviço de atendimento hospitalar
	Edificações para atividades de saúde	Hospital, maternidade, pronto-socorro, ambulatório, clínica, consultório, laboratório.		Serviços de atendimento de urgência, emergência, atenção ambulatorial e complementação diagnóstica ou terapêutica
	Edificações para fins educacionais	Faculdade, curso preparatório pré-vestibular, supletivo.		Educação superior
		Escola de ensino fundamental e médio, ensino técnico e profissional <input type="checkbox"/> Serviço de educação, Indústria <input type="checkbox"/>		Educação média de formação geral, profissionalizante ou técnica e supletiva
		Restaurante, salão de festa, casa de chá, bebidas, etc.		Educação pré-escolar e fundamental
		Local de reunião, culto, cinema, teatro, etc.		Educação continuada ou permanente e aprendizagem profissional
		Estádio, ginásio de esporte <input type="checkbox"/>		Restaurantes e outros estabelecimentos de serviços de alimentação <input type="checkbox"/>
		Pavilhão para feiras e exposições <input type="checkbox"/>		Indústria <input type="checkbox"/>
		Área de lazer, zoológico, parque de diversão.		Projeção de filmes e de vídeos, outros serviços artísticos e de espetáculos e de organizações religiosas.
		Conjunto residencial		

Fonte: DENATRAN, 2001. adaptado por LANZIOTTI, 2016

A tabela 02, acima, apresenta um resumo de usos considerados PGVs em algumas cidades brasileiras segundo o DENATRAN (2001). Nele é possível verificar que, apesar de algumas peculiaridades, há um padrão na definição de quais equipamentos tendem a gerar impactos no meio urbano, com exceção da cidade de

Curitiba, que busca classificar os PGVs em residencial e não residencial, evitando a classificação através da tipologia do empreendimento.

Entretanto, segundo Gonçalves (2012), a classificação de um PGV apenas por sua tipologia, como demonstrado por em algumas legislações apresentadas, limita a determinação do impacto que tal empreendimento pode causar no sistema urbano. Assim, faz-se necessário agregar mais variáveis para uma maior precisão na caracterização do PGV, como por exemplo o porte do empreendimento (GONÇALVES, 2012), ou até a frequência de apropriação por parte do usuário de determinado empreendimento.

Assim, para a presente pesquisa, por tratar-se apenas da identificação de potenciais áreas de impacto no meio urbano, pode-se classificar os PGVs conforme a definição apresentada pela Lei 1980 de 13/02/1998, do Distrito Federal, que apresenta uma lista de empreendimentos que podem vir a causar impacto no ambiente urbano. Superada esta etapa de classificação, faz-se necessário compreender o impacto causado e sua área de abrangência em função de sua tipologia.

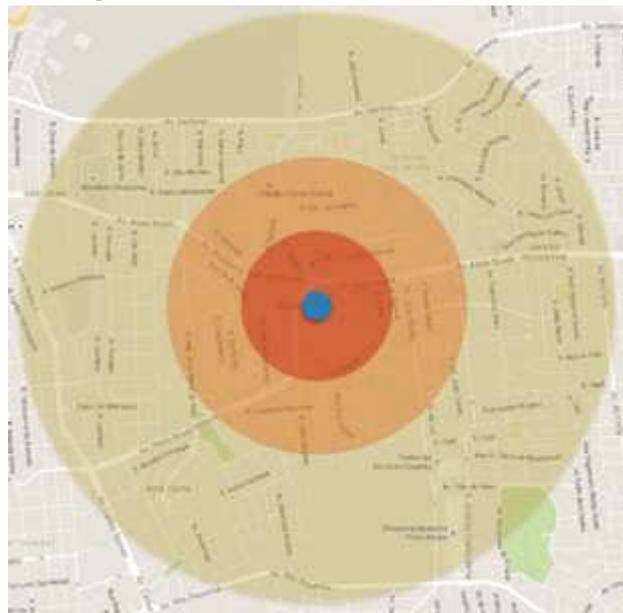
Conforme a CET (1983), os PGVs podem ser classificados quanto ao impacto em macro polos. Segundo Alves *et. al.* (2011), caracteriza-se como um empreendimento que, pela sua presença no ambiente urbano, tem a capacidade de causar impactos significativos no sistema viário interno e adjacente ao complexo, como por exemplo, shopping centers. Podem ser classificados, segundo a CET (1983), em micro polos, os quais, segundo Gonçalves (2012), são conjuntos de equipamentos de pequeno porte, como teatros, escolas, restaurantes, bares, etc. Estes, quando agrupados, como em uma área de uso comercial, podem gerar impactos em seu entorno, o que, para Alves *et. al.* (2011) são bastante significativos caso exista uma grande associação destes empreendimentos.

Para a presente pesquisa, por tratar-se de mobilidade através de modais não motorizados, a percepção e classificação de Polos Geradores de Viagens - que se enquadram nos parâmetros de micro polo - tendem a apresentar maior relevância

para tais deslocamentos, porque a abrangência do impacto é reduzida. Isto condiz com a capacidade de deslocamento que os usuários de tais modais normalmente exercem de maneira confortável.

Para Silva *et. al.* (2006), a área de influência dos PGVs pode ser classificada em primária, secundária e terciária (figura 14). Na área primária concentra-se a maior parte dos usuários de PGV, dependendo da variedade urbana presente no local de inserção do PGV. A área secundária, de distância média em relação PGV, ainda exerce uma atração considerável, porém apenas em regiões onde existem opções de viagens ao local. Na área terciária o PGV deixa de exercer influência, em função da distância e do tempo de deslocamento e pela possibilidade dos usuários optarem por outras áreas para desenvolverem as atividades de seu interesse.

Figura14 - Área de influência de PGVs



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

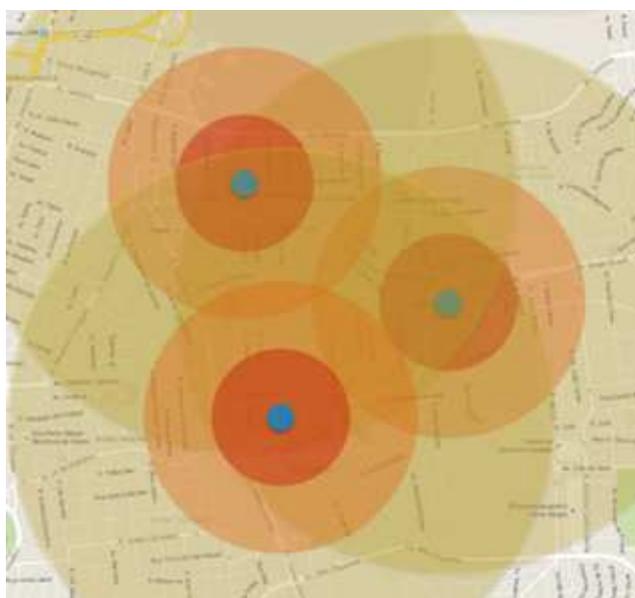
Na figura 14, acima, se apresenta a área de influência de um supermercado localizado na Zona Norte de Porto Alegre. Sua área de influência foi determinada em função da disponibilidade de equipamentos de mesmo porte e função. Assim, divide o poder de atração com outros empreendimentos, conforme figuras 15 e 16.

Figura15 - Área de influência de dois PGVs



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Figura16 - Área de influência de três PGVs similares



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Ao se analisar as figuras 15 e 16, evidencia-se a influência dos PGVs, segundo o que aponta Silva *et al* (2006). Conforme a distância de deslocamento aumenta, menor é a influência do empreendimento, possibilitando que o usuário escolha a qual equipamento se dirigirá para exercer suas atividades.

Para o transporte não motorizado a área de abrangência que melhor enquadra-se no alcance do modal de transporte seria a área primária. Portanto, para a presente pesquisa são mais relevantes os micro polos, porque exerçam influência direta dos equipamentos ali presentes, sendo representados como áreas de influencia primária destes PGVs. Porém, possivelmente os PGVs classificados como

macro polos e de grande influência no espaço urbano estejam presentes no meio urbano. Assim, faz-se necessário compreender os impactos destes a fim de definir as estratégias necessárias para a otimização do meio urbano que receberá a demanda dos modais não motorizados e motorizados em seu sistema viário.

Para o DENATRAN (2001), o impacto que ocorre devido à existência de um PGV em determinado local, é absorvido não só pelas vias de acesso a ele, mas pelas adjacentes, gerando uma redução no nível de serviço do sistema viário, o que acarreta diminuição na segurança da área que o mesmo influencia.

Assim, para Gonçalves (2012), a percepção dos habitantes de uma região onde se insere um PGV apresenta a queda da mobilidade devido à ocorrência de congestionamentos e a redução do atendimento do sistema de transporte coletivo no local, além dos demais impactos causados na vizinhança próxima ao mesmo. Deste modo, os impactos podem ser classificados em impactos viários e de transporte. O impacto no sistema viário é resultado da atração de viagens ao local de habitantes que não residem nas proximidades do empreendimento, seja esse deslocamento feito por modais individuais ou coletivos.

Tratando-se de mobilidade por meio de modais não motorizados, a influência de um PGV, apesar de relevante em questões como segurança viária e disponibilidade de transporte público urbano - esse complementar aos modais não motorizados - podem ser tratados de modo menos específico para a presente pesquisa. Ou seja, sem a necessidade de um aprofundamento na matéria e apenas pontuando os locais de maior atratividade de uma determinada área, porém que exerçam uma relação direta com a capacidade de deslocamento por meio do público utilizador dos modais não motorizados, onde há uma maior incidência de deslocamentos a certos tipos de PGVs por esta população. Citam-se, como exemplos, escolas e universidades, esses mais atrativos que outras tipologias como shoppings centers e hospitais.

Deste modo, surge a possibilidade da utilização de outra metodologia para determinar o nível de atração ao espaço urbano para utilizadores de modais não motorizados, como, por exemplo, a descentralidade urbana, objeto de estudo da

próxima etapa dessa pesquisa.

2.2.2.2 Descentralidade Urbana (Polinúcleos e Centralidades Urbanas)

De modo geral, as cidades podem ser consideradas pontos de concentração, atraindo e distribuindo fluxos econômicos, sociais e administrativos. Deste modo, podem-se definir as regiões funcionais urbanas em função de sua correspondência em termos de funcionalidade em relação ao centro urbano (DUARTE, 1974).

As áreas centrais são caracterizadas pelo grande número de atividades econômicas e sociais concentradas que estão presentes em cidades de todos os tamanhos e condições econômicas. Tais áreas são de fácil identificação na área urbana devido ao grande número de atividades e fluxo de pessoas (SOUZA 2009).

Atualmente é possível verificar que estas características centrais seguem uma tendência de pulverização, criando nos espaços urbanos novos núcleos centrais, ou novas descentralidades. Estas áreas surgem em função da acessibilidade a esses pontos, ou seja, o centro urbano geográfico hoje não representa a área mais acessível de uma grande cidade, sendo estes substituídos por áreas localizadas em vias periféricas ou de acesso a esse centro geográfico. Estas novas descentralidades surgem, segundo Barreto (2010) *apud* Pumain (2006), em função da instalação de empreendimentos as margens do perímetro do centro da cidade (BARRETO, 2010).

Essa descentralização das atividades se dá segundo Souza (2009), porque a área central, devido sua atratividade de atividades, se torna excessivamente densa em relação a essa concentração, fazendo com que algumas atividades passem a ser irradiadas para outros locais da cidade, já que a concentração excessiva de atividades pode gerar deseconomias. Este processo já ocorreu durante o século XX, quando as áreas residenciais centrais foram substituídas por edificações comerciais, forçando a diluição da população pelas áreas periféricas ao centro (SOUZA ,2009).

Segundo Barreto (2010), o centro urbano tornou-se foco de estudos de

diversas áreas de conhecimento com a finalidade de perceber como quais eventos dizem respeito às diferentes concentrações econômicas e sociais nesse espaço (BARRETO, 2010).

A convergência das atividades econômicas e sociais para certos locais pode ser verificada de maneira empírica, segundo Duarte (1974), porém o entendimento desse processo é analisado a partir da Teoria da Centralidade. (DUARTE, 1974)

O conceito de centralidade no espaço urbano surge de uma adaptação da Teoria dos lugares centrais de Christaller (1933). Ele busca explicar o padrão de surgimento de povoados na Alemanha. Como premissas pressupôs que a facilidade de transporte, a possibilidade de fornecer bens, serviços e cumprir suas funções administrativas para uma determinada área de influência, determinariam o nível de centralidade de uma cidade em relação às outras (Bradford *et. al.*, 1987). Aplicando tais conceitos ao espaço urbano, segundo Barreto (2010) *apud* Choay (1972), a centralidade é o resultado do efeito que um equipamento (comercial, cultural, financeiro, administrativo, etc.) tem para atrair ou distribuir fluxos em função de sua acessibilidade, em que essa se torna a condição primária para a existência da centralidade (BARRETO, 2010). Porém, tal aplicação, segundo Reis (2007), só foi possível de ser realizada após adaptações da teoria de Christaller (1993), proposta para o estudo de relações entre cidades, para a realidade intra-urbana (REIS, 2007).

Para Monnet (2000), a classificação da centralidade se dá em função de sua simbologia, não necessariamente por questões geográficas. Sua definição de centro baseia-se na existência de uma relação de dominância em relação a outros lugares. Deste modo, são caracterizados os centros de acordo com sua função primária. A centralidade política é aquela que possui as instituições, o poder público, como o centro administrativo de uma cidade; já a centralidade econômica é caracterizada pela presença das sedes de corporações. A centralidade comercial é aquela com concentração de comércios e serviços; a centralidade de acessibilidade é onde se encontra a concentração de modais de transporte (MONNET 2000). Ela pode ser considerada como um ponto de atração para a definição de uma centralidade, já que

só há o surgimento de uma nova centralidade quando esta é mais acessível para uma porção da população que a centralidade anteriormente utilizada. Por fim, a centralidade social é caracterizada por lugares com maior frequência de usuários, como, por exemplo, áreas históricas. (MONNET 2000)

Deste modo, pode-se definir que não há possibilidade de existir uma centralidade sem que esta seja acessível e sem que contenha um núcleo atrator, seja através de atividades econômicas ou sociais, já que, segundo Duarte (1974), a identificação desses locais centrais depende da identificação da convergência das atividades econômicas e sociais.

Para tanto, Spósito (1998) define dinâmicas que explicam a redefinição da descentralidade urbana, a localização dos equipamentos de serviços e comerciais em áreas periféricas ao centro redefinindo as relações e a estrutura tanto do centro quanto da periferia. As transformações econômicas determinam uma reestruturação das cidades, o uso de modais motorizados individuais, assim como a importância das atividades de lazer e consumo tendem a modificar a lógica de localização dos equipamentos destinados a estes fins (SPÓSITO, 1998).

Estas transformações ocorridas no espaço urbano são impulsionadas, segundo Spósito (1998), através da criação de novas áreas residenciais nas regiões periféricas das cidades, independente dos padrões de ocupação, a instalação de complexos de comércio e serviços, o surgimento de sedes empresariais e espaços para eventos. De certo modo, o que motiva a descentralização urbana é o próprio modo de expansão do território. Ou seja, com as distâncias de deslocamento cada vez maiores e o custo do solo central mais alto, há uma migração de atividades para as áreas periféricas, conseqüentemente impactando no tempo de viagens e na infraestrutura urbana necessária para suportar este fenômeno de descentralização.

Entretanto, não é apenas a função do espaço que define a descentralidade. Segundo Barreto (2010), as condições psicossociais presentes nestes espaços tendem a afirmar sua condição de descentralidade, seja através da qualidade dos espaços construídos ou da qualidade do espaço público disponível.

Para Reis (2007), este processo de descentralização surge em meados da década de 1920 e pode ser dividido em duas fases. A primeira abrange o período de 1920 a 1970 e tem a característica de núcleos secundários, que não chegam a alterar a estrutura do centro financeiro principal da cidade, mesmo variando em função e dimensionamento. O segundo momento, que inicia-se em 1970 e chega aos tempos atuais, possui uma forte característica policêntrica, tornando as novas descentralidades equivalentes ou superiores em importância sobre o centro de negócios tradicional (REIS, 2007).

Essa característica de policentralidade se dá, segundo Alves (2011), em função das dinâmicas econômicas ocorridas no local onde a população tende a se concentrar no entorno destes polos, assim como na Teoria dos Lugares Centrais de Christaller (1933). Isto, porém, na escala intra-urbana, gerando uma rede entre estas descentralidades urbanas (ALVES, 2011). Desse modo, faz-se necessário compreender além da relação no interior desses núcleos descentrais, mas o impacto da relação entre esses.

Para Barreto (2010), o surgimento de novas descentralidades se dá por meio do processo da constante reestruturação das cidades, com influência direta da possibilidade de acessibilidade a uma certa área, já que o fluxo de bens e pessoas direciona-se para novos espaços periféricos intensificados pelo volume elevado de tráfego nas áreas centrais tradicionais e que não possuem capacidade para absorver este fluxo, o que acarreta em um declínio das áreas centrais tradicionais das cidades (BARRETO, 2010).

Em termos gerais, para Serpa (2012), a descentralidade está diretamente relacionada com a alocação das atividades econômicas terciárias, e sofre influência direta da facilidade de acesso por parte da população e circulação livre nestes novos centros (SERPA, 2012).

Deste modo, as novas descentralidades seguem a influência da organização capitalista do final do século XX, formando cidades policêntricas, em que a área central tradicional da cidade é substituída por novos distritos de negócios (CBD –

Central Business District). Esses apresentam os mesmos atributos que outrora pertenciam à área central tradicional da cidade (REIS, 2007). Deste modo, são para estas áreas que se dirigem os fluxos, já que esse é o local de concentração do capital na cidade (SOUZA, 2009).

Assim, os CBDs podem ser definidos, segundo Souza (2009), como áreas em que há concentração de atividades econômicas com forte atração de consumidores de diversos pontos do espaço urbano (SOUZA, 2009)

Para Bird (1977) *apud* Barreto (2010) as cidades que possuem atributos históricos em seu centro tradicional, com morfologia urbana irregular e concentração de edificações históricas, os CBDs que outrora ocupavam estas localidades foram deslocados para áreas com morfologia e ocupação diferentes em função principalmente da adaptabilidade e acessibilidade desses novos locais. Desse modo, foram estabelecidas três categorias de áreas descentrais: as descentralidades orgânicas, que se desenvolvem devido as facilidades de acesso tanto motorizado quanto não motorizado; as descentralidades lineares; que ocorrem em vias com grande circulação de pessoas em diversos modais de transporte; e as descentralidades especiais; com características que o diferem do centro principal da cidade (BIRD 1977 *apud* BARRETO, 2010).

Assim surgem as descentralidades e os núcleos econômicos secundários, variando quanto à forma e função, sendo que podem ser representados por eixos comerciais, áreas especializadas ou sub-centros de comércio e serviços, porém sem que estes se sobreponham ao CBD principal da cidade. Formam, assim, uma rede de locais centrais em função da hierarquia (REIS, 2007). Tais características estão presentes na grande maioria das metrópoles brasileiras onde o centro financeiro principal (CBD) pode ou não estar localizado na área central tradicional da cidade, porém os sub-centros de comércio e serviços pulverizam-se por diversas áreas, principalmente em vias de grande acessibilidade e fluxo de pessoas.

Segundo Reis (2007), todas as áreas provenientes do processo de descentralização das atividades são consideradas núcleos secundários, pois

surgiram após a formação da área central tradicional. Porém nem todas essas áreas podem ser classificadas como sub-centros de comércio e serviços (REIS, 2007).

Desse modo, as descentralidades, ou centros funcionais, se organizam para atender uma demanda vinculada a uma área de abrangência em função do tipo de comércio e serviços presentes nessa área. Segundo Duarte (1974), a abrangência de uma descentralidade está relacionada com a frequência do consumo do bem ofertado. O comércio de consumo diário possui uma abrangência espacial menor, porém uma distribuição maior no espaço urbano; já o comércio frequente - caracterizado por loja de vestuários, drogarias, etc – tende a atuar em uma área maior, assim como o comércio de consumo pouco frequente, caracterizado por lojas de eletrodomésticos, móveis, etc. Por fim, o comércio de consumo raro, caracterizado por lojas especializadas para um público específico, como instrumentos musicais ou materiais odontológicos. Possuem uma grande abrangência espacial, porém em pequena quantidade.

Ainda segundo Duarte (1974), as descentralidades funcionais vão se caracterizar por presença de comércio e serviços de primeira necessidade, frequentes e pouco frequentes.

Assim, as descentralidades funcionais caracterizam pontos de convergência de pessoas a fim de satisfazer suas atividades cotidianas. Segundo Duarte (1974), esta convergência acarreta em problemas de mobilidade, o que exige atenção do planejamento urbano para estas áreas. Desse modo, pode-se definir que o uso de modais não motorizados tenderia a ser mais efetivo nesses espaços e suas áreas de abrangência, já que esses locais se caracterizam como áreas de serviço e comércio de bairro.

Há outra forma de descentralidade, porém, que, devido a suas características, apresenta uma relação mais estreita com grande parte das cidades, os eixos comerciais. Estes surgiram nas décadas de 1970 e 1980 nas metrópoles e cidades médias, segundo Souza (2009), inserindo atividades econômicas ao longo de vias com grande fluxo de veículos.

Esses eixos possuem as mesmas características das descentralidades funcionais, mas apresentando todos os tipos de atividades econômicas distribuídas ao longo dos mesmos. Em locais de maior densidade populacional encontram-se as atividades cotidianas, frequentes e pouco frequentes, e em áreas com menor densidade as atividades de consumo raro.

Sendo assim, é possível estabelecer a relação direta entre a atividade econômica e a cidade, segundo Souza (2009). A partir da saturação econômica de uma área, há um processo de pulverização de tais atividades para áreas periféricas e reconcentração destas nas novas descentralidades acarretando em uma nova estruturação do espaço urbano.

Devido a esta realocação das atividades econômicas para áreas próximas ao público consumidor, é possível definir estratégias baseadas nos deslocamento através de modais não motorizados em função da distância exigida para a realização das atividades cotidianas dessa população.

2.2.2.3 Polos Geradores de Viagens e Descentralidade Urbana: análise comparativa

Apesar das metodologias possuírem características semelhantes, quanto à organização espacial, áreas de abrangência e foco na população atendida, a descentralidade urbana engloba os Pólos Geradores de Viagens, pois são responsáveis pelo surgimento de novas descentralidades, como a implantação de um centro comercial, que influencia no surgimento de novas atividades, exercendo o mesmo poder de atração e distribuição apresentado pelas descentralidades.

Deste modo, pode-se considerar que os PGVs são partes integrantes das descentralidades não sendo possível dissociá-los dessas áreas. Para efeito da presente pesquisa, porém, a identificação das descentralidades, sub centros e eixos

centrais, atendem de forma mais satisfatória a proposta de implementação de sistemas de mobilidade não motorizados com enfoque em sistemas ciclovários, já que, diferentemente dos PGVs, as descentralidades apresentam uma gama maior de atividades de interesse e um poder de atração maior para um público diverso.

2.2.3. Escala Local

Após analisar a cidade como um todo, definindo os principais eixos de conectividade e os pontos de atração em uma escala de bairro, faz-se necessário verificar se essas conexões possuem a capacidade de receber as estruturas para o transporte não motorizado de modo a qualificar os deslocamentos.

Assim, para a leitura da escala local foram selecionadas duas metodologias que, tal como as da escala de cidade, possuem uma mesma origem metodológica, porém avaliam de modo diferente o espaço local. Ambas determinam o nível de serviço do espaço, entretanto, uma de modo quantitativo (Fruin, 1971), e outra de modo qualitativo (Sarkar, 1993 e Khisty, 1994).

Segundo Asadi-Shekari *et. al.* (2013), existem duas metodologias de avaliação do nível de serviços para o transporte não motorizado. O primeiro baseia-se em um modelo de capacidade de fluxo, e o segundo em um modelo das características da via.

O primeiro método tem como seu precursor Fruin (1971), que determina que o fluxo de pedestres está relacionado com a velocidade de deslocamento em função do espaço disponível para tal deslocamento, e o número de pessoas no espaço. Assim, quanto maior o número de pessoas no espaço, menor a velocidade e menor o espaço para realizar o deslocamento.

Para Asadi-Shekari *et al* (2013), o método de níveis de serviço evoluiu para outros métodos aprimorados por Sarkar (1993) e Khisty (1994), que classifica, a infraestrutura para o pedestre em seis níveis (onde “A” representa a melhor infraestrutura, e “F”, a falha da infraestrutura). Nesse método são avaliados o conforto, conveniência, os atrativos, a segurança, a continuidade, a proteção e a coerência do sistema. Henson (2000) propôs uma revisão destes métodos de níveis de serviço para pedestres, propondo fatores como conforto, conveniência, segurança, proteção e economia, baseado na revisão da literatura.

2.2.3.1 Nível de Serviço Quantitativo

A análise de nível de serviços (NS) teve sua origem na engenharia de tráfego a fim de avaliar a capacidade do sistema viário para comportar o fluxo de veículos automotores, segundo Yuassa (2008). Desde a década de 1950 tal metodologia tornou-se atrativo aos planejadores de tráfego com a finalidade de narrar a conjuntura de funcionamento dos sistemas de vias.

Segundo Fruin (1971), o conceito de *Level of Service* (LOS) tinha como principal objetivo avaliar a capacidade do sistema viário por parte da engenharia de tráfego, a fim de planejar tal sistema de modo a evitar a ocorrência de congestionamentos. Desse modo, em 1965 foi desenvolvido o *Highway Capacity Manual* (HCM), segundo Fruin (1971) e Yuassa (2008), a fim de padronizar medidas qualitativas, tendo por base o volume de tráfego e a qualidade do espaço disponível aos motoristas, classificando-as em seis níveis de serviços, dando origem a tal metodologia.

Segundo Yuassa (2008), a metodologia de nível de serviços sofreu várias adaptações ao longo dos anos, sendo que na década de 1990 foram apresentados novos parâmetros metodológicos. Como resultado surgiu um interesse global pelo método de avaliação, culminando em adaptações do *Highway Capacity Manual* (HCM) para atender tal demanda que surgia (YUASSA, 2008).

Entretanto, o método descrito no *Highway Capacity Manual* de 2000, segundo Yuassa (2008), compõe-se basicamente da avaliação do tempo médio de viagem em função das interrupções do deslocamento, apresentando, desse modo, poucas alterações em relação ao proposto na década de 1970.

O método, originalmente, baseia-se no cálculo do volume de tráfego presente em um determinado segmento de via, onde são avaliadas quantas unidades de veículos deslocam-se por um determinado ponto em um período determinado de tempo.

Para Polus *et. al.* (1983), de maneira geral, verificar o volume de tráfego relacionado com a densidade e velocidade do deslocamento pode ser considerado um ponto importante de avaliação, pois, desse modo é possível compreender qualquer fenômeno de fluxo de tráfego. Isso porque são parâmetros de fácil leitura e coleta, além de apresentarem uma relação que tende a facilitar o entendimento do mecanismo de fluxo (POLUS *et. al.*, 1983).

Essa relação aplicada à lógica do pedestre, segundo Polus *et. al.* (1983), comprovara relação entre velocidade e densidade nas vias, pois quanto menor a densidade de pedestres, maior a velocidade de deslocamento (POLUS *et. al.*, 1983). Assim, o dimensionamento do espaço para pedestres que possibilite o deslocamento livre, com menor número de conflitos e barreiras, propicia ao usuário uma velocidade maior e constante de deslocamento, sendo que tal lógica pode ser aplicada a qualquer modal de transporte, como o ciclovário.

Segundo Polus *et. al.* (1983), diversos estudos compuseram a definição de nível de serviço para pedestres baseados nos intervalos de passagem por uma área definida. Entre esses se apresenta o estudo de Fruin (1971), verificando a possibilidade de deslocamento em velocidade normal, a possibilidade de conflitos entre pedestres seguindo no mesmo sentido e em sentido contrário (POLUS *et. al.*, 1983).

Entretanto, a metodologia desenvolvida por Fruin (1971) apropriou-se do modelo de cálculo desenvolvido pela engenharia de tráfego, adaptando-o a realidade do deslocamento a pé. Contudo, para que tal adaptação fosse possível, Fruin (1971) produziu estudos sobre fatores fisiológicos e psicológicos dos pedestres, como características antropométricas dos indivíduos e questões relacionadas ao conforto em função da proximidade entre os pedestres, além de realizar análises biomecânicas verificando o comportamento do corpo humano ao deslocar-se por vias, passagens e escadas.

Desse modo, segundo Silva (2008), Fruin (1970) pode basear-se no deslocamento com liberdade de escolha de rota e velocidade de movimento, em que há possibilidade de passagem de um pedestre sobre outro mais lento, a facilidade de alterar a rota ou evitar obstáculos de qualquer natureza, em áreas com grande concentração de pedestres.

Assim, Fruin (1971) apresentou a medida quantitativa de avaliação de desempenho para calçadas, baseada na capacidade dessas estruturas em receber o volume de tráfego de pedestres, sendo que o conceito dessa medida de desempenho foi o mesmo aplicado, segundo Khisty (1995), pelo *Highway Capacity Manual* (HCM) em 1985, similares às utilizadas pelo fluxo veicular.

Desse modo, avalia-se a velocidade média de deslocamento - essa apresentada pela distância percorrida dividida pelo tempo de deslocamento - a densidade média apresentada pelo número de usuários dividido pela área disponível, sendo que o volume será o resultado da multiplicação da velocidade média com a densidade média.

Assim, tem-se a composição da fórmula clássica para a concepção de estruturas para o tráfego de veículos, determinando o volume de tráfego em determinada seção de via a fim de propor e projetar alterações em função desta variável.

$$\text{Volume de Tráfego} = \text{Velocidade Média} \times \text{Densidade Média}$$

Volume de Tráfego = (Distância / Tempo) X (Usuários / Área)

O volume de tráfego, que segundo Fruin (1971), aplica-se na verificação da quantificação de unidades, veículos, traspassando um determinado ponto em relação a um período de tempo específico. Para a aplicação para pedestres surge a variável do dimensionamento da estrutura destinada a esses, o número de unidades em função do tempo. Desse modo, Fruin (1971) considera o fluxo como a característica mais relevante para o tráfego de pedestres, já que é através dele que o dimensionamento (largura) da via pode ser ajustado, pois dimensões inadequadas ao movimento de pessoas tendem a limitar o fluxo de pedestres (Fruin,1971).

Para tanto, Fruin (1971) utilizou a razão entre a velocidade de deslocamento dos pedestres pela área destinada aos mesmos, para calcular o volume de pedestres (figura 17), desse modo demonstrando a relação entre velocidade de deslocamento e o dimensionamento da estrutura destinada aos pedestres. Assim atende as expectativas para o desenho com qualidade das calçadas, já que Fruin (1971) considera o volume de pedestres o principal parâmetro para o desenho de rotas para pedestres.

Figura 17 - Fórmula volume de pedestres

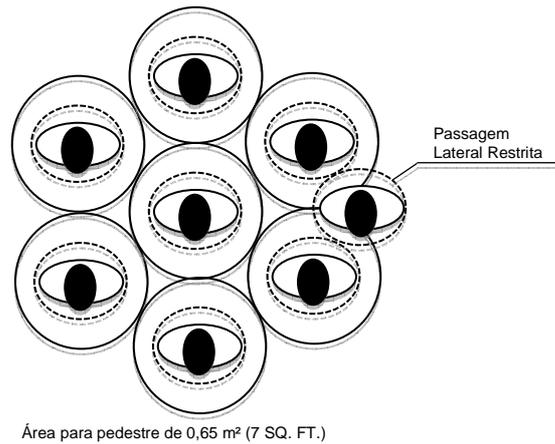
$$\text{Ped. Volume} = \frac{\text{Velocidade Média Ped. (pés por minuto)}}{\text{Área Média Ped. (pés quadrados por Ped.)}}$$

$$P = \frac{S}{M}$$

Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Desse modo, Fruin (1971) estabeleceu o padrão de nível de serviço para pedestres, o qual é dividido em seis níveis, sendo o nível “A” como melhor condição de deslocamento e o nível “F” como pior situação, passando por uma escala gradativa representada pelas letras B;C;D;E.

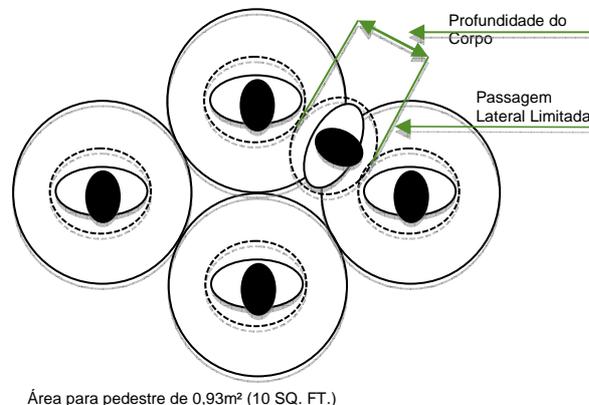
Figura18 - Simulação de Filas de Pedestres – Raio 18”



Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A figura 18 demonstra um desses conflitos possíveis durante o deslocamento, quando a distância entre os pedestres é insuficiente, o que lhes impossibilita alterar sua rota ou mesmo cruzar em sentido oposto aos que se deslocam de modo compacto.

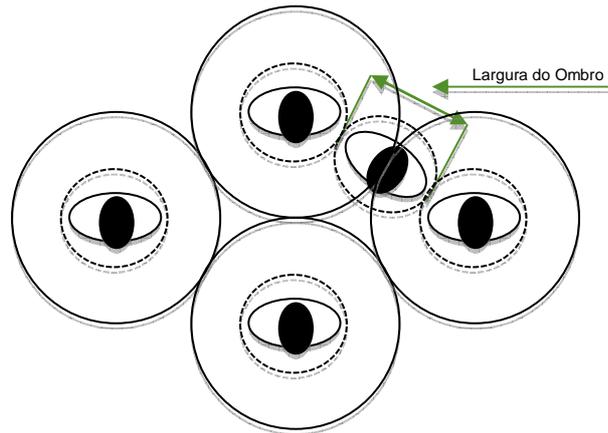
Figura19 - Simulação de Filas de Pedestres - Raio21”



Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Já a figura 19 demonstra que mesmo com um espaçamento maior que a figura 18 - de $0,65\text{m}^2$ para $0,93\text{m}^2$ - a impossibilidade de deslocar-se de modo natural segue sendo comprometida.

Figura20 – Simulação fila de Pedestres - Raio 24”



Área para pedestre de 1,20 m² (13 SQ. FT.)

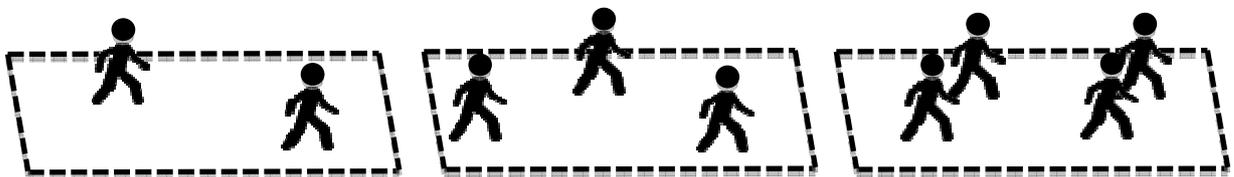
Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A figura 20, entretanto, apresenta a dimensão mínima para que os conflitos entre os pedestres sejam solucionados, ainda que de modo limitado, sendo que esta dimensão remete ao nível de serviço "D" proposto por Fruin (1971).

Para o nível "A", Fruin (1971) definiu que cada pedestre deve possuir um espaço para deslocar-se de 3,5m², suficiente para que não haja conflitos com os demais pedestres e eventuais obstáculos ao longo da rota.

Já no nível "B" é proposto um espaço entre 2,32 e 3,5m² por pedestre e o nível "C" entre 1,39 e 2,32 m². Esse primeiro grupo de níveis de serviços (de "A" a "C") apresenta menor possibilidade de conflitos durante o deslocamento, conforme figura 21, porém a velocidade de deslocamento é reduzida conforme a escala decresce.

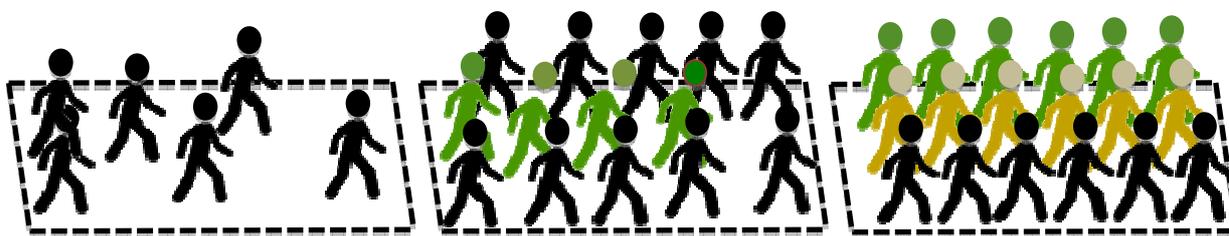
Figura21 - Distância entre pedestres Níveis A, B e C



Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Os níveis "D", "E" e "F" preveem uma área entre 0,93 e 1,39 m², 0,46 e 0,93 m² e menor que 0,46 m². Neste caso, percebe-se a diminuição da capacidade dos pedestres deslocarem-se livremente (figura 22), em velocidade constante e habitual sem interrupções ou conflitos.

Figura22 - Distância entre pedestres Níveis D, E e F



Fonte: FRUIN, 1971, adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Para tanto, apropriando-se da lógica de cálculo utilizada para tal dimensionamento para veículos, pode-se utilizar como parâmetro de dimensionamento a velocidade média de um ciclista multiplicado pela velocidade de reação do mesmo a uma interrupção.

Esta velocidade de reação, descrita por Balbinot *et. al.* (2011), que avalia o tempo de entre a percepção do obstáculo e a reação do motorista, é de 2,5 segundos (BALBINOT *et. al.*, 2011). Assim aplicando a mesma lógica de reação ao ciclista, considerando o deslocamento a uma velocidade de 5 m/s (18 km/h), necessitaria de um espaço 2,5 vezes maior para reagir. Desse modo, pode-se considerar que a distância entre ciclistas deveria ser superior a 12,5 metros.

Embora Fruin (1971) afirme que o objetivo primordial ao se planejar uma área para pedestres deve ser a segurança tanto pública quanto de trânsito, a comodidade, o conforto, a continuidade do trajeto, a coerência do sistema e a atratividade do meio urbano, não são quantificados pelo autor em seu estudo.

Tais qualidades do espaço público para o desenvolvimento dos deslocamentos a pé produzem o mesmo efeito ao transporte cicloviário, já que a relação do ciclista com o ambiente urbano possui maior concordância com o deslocamento a pé que com o transporte motorizado, em virtude da velocidade apresentada por ambos que aumenta a percepção do espaço urbano.

Para a presente pesquisa, os aspectos humanos da relação do transporte não motorizado com o meio urbano apresentam maior relevância para induzir o usuário a optar por deslocar-se por meio destes modais de transportes.

Desse modo, segundo Dandan *et. al.* (2007), a organização dos espaços destinados aos deslocamentos por bicicleta, veículos automotores e a pé propiciam menor interferência entre os modais de transporte.

A segregação dos transportes de fato reduz a possibilidade de conflito. Entretanto, a metodologia de nível de serviço traz com clareza o espaçamento ideal para veículos automotores e pedestres, um dos focos da presente pesquisa. Já para o transporte cicloviário não há uma referência clara na abordagem de Fruin (1971) quanto a dimensionamento ideal.

Assim, os métodos qualitativos de nível de serviço, que serão abordados na sequência da presente pesquisa, apresentam-se como alternativa a essa deficiência, sendo que expõem maior conexão com a escala humana da cidade e relação direta com o usuário do espaço urbano.

2.2.3.1 Nível de Serviço Qualitativo

A metodologia de níveis de serviço originalmente estabelece uma relação entre velocidade, tempo de viagem e tempo de espera em interseções. Porém para a aplicação do referido método a realidade do movimento de pedestres e ciclistas faz-se necessária a compreensão da complexa relação do pedestre com o nível de conforto da infraestrutura disponível para este fim (SINGH; JAIN, 2011).

Assim como para Ferreira e Sanches (2001), os métodos de avaliação de calçadas através do nível de serviços, os trabalhos mais antigos consideram apenas aspectos quantitativos. Já os mais atuais consideram, além do movimento de pessoas, a relação com o espaço urbano e a percepção do usuário. Todavia, poucos consideram a relação entre os modais não motorizados, ambiente urbano e qualidade efetiva do local de circulação.

Segundo Khisty (1995), Fruin (1971) recomenda a avaliação de fatores ambientais que contribuem com a percepção do usuário do espaço urbano - consequentemente no Nível de Serviço da estrutura - tais como conforto, conveniência, segurança e atratividade. Entretanto, o autor não orienta a utilização de tais indicadores, tampouco o modo de medi-los.

Para Khisty (1995), os fatores relativos ao ambiente urbano são de suma importância ao se tratar de transporte não motorizado, neste caso a pé, pois o pedestre, ao contrário do motorista de veículos automotores, não apresenta praticamente nenhum controle sobre a maioria dos fatores ambientais, como ,a segurança - tanto de trânsito quanto pública -, ou conforto.

Entretanto o método HCM de 2000 seguiu, em sua essência, a mesma composição do indicador proposto 29 anos antes por Fruin (1971), que, segundo Yuassa (2008), baseia-se no comportamento de parte de uma via em relação à velocidade média de viagens e o número de interrupções.

Assim, um método relativamente simples para avaliar estruturas destinadas a pedestres, segundo Khisty (1995), deve ser baseado em aspectos ambientais observados por grupos independentes que possuem conhecimento sobre as situações cotidianas do espaço.

Segundo Silva (2004), apesar do método de nível de serviço apresentar-se de maneira simples e possuir sua aplicação amplamente difundida, deixa de considerar fatores relevantes para uma análise detalhada tanto da qualidade das calçadas quanto para o movimento de pedestres. Deste modo, para a aplicação de tal metodologia na avaliação da qualidade de vias peatonais e ciclísticas, faz-se necessária a determinação de variáveis que condicionam o espaço urbano para que tais modais de transporte fluam de modo satisfatório por parte dos usuários.

Para tanto, Khisty (1995) pondera que a avaliação dos fatores ambientais deve ser realizada através de variáveis adequadas, com o intuito de fornecer um

nível de serviço qualitativo do espaço em avaliação. Esse por sua vez, complementar ao nível de serviço quantitativo (KHISTY, 1995). Entretanto, para a presente pesquisa, a qualidade do espaço é tratada como um atrativo aos deslocamentos não motorizados, o que, de certa forma induziria um incremento no número de usuários das estruturas tratadas. Neste caso, o fator quantitativo do nível de serviço perderia sua relevância em um período de tempo relativamente curto.

A metodologia de avaliação do espaço urbano por meio de níveis de serviço qualitativo pode apresentar-se como modo de acompanhar e comparar o desempenho de tais instalações, segundo Khisty (1995), indicando a melhor alocação de recursos públicos para qualificação e alterações do ambiente urbano.

Desse modo, as metodologias de Khisty (1995) e Ferreira e Sanches (2001) vão de encontro ao processo de qualificação do ambiente urbano, já que, segundo Yuassa (2008), ambas possuem como objetivo principal avaliar de modo qualitativo o desempenho das estruturas destinadas a pedestres.

Assim, Khisty (1995) propõe como medidas de desempenho das estruturas sete variáveis: a atratividade, o conforto, conveniência, a segurança, tanto pública quanto de tráfego, a coerência do sistema e a continuidade do sistema.

A atratividade pra Khistu (1995) abrange os fatores psicológicos dos usuários com relação ao ambiente, explorando potenciais como o prazer, o interesse e a exploração. Já o conforto se baseia nas proteções contra as intempéries, controle térmico, abrigos projetados, condição das calçadas, limpeza da rota, espaços para sentar, incluindo fatores como ventilação, ruídos, vibrações, odores e aglomeração de pessoas.

A conveniência aborda itens como condição da rota, representada pela presença de rampas para vencer obstáculos, rotas desobstruídas e diretas, presença de infraestrutura para o deslocamento de pedestres com deficiência. No item segurança são tratados os fatores de conflitos entre pedestres e os demais modais de transporte, em que a facilidade de deslocar-se livremente é considerada

um item de segurança, mesmo em vias de alto fluxo o projeto da estrutura para pedestres é parte vital para a segurança dos mesmos (KHISTY, 1995).

No caso da segurança pública, Khisty (1995) propõe a existência de instalações que propiciem tanto ao público quanto aos órgãos de segurança pública linhas de visão desobstruídas, iluminação pública, poucas áreas de esconderijo, vigilância eletrônica. Associada a vitalidade urbana, a sensação de segurança do usuário tende a aumentar.

O sistema da coerência baseia-se nas imagens mentais do espaço criados pelos pedestres e de importante papel para a compreensão do espaço (Khisty , 1995), utilizada a percepção do usuário de pontos de orientação para deslocar-se por uma rua desconhecida, em que a ausência deles acarreta na distorção das distâncias a serem percorridas e na vivência do pedestre com o ambiente urbano.

Por fim, o sistema de continuidade proposto por Khisty (1995) possui o papel de unificar os demais itens mencionados, de modo a atribuir coesão do ambiente urbano. Tal, neste caso, torna-se relevante para a sinergia entre modais afetando diretamente a eficiência do sistema destinado aos pedestres.

Apesar da metodologia de Khisty (1995) poder ser aplicada através da leitura direta do ambiente urbano, algumas das variáveis propostas necessitam de interação direta entre pesquisador e utilizador do sistema, como o sistema de coerência baseado no imaginário do usuário. Desse modo, para a presente pesquisa alguns dessas variáveis serão suprimidas ou desconsideradas. Entretanto, a metodologia proposta por Ferreira e Sanches (2001) apresenta uma gama de variáveis que possibilitam a leitura direta do ambiente por parte do pesquisador, tendo apenas a ponderação das variáveis baseada na percepção do usuário.

Ferreira e Sanches (2001) estabelecem a metodologia de nível de serviço qualitativo baseada em cinco itens a serem avaliados: a segurança, a seguridade, a manutenção, a largura efetiva e a atratividade.

Essa metodologia baseia-se, segundo Ferreira e Sanches (2001), em questões relacionadas à dificuldade de tratamento das questões relacionadas com a qualidade dos espaços urbanos, propondo um instrumento de fácil aplicação e de baixo custo, seguindo as premissas da proposta de Khisy (1995).

Contudo, a possibilidade de quantificar a qualidade de espaços destinados aos pedestres permite ao planejador identificar as áreas em que os utilizadores desse espaço estão propícios a riscos ambientais e de segurança, segundo Ferreira e Sanches (2001). Desse modo, permite-se a intervenção em locais pontuais qualificando o sistema como um todo.

Para tanto, as variáveis propostas pelos autores graduam-se em um intervalo numérico de 5 (cinco) para a melhor situação e 0 (zero) para pior, diferente da graduação proposta por Fruin (1971), variando de “A” a “F”, e da escala proposta por Khisty (1995) de “A” a “E”.

No aspecto segurança, Ferreira e Sanches (2001) referenciam a possibilidade de conflitos entre pedestres e outros modais de transporte sobre as estruturas destinadas a pedestres, calçadas protegidas e segregadas, atendendo os maiores níveis de qualidade e calçadas compartilhadas ou inexistentes os menores níveis.

Já no aspecto manutenção, propõe-se a avaliação da qualidade do piso, a coerência deste com o uso proposto, além da possibilidade de poucas variações e irregularidades. A seguridade - segurança pública - engloba itens como vitalidade urbana, seguindo as premissas de Jacobs (1960), paisagem urbana amigável e presença das forças de segurança ostensivamente no local.

A variável largura efetiva aborda os aspectos relacionados ao dimensionamento das calçadas, considerando larguras livres superiores a 2m para o deslocamento como ideal. Entretanto, considerar a densidade de fluxo nesta variável possibilitaria maior assertividade para a proposição de melhorias e qualificação do sistema.

Por fim, há a atratividade, relacionada com os aspectos visuais e estéticos do ambiente, seguindo as premissas de Gehl (2011), em que aspectos paisagísticos e de vitalidade urbana tornam o espaço urbano mais atrativo aos utilizadores de modais de transportes não motorizados.

Neste contexto, a qualidade do espaço público externo torna-se crucial para as diversas demandas que está destinando a receber (atividades das diversas faixas etárias), assim como o movimento de pessoas com os mais variados propósitos.

Para Monteiro e Campos (2012), os espaços destinados ao transporte não motorizado devem propiciar maior conforto e segurança para seus utilizadores, assim como para Ferreira e Sanches (2001), Khisty (1995) e Fruin (1971) estes espaços devem garantir conforto, segurança, tanto pública quanto urbana, coerência das rotas e vitalidade urbana.

Desse modo, a presente pesquisa utilizará alguns dos aspectos propostos por Ferreira e Sanches (2001), por sua fácil aplicação, propondo, em certos casos, atualizações e alteração das variáveis para que enquadrem-se na realidade da dinâmica urbana atual, além de satisfazerem a relação entre os modais não motorizados, ciclistas e pedestres.

O aspecto segurança, que considera de melhor nível as vias exclusivas para pedestres, tende a diminuir o aspecto seguridade. Isto porque a presença de pessoas no ambiente urbano geralmente aumenta a segurança pública do local e a coexistência entre modais. Com compatibilização de velocidade de circulação gera-se um incremento neste aspecto, como as “zonas 30”, onde a velocidade de ciclistas e veículos automotores é compatível, diminuindo o risco para tais utilizadores do espaço, além de possibilitar uma relação mais direta do motorista com o ambiente urbano.

A variável dimensionamento e manutenção, no caso da presente pesquisa, será avaliada seguindo as premissas propostas. Entretanto será dada ênfase nos

critérios comuns ao modal cicloviário, como a atratividade visual e aspectos de vitalidade urbana.

As metodologias qualitativas de nível de serviço possuem um grande potencial para o planejamento de rotas atrativas aos usuários de modais não motorizados. É possível, através dessas, qualificar espaços de modo a atrair um maior número de usuários para estas estruturas, assim ocorrendo a migração dos modais motorizados ao não motorizados

2.2.3.1 Nível de Serviço Quantitativo e Nível de Serviço Qualitativo, análise comparativa

As metodologias de nível de serviço, tanto qualitativa quanto quantitativas, surgem da necessidade da compreensão da dinâmica dos pedestres com o espaço público. Também da necessidade desses em utilizar as rotas peatonais, não importando a qualidade e dimensionamento adequado ao uso que esse se propõe. Assim, se por um lado o método quantitativo avalia a capacidade de fluxo de um sistema, o qualitativo avalia aspectos que influem diretamente na utilização ou não de determinada estrutura.

Gehl (2011) traz a possibilidade de uso do espaço urbano por pedestres independente da qualidade do mesmo. Esta qualidade influencia diretamente na vitalidade do espaço, que deixa de ser apenas um local de passagem, tornando-se lugar para as relações sociais, conseqüentemente aumentando a presença de pessoas nas ruas e a segurança desses espaços.

O dimensionamento e capacidade do sistema de calçadas são de suma importância para comportar o possível volume de tráfego nestes locais. Entretanto,

um espaço urbano sem vitalidade tende a ser evitado devido à sensação de insegurança que o mesmo transmite ao usuário.

Desse modo, o método de nível de serviço qualitativo, avaliando a qualidade da infraestrutura e do espaço urbano, possibilita a leitura e a proposição de alteração dos locais, a fim de atrair o maior número de usuários para estas estruturas, seja através da utilização do deslocamento a pé ou por bicicleta.

Assim, a presente pesquisa pretende utilizar o método de nível de serviço qualitativo (*level of service*) a fim de determinar a capacidade da infraestrutura presente na área de estudo para o fluxo de pedestres e ciclistas, associado à avaliação técnica da qualidade da estrutura presente para a realização dos deslocamentos e pela avaliação da qualidade do ambiente urbano.

3. METODOLOGIA

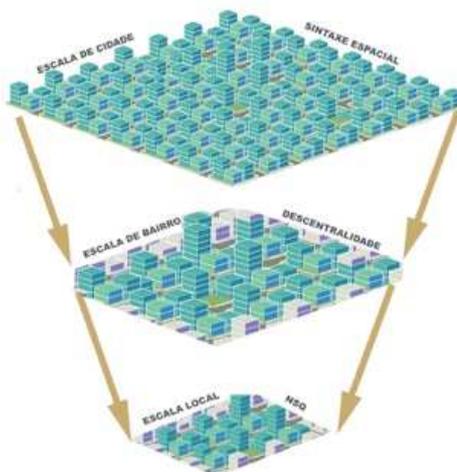
Neste capítulo serão descritos os critérios adotados para a aplicação das metodologias selecionadas no capítulo anterior, de modo a apresentar o recorte necessário a presente pesquisa, identificando as principais variáveis e condicionantes que compõem o cenário urbano a ser avaliado para a implementação de infraestrutura pertinente a mobilidade não motorizada, assim como o incentivo a população na migração dos modais motorizados para os não motorizados.

Para tanto, o método será dividido em três partes, referenciando as três escalas de leitura do espaço urbano propostos na presente pesquisa. a primeira etapa será a de aplicação da metodologia da sintaxe espacial, a fim de identificar os principais eixos de conectividade da cidade de Porto Alegre.

A segunda etapa será o recorte de determinada área em função da leitura do grafo gerado pelo aplicativo, determinada em qual eixo será aplicada a metodologia de descentralidade, recortando a área com maior atratividade de usuários do espaço urbano.

Por fim, através do recorte selecionado para a metodologia de descentralidades será aplicada, em uma porção dela, a metodologia de nível de serviços qualitativo a fim de verificar a qualidade do espaço para o transporte não motorizado e seu poder de atratividade.

Figura 23 - Escalas de leitura do Ambiente Urbano



Fonte: LANZIOTTI, 2016.

3.1. PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS.

Nesta seção será exposto o modo como cada metodologia será aplicada e sua relação com a escala de análise, a fim de possibilitar ao leitor a compreensão global destas relações e da dinâmica entre as metodologias propostas pela presente pesquisa.

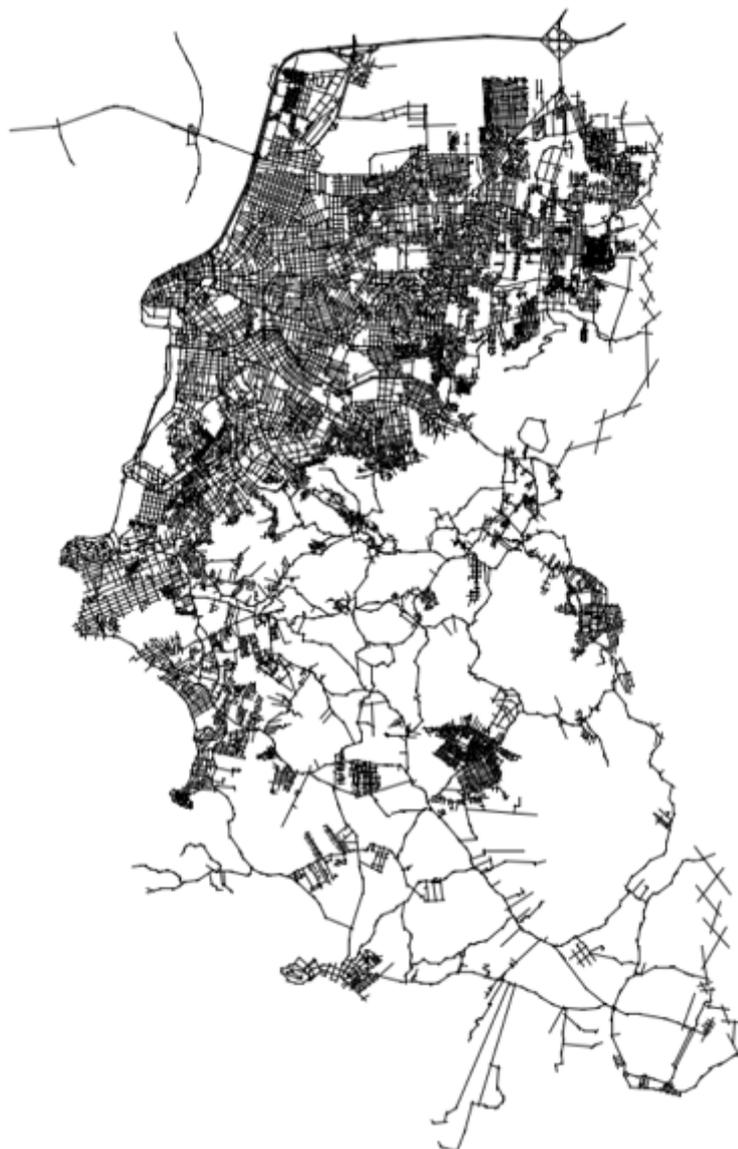
3.1.1. Escala de Cidade – Sintaxe Espacial

Ao propor-se uma análise voltada ao sistema de mobilidade urbana para uma determinada cidade, faz-se necessário compreender a relação dos sistemas de vias como um todo, avaliando a morfologia urbana que conforma tal sistema. É a escala de cidade que possibilita a identificação dos principais eixos conformadores do espaço urbano, que demonstram o ordenamento e indicam os sentidos de expansão do território.

Para que tal leitura seja possível, de modo prático e direto, a sintaxe espacial apresenta-se como uma metodologia objetiva, onde, com o auxílio de softwares computacionais - Mindwalk, Dephtmap -, relativamente simples no aspecto de aplicação e leitura das informações resultantes dos outputs do aplicativo utilizado. Essa informação, expressa de dois modos - gráfico e estatístico -, possibilita uma leitura direta dos principais eixos estruturadores que compõem o sistema viário da cidade, além de apresentar uma leitura quantitativa dessa estrutura demonstrando o grau de importância de um eixo sobre os demais.

Assim, para que seja possível aplicar a metodologia citada, faz-se necessário a utilização de uma base cartográfica que contenha o conjunto de linhas axiais obtidas através do sistema viário da cidade. A base obtida para a aplicação da presente pesquisa é composta por 11.004 linhas axiais.

Figura 24 - Mapa axial cidade de Porto Alegre 11.004 linhas axiais



Fonte: MindWalk, adaptado por LANZIOTTI, 2016

A análise desta base se apresentará de dois modos, dados gráficos em escala de cores variando de azul a vermelho, demonstrando os eixos menos e mais integrados respectivamente. Esta representação permitirá compreender o funcionamento do sistema urbano, segundo Hillier (1996). Além da representação gráfica, obter-se-á um matiz numérico que possibilitará a análise quantitativa de cada um dos eixos representados graficamente.

Para definir qual área de Porto Alegre será avaliada com as demais metodologias, será gerado o grafo da cidade através do parâmetro global (R_n), que avalia a relação topológica entre todos os eixos axiais que compõem a base. Desse modo será possível identificar os principais eixos de movimento natural, seguindo a metodologia de Hillier (1993).

A fim de possibilitar uma leitura mais clara e comparativa, será selecionado um eixo de destaque em relação aos demais presentes nas imediações, não necessariamente o que apresentar maior valor de integração perante o sistema como um todo. Assim será possível verificar o quanto tal segmento é essencial para determinada região. Caso fosse avaliada uma área em que todos os eixos possuíssem valores de integração aproximados, ficaria comprometida a relevância do segmento escolhido para a análise.

Após a leitura e seleção do eixo mais relevante em relação aos demais, será gerado o grafo parametrizado localmente (R_4), a fim de visualizar a influência de tal eixo na escala de bairro. Isto propicia uma maior assertividade na identificação das possíveis descentralidades, já que através da integração local (R_4) são avaliadas as relações entre os eixos com até, neste caso, quatro passos topológicos. Isto, apesar de não representar uma distância métrica, engloba de modo geral a influência de um determinado eixo a uma área limítrofe ao mesmo.

3.1.2. Escala de Bairro – Descentralidade Urbana

Com a determinação através da sintaxe espacial da área potencial para o desenvolvimento da mobilidade urbana através do transporte não motorizado, o recorte será caracterizado por uma fração do eixo que apresentar a descentralidade de maior atratividade dentro da área urbana.

Essa descentralidade, devido a sua abrangência, apresentará sua influência na escala de bairro, essencial para a mobilidade não motorizada devido as

possibilidades de deslocamento apresentadas pelos modais objeto de análise da presente pesquisa.

A escala de bairro não faz referência a unidade administrativa propriamente dita, mas a porção territorial a qual a descentralidade exerce sua influência direta. Por este motivo que tal caracterização será realizada considerando os preceitos descritos por Duarte (1974), acerca da caracterização das atividades econômicas existentes no determinado eixo.

Desse modo, será possível identificar através de imagens a diversidade urbana necessária para que essa área se caracterize como uma descentralidade e demonstre o potencial de atração à população incluída em sua área de abrangência.

A abrangência analisada será em função do tipo de oferta de serviços e comércio disponíveis na área, levando em consideração a descrição de Duarte (1974), verificando a existência de comércio frequente e de consumo diário, caracterizados por varejo de pequeno porte e comércio vicinal.

3.1.3. Escala Local – Nível de Serviço Qualitativo

Definido o recorte do bairro, será aplicada a metodologia de nível de serviço qualitativo em uma porção da área indicada, selecionada em função da variedade de usos e da vitalidade urbana.

Na escala local, o nível de avaliação é realizado do ponto de vista do utilizador, ou seja, os aspectos de análise estão diretamente relacionados com as condições disponíveis para que as atividades cotidianas ocorram de modo confortável para a população usuária do espaço.

A avaliação em escala local possibilita aos gestores públicos programarem ações pontuais de intervenção no território, potencializando a área ou desqualificando a mesma. Portanto, é nesse nível de análise que as ações efetivas

devem ser planejadas a fim de qualificar o espaço urbano para o desenvolvimento dos deslocamentos por meio dos modais de transporte não motorizados.

Com a definição dessa área, serão avaliadas as variáveis propostas por Ferreira e Sanches (2001), verificando a infraestrutura para os pedestres e aspectos de qualidade espacial compartilhados com o transporte cicloviário, em que a atratividade do ambiente urbano exerce influência na escolha pelo modal de transporte. A infraestrutura cicloviária pode ser inserida no espaço urbano independentemente do dimensionamento da caixa viária, haja vista que sua priorização sobre o modal motorizado tem sido exercida nas principais cidades do mundo. Entretanto, a presente pesquisa não considerará a etapa de entrevistas prevista na metodologia supracitada devido a limitação de recursos para tal aplicação.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO DE CASO.

Nesta seção será caracterizada a área de estudo. Por tratar-se da utilização de metodologias em várias escalas (cidade, bairro e local), a caracterização será dividida do mesmo modo. Em um primeiro momento será apresentada a cidade; após a aplicação da metodologia da Sintaxe Espacial será realizado o recorte de uma área específica. Essa área, em escala de bairro, será apresentada previamente a aplicação da metodologia de descentralidade. Por fim será realizado um recorte dessa descentralidade em que será aplicada a metodologia de nível de serviço qualitativo.

A cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, objeto de estudo da presente pesquisa, possui um plano diretor cicloviário, que teve seu início em 2006 e sua entrega em setembro de 2008, conforme consta no próprio relatório. Entretanto, somente foi aprovado em julho de 2009. O plano prevê 495 km de ciclovia com uma projeção de 300 mil viagens dia em 2022, de acordo com o site da prefeitura de Porto Alegre.

Dos 495 km propostos pelo estudo, porém, apenas 22,30 km foram concluídos, também segundo dados apresentados no site da prefeitura; e 38,15 km estavam previstos para a Copa do Mundo de Futebol de 2014, totalizando 60,45 Km, aproximadamente 12% da proposta.

Passados oito anos do estudo apresentado - e seis anos para a projeção do número de viagens - as ciclovias existentes e previstas tendem a tornar-se defasadas ou insuficientes, pois a dinâmica urbana se altera em função do tempo, novos empreendimentos são inseridos no meio urbano, novos subcentros desenvolvem-se, novos PGVs são implantados.

Desse modo, o planejamento realizado em 2008 necessitaria de revisão, pois, em teoria, os planos urbanísticos devem ser revistos a cada dez anos, inclusive o Plano Diretor segundo Doutrina do Ministério Público do Estado do Rio Grande Do Sul.

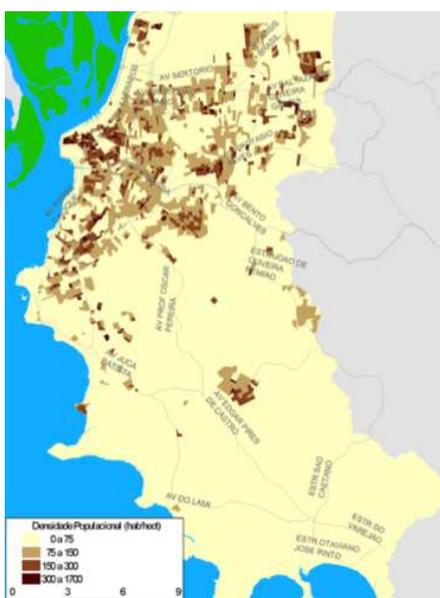
Tal revisão, nesse caso, deverá ser realizada no ano de 2019. Entretanto, o diagnóstico realizado para a proposta, em sua maioria, poderá ser utilizado como base para essa revisão, já que muitos dos dados que ali apresentados fazem referência a condições estáticas do território. As variações a serem consideradas tem por base a dinâmica social do ambiente urbano e o público alvo da infraestrutura proposta.

Essas condicionantes presentes no diagnóstico do Plano Diretor Cicloviário de Porto Alegre serão utilizadas para apresentar a área de estudo, já que o mesmo possui uma riqueza de dados e análises pertinentes a presente pesquisa.

A cidade de Porto Alegre possuía uma população de 1.476.867 habitantes em 2015 (IBGE, 2016). Entretanto, segundo, PMPOA (2009), a densidade populacional apresenta-se de modo desproporcional, pois a área central da cidade possui maior densidade. Assim, conforme há afastamento desse local, a densidade declina.

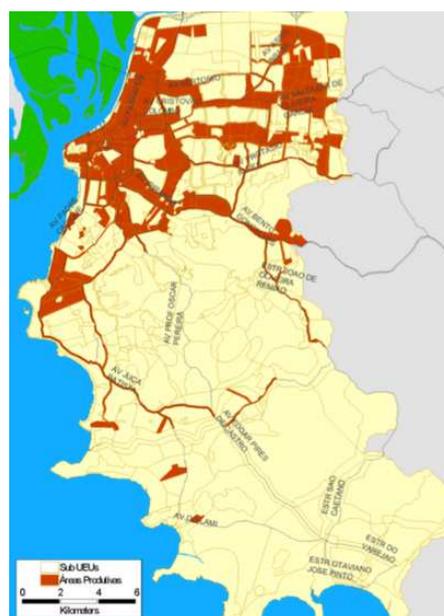
A densidade urbana (figura 25) exerce importante papel na sustentabilidade dos sistemas de mobilidade, principalmente o transporte público. Conseqüentemente, os modais não motorizados, complementares ao transporte público, dependem de uma densidade coesa para o aproveitamento pleno da infraestrutura disponível para tais modais.

Figura 25 - Densidade Populacional Porto Alegre



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Figura 26 - Áreas com concentração de atividades econômicas.



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Outro aspecto relevante apontado pelo PDC de Porto Alegre trata-se do apontamento das áreas de maior concentração de atividades econômicas, representado pela figura 26. As características vistas na análise da densidade urbana repetem-se no âmbito da localização: as áreas centrais e eixos principais apresentam maior concentração de atividades econômicas.

A distribuição de atividades educacionais e culturais segue apresentando as mesmas características de concentração apresentadas nas figuras 25 e 26. No caso das atividades educacionais, mesmo havendo uma maior oferta no centro e sua periferia, há pulverização para áreas mais afastadas do centro, principalmente escolas e creches, conforme PDC de Porto Alegre, representados pelas figuras 27 e 28.

Figura 27 - Atividades Sócio Culturais



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Figura 28 - Polos Educacionais



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

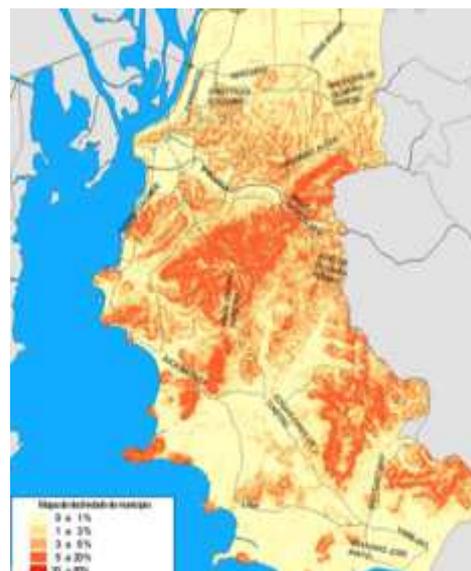
A topografia (figuras 27 e 30) da cidade apresenta-se como fator importante ao tratar-se de mobilidade por modais não motorizados, mesmo que não se apresente como uma característica inconveniente para os ciclistas mais experientes, conforme apontam - por meio de entrevistas -, Silva *et al.* (2009), através do baixo número de apontamentos pela declividade como empecilho para a utilização da bicicleta para a locomoção cotidiana.

Figura 29 - Elevações do Município

Figura 30 - Declividade do Município



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Porém, para Mascaró (2003), a declividade de até 10% pode ser considerada como plausível para que um ciclista desloque-se com conforto, para pequenas distâncias. Considerando que grande parte do município possui declividades entre 0% e 5%, conforme figura 30, a implementação de estruturas cicloviárias atenderia os critérios de conforto, conseqüentemente atenderia os níveis de conforto para os pedestres.

A partir da leitura das informações disponíveis no PDC de Porto Alegre pode-se verificar que tanto a ocupação do território quanto as características físicas urbanas fundem-se formando eixos estruturadores que induzem o crescimento da cidade nas áreas com características similares de topografia.

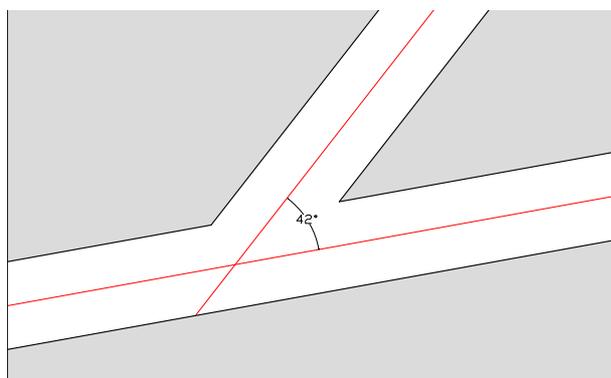
4. ESTUDO DE CASOS

No presente capítulo será realizado o estudo de caso que tem como objeto a cidade de Porto Alegre. Através das metodologias selecionadas, sintaxe espacial, descentralidade e nível de serviço qualitativo, será realizada a verificação das condições do espaço urbano para o desenvolvimento dos deslocamentos através de modais não motorizados, priorizando o uso da bicicleta como transporte cotidiano.

4.1. SINTAXE ESPACIAL.

A aplicação da metodologia da sintaxe espacial baseia-se na leitura da configuração de linhas axiais obtidas através do traçado das mesmas sobre a base cartográfica digital da cidade a ser avaliada, no caso da presente pesquisa Porto Alegre. Tais linhas foram traçadas representando o maior percurso linear possível dentro de uma via, sendo que a cada variação de direção interrompe-se a linha e inicia-se outra. Desse modo, forma-se o mapa axial, composto de linhas e nós, como um grafo, no qual as linhas serão avaliadas em relação ao conjunto urbano completo.

As pequenas deflexões das linhas são lidas pelo software como linhas contínuas. Desse modo, formam-se os eixos axiais. No caso da presente pesquisa a parametrização das deflexões considera uma alteração de 45° , ou seja, em casos em que uma linha apresente uma inclinação de até 45° em relação a próxima, será



considerada como única e contínua (figura 31).

Figura 31 - Relação entre segmentos Axiais

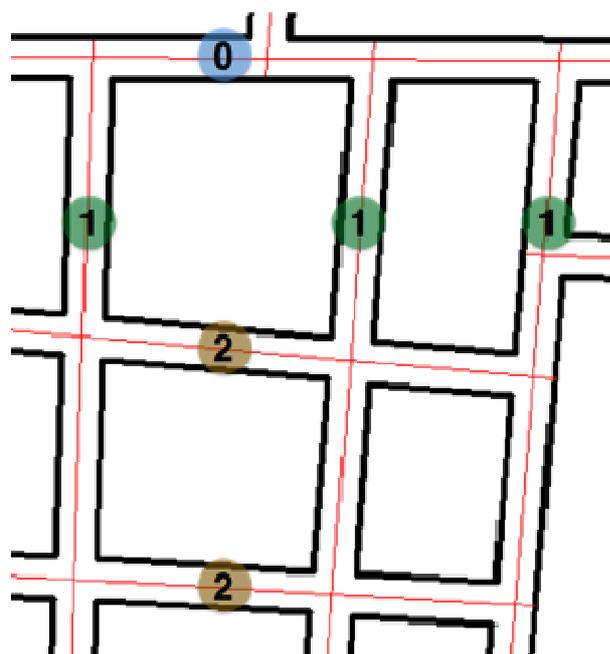
Fonte: LANZIOTTI, 2016.

Figura 32 - Mapa Axial Porto Alegre, deflexão 45°



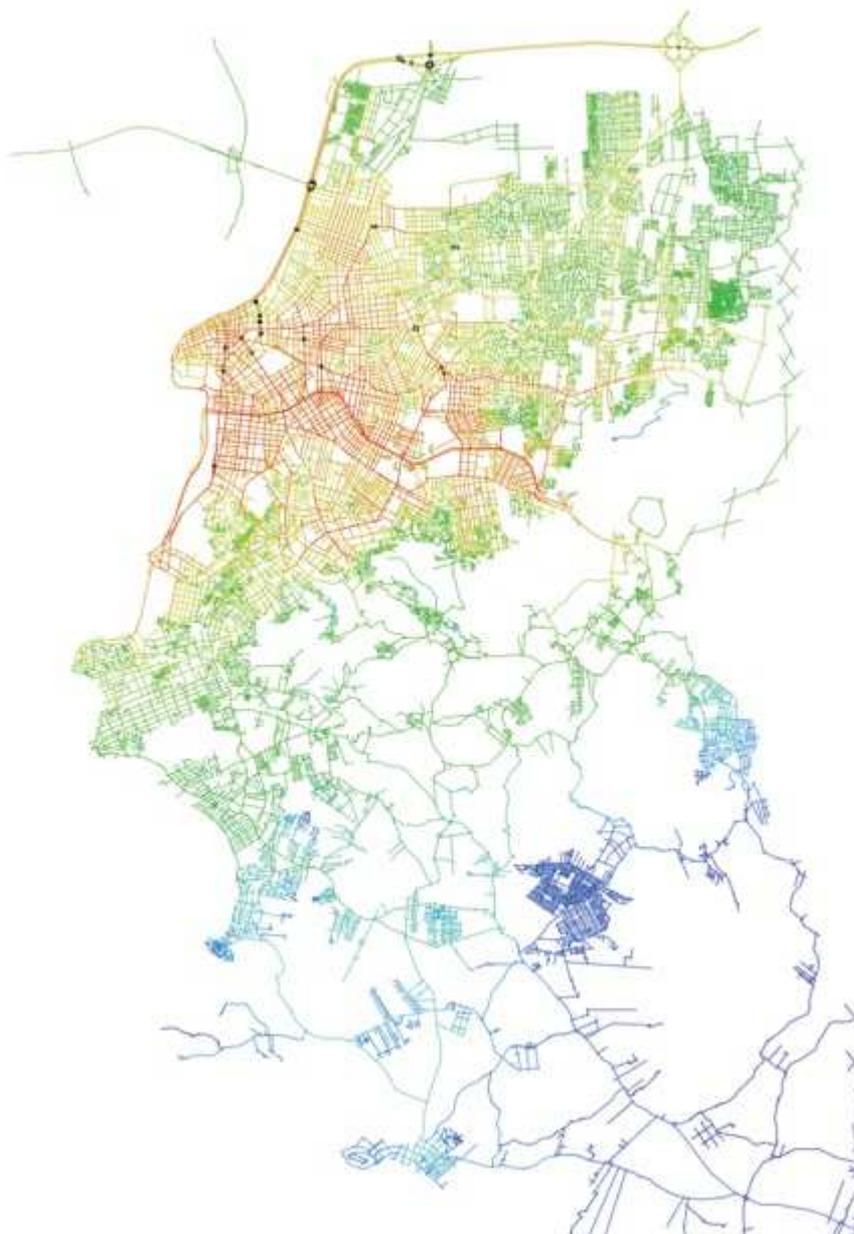
Fonte: MindWalk, adaptado por LANZIOTTI, 2016

A aplicação desse parâmetro na base axial da cidade de Porto Alegre resultou na integração de 1331 eixos, gerando uma base gráfica de 9673 eixos axiais (figura 32). Esta integração representa de modo mais correto a sequencialidade das vias, já que a cidade possui o traçado de suas vias estruturadoras de forma orgânica. Isto, de certo modo, pode interromper o eixo axial com mais frequência caso a análise seja realizada em deflexões de até 35°. Assim, com a deflexão de até 45°, a leitura dos eixos estruturadores torna-se mais fidedigna com a realidade local.

Figura 33 - Relação entre os segmentos axiais - Passos topológicos

Fonte: LANZIOTTI, 2016.

Para que seja possível a verificação da integração do sistema são avaliados os passos topológicos entre os nós (figura 33), sendo que estes não se apresentam como uma medida métrica, mas sim o número de intersecções necessárias para chegar a determinado ponto. Através da avaliação de todas as medidas topológicas em relação a uma determinada linha axial é que se determina a integração de determinado eixo axial de modo global. É esse eixo que demonstra as áreas de maior predisposição do movimento natural proposto por Hillier (1996).

Figura 34 - Integração global - Porto Alegre

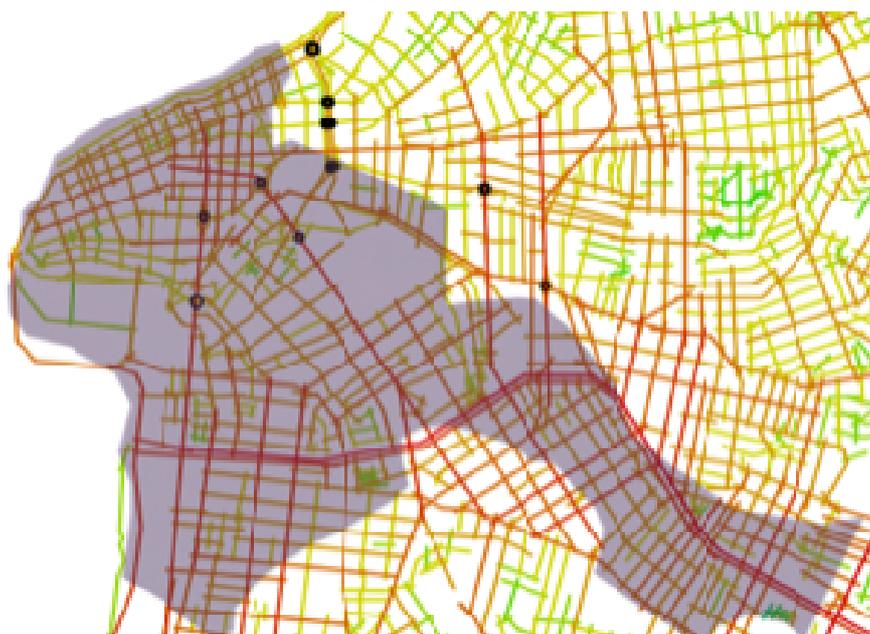
Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Essa integração global (Rn) (figura 34) demonstra a pré-disposição da área para o movimento natural, tanto de veículos como de pessoas - representado segundo Hillier (1996), Zampieri (2006) e Silva (2010) pela conectividade do sistema, independente da existência de atratores na composição urbana - sendo que a área apresentada pelo grafo representa um dos eixos estruturadores da cidade de Porto Alegre.

Para a avaliação da cidade de Porto Alegre foi utilizado uma base de dados axial originalmente composta por 11004 linhas. Com a parametrização considerando deflexões de 45° como segmentos integrados houve a integração de 1331, gerando uma base axial de 9673 eixos. Essa base é executada no programa Mindwalk a fim de realizar as leituras de integração global (figura 34).

Na análise do mapa de integração global (figura 34) pode se verificar que a cidade de Porto Alegre apresenta seu núcleo de integração - que segundo Medeiros (2012), representa o conjunto de eixos com maior permeabilidade e acessibilidade no espaço urbano - na região central da cidade. Ela abrange os bairros Centro, Cidade Baixa, Bom Fim, Praia de Belas, Menino Deus, Azenha, Santana, Rio Branco e parte do Partenon, conforme demonstrado na figura 35.

Figura 35 - Núcleo de integração global - Porto Alegre

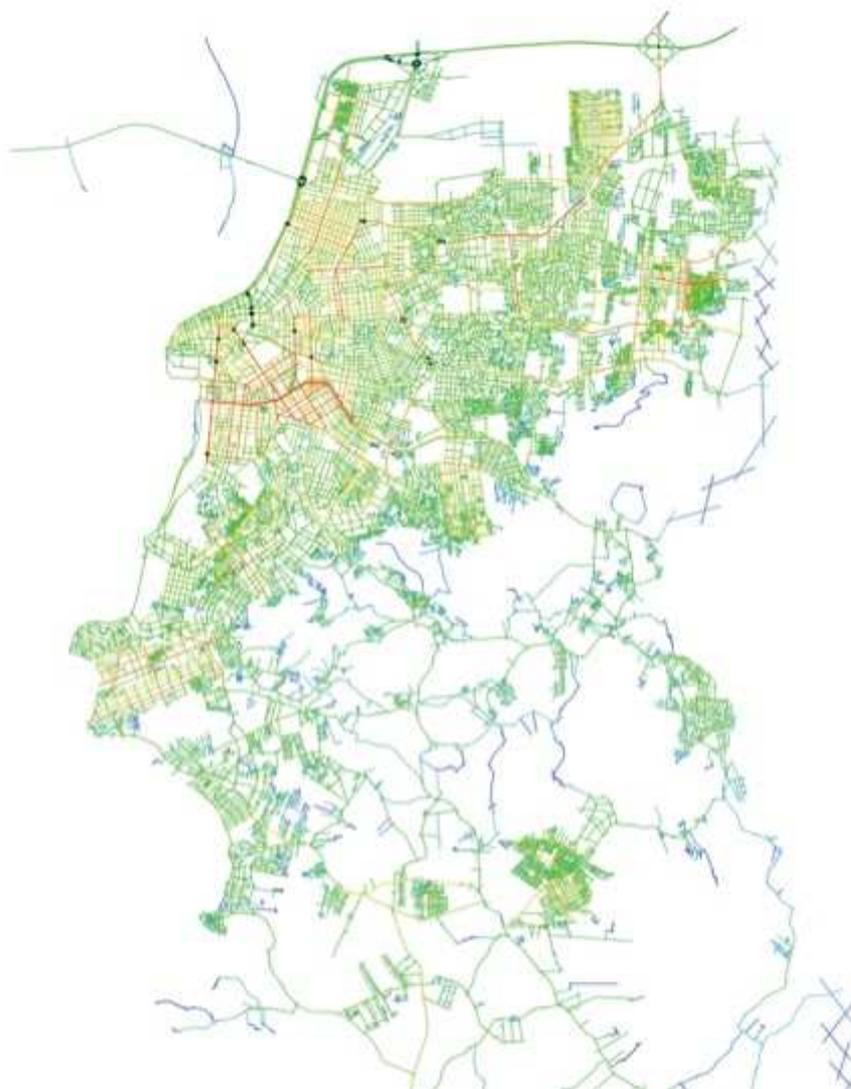


Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

O eixo de maior integração da Cidade é representado pela Avenida Ipiranga, que possui o maior valor de integração global - 0,8033 -, ou seja, trata-se do eixo de maior conectividade e acessibilidade da cidade de Porto Alegre. Assim, o referido eixo possui o maior potencial de atratividade do movimento natural globalmente.

Entretanto, para a definição de sistemas de mobilidade para o transporte não motorizado faz-se necessário compreender a relação dos eixos com seu entorno, já que as possibilidades de deslocamento dos usuários desses modais é limitado pela capacidade física dos mesmos (figura 36).

Figura 36 - Mapa de integração local (R4)



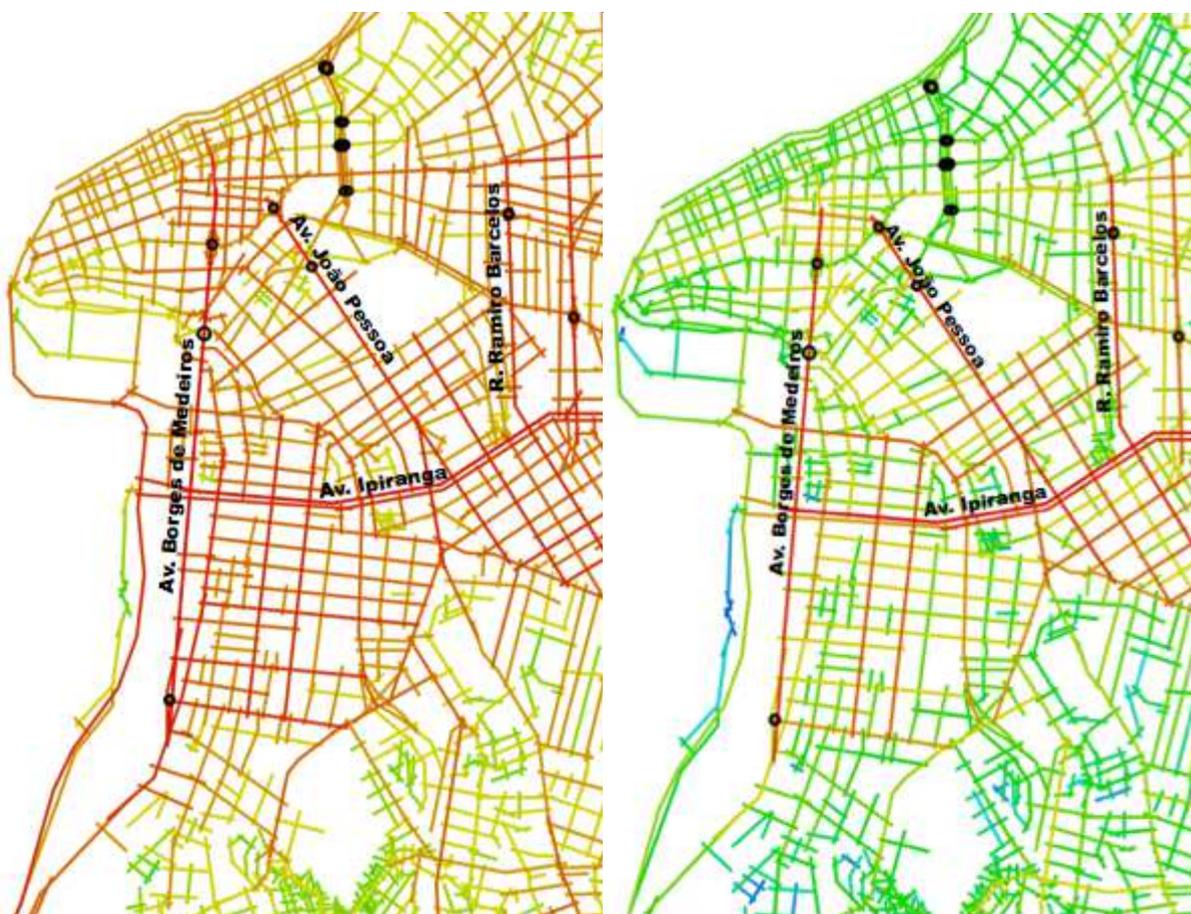
Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A integração local (figura 36), diferentemente da global - que considera todos os passos em relação a todas as linhas axiais -, consiste na relação de passos previamente definidos. No caso da presente pesquisa consideraram-se quatro passos topológicos de distância máxima entre os eixos, resultando em uma

integração local compatível com os deslocamentos através de modais não motorizados.

A análise do mapa de integração local (R4) (figura 36), medida de profundidade de quatro passos topológicos, apresentou o eixo axial da Avenida Ipiranga com integração 3,4288. Esse é o eixo de maior integração global e local. Entretanto, diversos eixos apresentaram índices de integração compatíveis na região, como a Av. João Pessoa, a Rua Ramiro Barcelos e a Av. Borges de Medeiros (figura 37).

Figura 37 - Mapas parciais de integração global e local (R4) Porto Alegre



Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Assim, os dados apresentados pela figura 37 indicam que os eixos axiais em destaque compõem o principal sistema de atratividade de movimento para a cidade. Entretanto, há uma competição relativa nessa atração, o que, de certo modo, dificulta a definição de apenas um eixo para análise.

O centro urbano expandido, onde se localizam tais vias, exerce naturalmente a maior atração de pessoas, pelo simples fato de que grande parte das ofertas de atividades sociais e econômicas concentra-se nesta porção da cidade. Segundo Souza (2009), tal área urbana é de fácil identificação devido ao grande número de atividades e fluxo de pessoas.

Entretanto, a partir da leitura dos dados fornecidos pela integração local (R4) o eixo que representa a Avenida Assis Brasil (figura 38), apresentou uma mediada de integração de 3,1674, tornando-se o maior atrator de movimento natural na área em qual se insere.

Figura 38 - Mapa parcial integração local (R4) - Porto Alegre



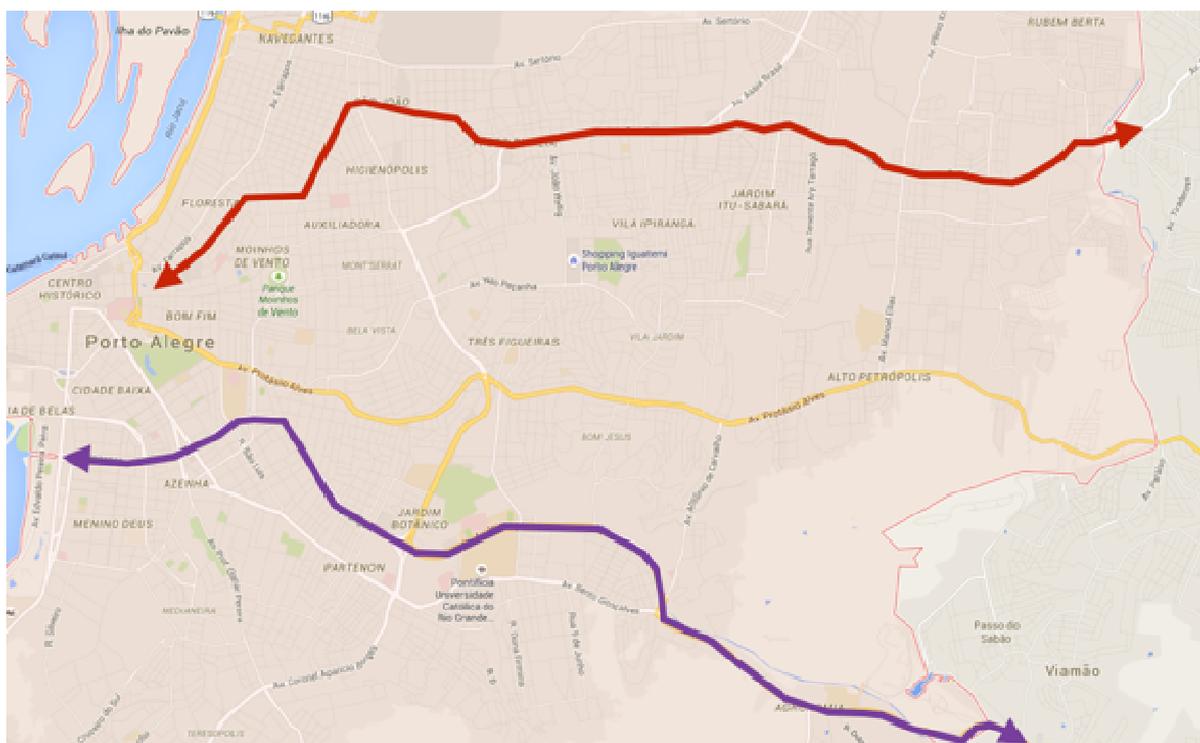
Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Desse modo, esse eixo, apesar de globalmente apresentar uma integração de 0,6724, localmente apresentou uma integração de 3,1674, tornando-o o sexto eixo com maior integração local do sistema.

O fato de maior relevância quanto a tal eixo, porém, é a influência que o mesmo exerce sobre seu entorno, em que grande parte dos eixos apresentam uma integração média de 2,33, demonstrando de fato que o eixo formado pela Avenida Assis Brasil exerce grande influência no movimento de pessoas em sua área de abrangência.

A Avenida Ipiranga, assim como a Avenida Assis Brasil, (figura 39) conformam eixos estruturadores da cidade, ligando o Centro Histórico aos bairros limítrofes à região metropolitana no sentido leste/oeste, conectando as cidades de Viamão e Alvorada ao centro de Porto Alegre, respectivamente.

Figura 39 - Eixos Leste-Oeste Porto Alegre; Av. Assis Brasil (vermelho), Av. Ipiranga (magenta)



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

O eixo da Avenida Assis Brasil é formado por um conjunto de vias sequenciais: a Avenida Cristóvão Colombo, Avenida Benjamin Constant, Avenida Brasileiro Índio de Moraes e a Avenida Baltazar de Oliveira García.

Ao se analisar os dados de integração global no referido trecho, pode-se verificar que a atração exercida pela Av. Assis Brasil, no trecho entre a Av. João

Wallig e Rua Alberto Silva, se equipara ao exercido pelo eixo da Av. Sertório no mesmo intervalo (figura 40).

Figura 40 - Integração global - Av. Assis Brasil X Av. Sertório



Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Entretanto, ao analisar a informação apresentada pelo mapa de Integração Local (R4), considerando o mesmo intervalo de vias, a Avenida Assis Brasil sobrepõem-se em relação à Avenida Sertório, em que a integração da primeira é de 3,1674 e a segunda 2,7358, conforme demonstrado graficamente na figura 41.

Figura 41 - Integração local (R4) - Av. Assis Brasil X Av. Sertório

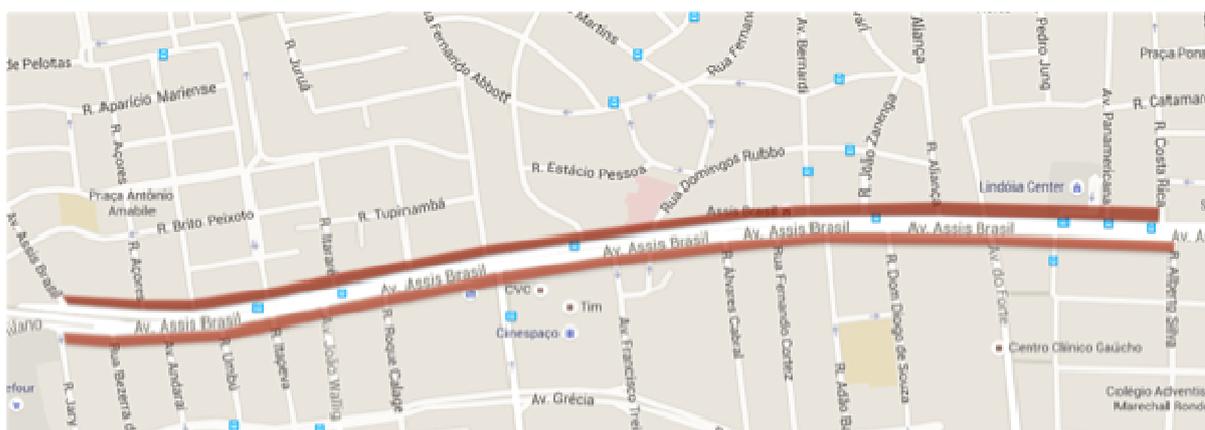


Fonte: MindWalk adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Desse modo, baseado nas informações apresentadas, definiu-se o eixo conformado pela Avenida Assis Brasil como o mais indicado para a sequência da presente pesquisa, já que se apresenta como principal eixo indutor de movimento em sua área de abrangência, não havendo competição entre vias, conseqüentemente facilitando o recorte necessário para a análise das demais metodologias.

Para tanto, a definição do segmento a ser analisado com as demais metodologias, considerará o trecho entre o Viaduto Obirici e a Rua Alberto Silva, por tratar-se da área que engloba o maior número de quadras, em relação aos demais segmentos, totalizando 29 quarteirões, conforme figura 42.

Figura 42 - Secção da Av. Assis Brasil Objeto de análise



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Como modo de comparação, o eixo formado pela Av. Sertório será analisado. Desse modo será possível caracterizar a predominância da influência do eixo Av. Assis Brasil como atrator de movimento natural, assim como demonstrar modos de apropriação urbana de ambos os espaços de modo análogo.

Tratando-se de mobilidade através de modos de transporte não motorizados fica evidente que, através da sintaxe espacial, definindo os eixos indutores do movimento natural de pessoas, tanto pedestres e ciclistas tenderão a optar por esses eixos para realizarem seus deslocamentos a fim de exercerem suas atividades diárias.

Assim, definida a área a ser avaliada através da metodologia da sintaxe espacial, permitindo a definição de pontos em destaque a serem aprofundados nas análises subsequentes, será aplicada a metodologia de centralidade urbana (descentralidade) a fim de definir a influência da área como ponto de concentração de pessoas e atração de ciclistas dos bairros adjacentes a via em questão.

4.2. CENTRALIDADE URBANA (POLINUCLEOS E DESCENTRALIDADES).

As descentralidades urbanas surgem em função da acessibilidade a áreas fora do centro urbano tradicional, fato que ocorre devido à dificuldade de deslocamento nas grandes cidades, além das grandes distâncias a serem percorridas para a realização das atividades cotidianas.

A definição de tais áreas ocorre em função das condições psicossociais presentes nessas, segundo Barreto (2010), através da qualidade dos espaços construídos ou espaços públicos disponíveis. Entretanto, tais pontos de convergência de pessoas surgem para atender uma demanda.

Desse modo, Duarte (1974) classifica a existência de comércio em quatro níveis, que refletem na abrangência da atratividade da descentralidade - de menor abrangência o comércio diário (mercados, restaurantes, padarias, etc.) -, o comércio frequente (lojas de vestuário, farmácias, supermercados, etc.), o comércio pouco frequente (lojas de móveis, eletrodomésticos, etc.) - esses possuindo sua abrangência correlacionada a escala de bairro-; por fim, o comércio raro, composto de lojas especializadas (veículos, máquinas industriais, etc.), com abrangência relacionada a escala de cidade.

As vias selecionadas para a verificação das características de descentralidade possuem as quatro dimensões comerciais propostas por Duarte (1974), sendo que a Av. Sertório caracteriza-se como uma via comercial especializada, de consumo raro, por apresentar em grande parte da área avaliada instalações comerciais voltadas a venda de veículos e acessórios, construção civil, e maquinário industrial.

Já a Avenida Assis Brasil caracteriza-se com uma via de comércio frequente, pois apresenta uma dominância desse sobre os demais. Entretanto, apresenta pontualmente comércio pouco frequente e em porções caracterizadas pela presença de uso misto do solo, comércio diário.

Para tal caracterização das vias supracitadas, necessita-se da realização de levantamento da ocupação dos solos, que avalia edificação a edificação, diferenciando-se do mapa de uso dos solos e zoneamento propostos pelos Planos Diretores, que fornecem diretrizes de ocupação. Desse modo, é possível verificar a condição de ocupação real do espaço a ser avaliado.

A Avenida Assis Brasil possui uma ocupação do solo predominantemente comercial (edificações exclusivamente comerciais), possuindo áreas com concentração de uso misto (térreo comercial e demais pavimentos residenciais), e pontos Institucionais (órgãos públicos, equipamentos de saúde, igrejas, instituições financeiras). Entretanto, não há presença de edificações exclusivamente residenciais ao longo do segmento da via avaliado, conforme demonstrado na figura 43.

Figura 43 - Ocupação do solo Avenida Assis Brasil



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Percebe-se, na figura 43, que o setor da via compreendido entre o Viaduto Obirici e a Rua Roque Calage apresenta uma predominância de usos mistos, diferente do que ocorre no trecho sequente da Rua Roque Colage até a Avenida do Forte, com predominância de uso comercial. O restante da via possui uma densidade de edificações menor, apresentando vazios urbanos de grandes proporções.

De posse das informações da ocupação dos solos, passou-se para a etapa de classificação do comércio presente na via. Para tanto, os estabelecimentos foram classificados entre consumo diário, consumo frequente, consumo pouco frequente e consumo raro. O consumo frequente caracterizou-se através dos estabelecimentos compreendidos como restaurantes, padarias, mercadinhos, fruteiras, tabacarias, etc., aqueles que fornecem produtos de consumo imediato. Neste aspecto houve

uma maior concentração (figura 44) no setor onde a ocupação dos solos apresentou-se predominantemente mista (figura 43).

No aspecto representado pelo comércio frequente pode-se verificar que, ao longo da seção de via selecionada, há predominância desta característica, com maior concentração no trecho de ocupação mista e na altura da Avenida do Forte. O comércio pouco frequente apresenta-se de modo disperso ao longo do eixo. Entretanto, representa as edificações de maiores dimensões (figura 44).

Figura 44 - Comércio, frequência de consumo, Av. Assis Brasil



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Desse modo, pode-se classificar a Avenida Assis Brasil como uma descentralidade, já que a mesma possui atratores comerciais, conforme Duarte (1974), Serpa (2012). A área tende a modificar a lógica de relação do usuário com a cidade, já que os habitantes da área não necessitam deslocar-se ao centro para realizarem parte de suas atividades cotidianas, conforme Spósito (1998). Assim, esse eixo pode ser considerado como uma descentralidade do tipo eixo comercial, segundo Souza (2009).

A Avenida Sertório caracteriza-se, assim como a Av. Assis Brasil, como um eixo comercial de ligação leste/oeste da cidade de Porto Alegre, sendo que o segmento a ser avaliado na presente pesquisa compreende o intervalo entre as vias, Rua Carneiro da Fontoura e Avenida Dr. Walter Só Jobim. A definição deste intervalo se deu em função do posicionamento geográfico que se equipara ao segmento analisado na Av. Assis Brasil.

A análise da ocupação dos solos (figura 45) demonstrou que a referida via é predominantemente comercial, basicamente conformada de empreendimentos de grande porte. Há algumas áreas residenciais, em sua maioria habitações vulneráveis, e poucos locais com uso misto.

A avenida apresenta grandes vazios urbanos, além de alguns empreendimentos destinados ao armazenamento e distribuição de produtos para a rede varejista da cidade de Porto Alegre, além de algumas áreas que podem ser classificadas como industriais/comerciais, porque fornecem insumos a construção civil.

Neste trecho da Avenida Sertório encontra-se o centro de distribuição dos correios, ocupando uma extensa área limítrofe ao aeroporto Salgado Filho. Entretanto, por se tratar de uma atividade comercial, o mesmo foi assim classificado, como os demais centros logísticos de suporte ao varejo presentes na via.

Figura 45 - Ocupação dos solos Avenida Sertório



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Após a caracterização da área como um eixo predominantemente comercial, seguiu-se a classificação das atividades que se encontram no local, seguindo os mesmos moldes utilizados para a classificação das atividades comerciais da Av. Assis Brasil.

Figura 46 - Comércio por frequência de consumo Av. Sertório



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Através da análise das atividades comerciais presentes no eixo, constatou-se que a área tem predominância de atividades comerciais de consumo raro, lojas especializadas (figura 46), caracterizado por empreendimentos de comércio de veículos e autopeças, construção civil, equipamentos industriais e centros de distribuição de produtos. A presença de atividades de consumo diário, frequente e pouco frequente é pontual, o que, de modo geral, não caracteriza o local como um grande atrator de pedestres e ciclistas.

Desse modo, a Avenida Sertório não se apresenta como uma descentralidade de abrangência local, pois, os bens ali disponíveis são específicos. Isto caracteriza um consumo raro, tornando a Avenida Sertório um eixo com abrangência municipal.

Assim, para a presente pesquisa será, considerada a descentralidade formada pelo eixo comercial da av. Assis Brasil como objeto de estudo para a avaliação dos modais não motorizados.

A pesquisa realizada para a criação do Plano Diretor Ciclovitário da Cidade de Porto Alegre, traz que a Avenida Assis Brasil, em 2008, foi a avenida com maior fluxo de bicicletas dia - 2800 viagens/dia -, seguida pela Av. Sertório. com 1500 viagens/dia (figura 47).

Figura 47 - Demanda ciclovitária Porto Alegre - 2008



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Além desse fato, a via está classificada no mesmo documento como uma das vias cicláveis da cidade de Porto Alegre (figura 50), devido a sua topografia relativamente plana. Além disso, um porção da avenida em análise faz parte dos eixos cicloviários estruturadores propostos no documento.

Figura 48 - Vias cicláveis Cidade de Porto Alegre



Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Assim, para a aplicação da metodologia local (Nível de Serviço Qualitativo), se faz necessário realizar um recorte no eixo analisado, a fim de possibilitar uma análise mais detalhada do segmento. Para tanto, foi selecionado o local com maior concentração de atratores em escala de bairro, composto por predominância de comércio diário e frequente e por edificações de uso misto, conforme figuras 49 e 50

Figura 49 - Segmento mapa comércio por frequência de consumo Av. Assis Brasil



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Figura 50 - Segmento mapa de ocupação do solo Avenida Assis Brasil



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Desse modo, define-se que o segmento entre as Ruas Bezerra de Menezes e Roque Colage possuem maiores condições para atração de movimento de pedestres e ciclista, já que contêm maior diversidade comercial no âmbito da frequência de consumo.

A partir dessa definição, na próxima sessão da presente pesquisa será aplicada a metodologia de nível de serviço qualitativo, considerando os aspectos propostos por Ferreira e Sanches (2001). Desse modo será possível determinar o índice de qualidade do segmento de via apresentado para o deslocamento através dos modais não motorizados de transporte.

4.3. NÍVEL DE SERVIÇO QUALITATIVO

Nesta etapa será realizada a avaliação da dimensão local do espaço urbano através da metodologia de nível de serviço qualitativo. Apesar da metodologia escolhida para a aplicação destinar-se a avaliar a qualidade das calçadas, alguns aspectos que compõem o índice aplicam-se a qualificação do espaço para ciclistas, já que ambos possuem a mesma dinâmica urbana.

A metodologia elencada para a aplicação será o índice de qualidade das calçadas de Ferreira e Sanches (2001). Essa metodologia é descrita em duas etapas; a etapa de avaliação técnica - através de quadros com critérios previamente

definidos em cinco dimensões -, e a etapa de entrevistas com os usuários da via. Para a presente pesquisa será aplicada apenas a etapa de avaliação técnica, já que a ponderação realizada através das entrevistas não apresenta alterações significativas no resultado final do índice.

O IQC (Índice de Qualidade das Calçadas) aborda cinco dimensões de avaliação. A primeira trata da segurança do pedestre, a segunda o estado de conservação das calçadas, a terceira o dimensionamento efetivo da mesma, a quarta o aspecto segurança pública e a quinta dimensão aborda o ambiente urbano.

Dessas, apenas a dimensão dois e três não se aplicam aos ciclistas, pois ambas são específicas sobre a estrutura destinada ao pedestre. Para o ciclista, o dimensionamento ideal deve ser proposto sobre a demanda de utilização, pois quanto maior o número de ciclistas, maior é a dimensão necessária para a ciclovia, Entretanto, a presente via não possui sistema cicloviário implantado, apesar de fazer parte do PDC de Porto Alegre e em proposta ser um eixo cicloviário estruturador.

O aspecto de implantação do sistema cicloviário será abordado na avaliação de uma via que possui ciclovia implantada, no próximo sub capítulo, a fim de comparar a efetividade do critério de seleção da sequencia de implementação do sistema cicloviário de porto alegre.

A metodologia do IQC propõe cinco níveis para a avaliação de cada dimensão. A seguir serão abordados tais níveis a fim de ilustrar os critérios a serem adotados para a aplicação no setor selecionado da Avenida Assis Brasil, resultado do recorte realizado em função das análises na escala de cidade e bairro.

A primeira dimensão, segurança, considera questões de conflito entre pedestres e os demais modais de transporte que circundam a infraestrutura destinada aos mesmos. Desse modo, Ferreira e Sanches (2001), consideraram áreas exclusivas para pedestres como a melhor condição e a não existência de calçadas como a pior. Os demais níveis serão demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 - Sistema de pontuação: segurança

Descrição do Cenário	Pontuação
Nenhum conflito previsto entre pedestre e veículos. Área exclusiva para pedestres com restrição ao tráfego de veículos.	5
Nenhum conflito previsto entre pedestre e veículos. Área para pedestre protegida do fluxo de veículos por canteiros, com guias de 15 cm de altura.	4
Nenhum conflito previsto entre pedestre e veículos. Área para pedestre totalmente separada do fluxo de veículos por guias com 15 cm	3
Possibilidade de conflito. Área para pedestre separada do fluxo de veículos por guias rebaixadas, para acesso de veículos, em vários pontos.	2
Possibilidade de conflito. Área para pedestre separada do fluxo de veículos por guias rebaixadas, para acesso de veículos, em grandes extensões.	1
Grande possibilidade de conflito entre pedestres e veículos. Não existe área reservada para pedestres que disputam a faixa de rolamento com os veículos	0

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A segunda dimensão, manutenção, considera questões referentes à condição de conservação das calçadas, assim como a qualidade dos materiais empregados na mesma, condizentes com sua função. Desse modo, Ferreira e Sanches (2001), consideram pavimento em condições excelentes, através da utilização de material apropriado como melhor condição e calçada inexistente, como pior classificação. Os demais níveis desta dimensão serão demonstrados na tabela 4.

Tabela 4 - Sistema de pontuação: manutenção

Descrição do Cenário	Pontuação
Pavimento em condições excelentes, utilização de material apropriado e aparência de manutenção constante.	5
Pavimento da calçada em boas condições, material apropriado, irregularidades e defeitos recuperados.	4
Pavimento da calçada em condições aceitáveis, material impróprio para superfície porque se torna escorregadio quando molhado.	3
Pavimento em condições ruins, superfície apresentando rachaduras, desníveis e falta de manutenção.	2
Calçada não pavimentada, superfície em terra ou grama que dificulta a caminhada, principalmente em condições de tempo chuvoso.	1
Calçada inexistente. Apesar de demarcada, a calçada não apresenta nenhuma condição de uso, pois se encontra coberta por mato e restos de construção.	0

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A terceira dimensão, largura efetiva, aborda o dimensionamento propriamente dito da calçada, considerando o vão livre disponível para o pedestre. Desse modo, Ferreira e Sanches (2001), consideram largura superior a 2,0m, sem quaisquer obstruções, como melhor cenário e faixa de pedestres totalmente obstruída como pior condição. Os demais níveis desta dimensão serão demonstrados na tabela 5.

Tabela 5 - Sistema de pontuação: largura efetiva

Descrição do Cenário	Pontuação
Faixa de circulação de pedestres livre, com largura superior a 2,0 m, sem quaisquer obstruções visuais ao longo de sua implantação.	5
Faixa de circulação de pedestres livre de obstáculos, com largura em torno de 2,0 m, satisfatória para acomodar o fluxo de pedestres.	4
Faixa de circulação de pedestres com pequena obstrução devido à instalação de equipamentos urbanos, porém com largura suficiente para acomodar o fluxo.	3
Faixa de circulação de pedestre bastante reduzida, largura inferior a 0,70 m, devido à ocupação por outros usos, como bancas de jornal, ambulantes etc.	2
Calçada não pavimentada, superfície em terra ou grama que dificulta a caminhada, principalmente em condições de tempo chuvoso.	1
Faixa de pedestre totalmente obstruída. Os pedestres são obrigados a caminhar pelo leito da rua.	0

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A quarta dimensão, seguridade, baseia-se nos aspectos de segurança pública da área a qual se insere a estrutura. Assim, Ferreira e Sanches (2001), consideram que presença de pessoas, policiamento e a configuração urbana geram o maior nível de segurança, pois a falta desses elementos acarreta em baixo nível de seguridade. Os demais níveis desta dimensão serão demonstrados na tabela 6.

Tabela 6 - Sistema de pontuação: seguridade

Descrição do Cenário	Pontuação
Seguridade é garantida pela boa configuração da paisagem urbana, pela presença usual de outros pedestres e por policiamento constante.	5
Seguridade é garantida pela configuração da paisagem urbana, presença de pedestres, de policiamento eventual e pela boa iluminação.	4
Seguridade é garantida mais pela presença de outros pedestres, do que pela configuração regular da paisagem urbana.	3
Seguridade é prejudicada pela configuração inadequada da paisagem urbana. Veículos estacionados, vegetação alta e pouca iluminação pesam	2

negativamente.	
Seguridade é ruim devido à grande densidade de pedestres e ambulantes, fatos que favorecem o assédio e a ação de pessoas mal intencionadas.	1
Seguridade é totalmente prejudicada pela péssima configuração da paisagem urbana. Locais abertos (terrenos baldios) mal iluminados e sem policiamento.	0

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Para a quinta e última dimensão, atratividade visual, Ferreira e Sanches (2001), consideram aspectos relativos ao ambiente urbano, propondo que a melhor condição para o pedestre é a que proporciona espaços de vivência agradáveis e bem cuidados e a pior espaços onde não há aspectos de urbanidade (tabela 7).

Tabela 7 - Sistema de pontuação: atratividade visual

Descrição do Cenário	Pontuação
Ambiente projetado com espaço de vivência, agradável e bem cuidado. Calçadas ao lado de parques, praças, bosques etc.	5
Ambiente agradável, com configuração do espaço exterior composto por residências com muros baixos e jardins e lojas com vitrines atraentes.	4
Ambiente com configuração do espaço exterior composto por construções de uso residencial com muros altos e comércio sem vitrines e sem atrações.	3
Ambiente pouco atraente, com configuração do espaço exterior composto por construções de uso comercial de grande porte (atacadista).	2
Ambiente com configuração do espaço exterior sem nenhuma preocupação com aspectos visuais e estéticos. Construções sem acessos para a calçada.	1
Ambiente inóspito para os pedestres. Configuração do espaço exterior desagradável, com a presença de lixo e entulho acumulado sobre a calçada.	0

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

Após a aplicação das dimensões nos segmentos de calçadas será verificado nível de serviço de cada um dos espaços avaliados. Entretanto, como as calçadas normalmente não possuem uma padronização no mesmo quarteirão, será realizada a média aritmética dos índices apresentados por cada segmento. Assim, será possível pontuar corretamente o IQC.

Para verificar efetivamente o nível de serviço da calçada avaliada será utilizada a definição de nível de serviços, considerando os intervalos de pontuação propostos por Ferreira e Sanches (2001) (tabela 8).

Tabela 8 - Níveis de serviço

Índice de Qualidade	Condição	Níveis	Cor
5	Excelente	A	Verde
4,0 a 4,9	Ótimo	B	Verde Claro
3,0 a 3,9	Bom	C	Amarelo
2,0 a 2,9	Regular	D	Laranja
1,0 a 1,9	Ruim	E	Vermelho Laranja
0,0 a 0,9	Péssimo	F	Vermelho

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016.

A fim de aplicar a metodologia de modo sistêmico foram definidos os segmentos de via onde haverá a avaliação. Foram selecionados dez quarteirões, cinco em cada sentido da via, sendo que estes foram numerados, conforme figura 51, para facilitar a aplicação do método.

Figura 51 - Calçadas a serem avaliadas



Fonte Google Maps, 2016. adaptado por LANZIOTTI, 2016

Assim as calçadas no sentido leste/oeste, ficaram numeradas a partir de 11 até 15. Já as de sentido oeste/leste receberam numeração entre 21 e 25. A numeração de dois dígitos tem por finalidade a separação de modo mais claro de qual lado da via estão sendo avaliadas as calçadas, onde o primeiro número indica o lado da via e o segundo o número da mesma.

A calçada número 11 está compreendida entre a Rua Bezerra de Menezes e a Avenida Andaraí e possui uma extensão de aproximadamente oitenta metros. Para uma melhor avaliação foi segmentada em três setores a serem avaliados, assim possibilitando uma leitura mais efetiva do espaço. Apresenta nível de serviço conforme tabela 9.

Tabela 9 - Avaliação NS quadra 11

						
11		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	3	3	2	3	3
	Foto 2	3	2	2	3	3
	Foto 3	3	3	3	3	3
2,8	Média	3	2,66	2,33	3	3

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. adaptado por LANZIOTTI, 2016 (foto 1, LANZIOTTI, 2016; fotos 2 e 3 Google Mapas, 2016).

Já a calçada número 12 está compreendida entre a Avenida Andaraí e a Rua Umbú, possuindo uma extensão de aproximadamente noventa metros, seccionados em três segmentos. Apresentam nível de serviço conforme tabela 10.

Tabela 10 - Avaliação NS quadra 12

						
12		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	3	4	4	3	3
	Foto 2	3	4	4	3	4
	Foto 3	4	4	4	3	4
3,6	Média	3,33	4	4	3	3,66

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos 2 e 3, LANZIOTTI, 2016; foto 1 Google Mapas, 2016).

A calçada número 13, entre a Rua Umbú e a Rua Itapeva, possui uma extensão de aproximadamente 85 metros de extensão e foi separada em duas partes para realização da análise, já que possui maior uniformidade de piso. Apresenta nível de serviço conforme tabela 11.

Tabela 11 - Avaliação NS quadra 13

							
13		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	
	Foto 1	3	4	4	3	2	
	Foto 2	3	4	4	3	3	
3,3	Média	3	4	4	3	2,5	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (foto 1, LANZIOTTI, 2016; foto 2 Google Maps, 2016).

O segmento número 14 está compreendido entre a Rua Umbú e a Avenida João Wallig, também possuindo extensão de aproximadamente 85 metros de calçadas, divididos em três segmentos a fim de facilitar a qualificação do local. A mesma apresenta nível de serviço conforme tabela 12.

Tabela 12 - Avaliação NS quadra 14

							
14		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	
	Foto 1	4	5	5	3	4	
	Foto 2	4	5	5	3	4	
	Foto 3	4	5	5	3	4	
4,2	Média	4	5	5	3	4	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (foto 2, LANZIOTTI, 2016; fotos 1 e 3 Google Maps, 2016).

Por fim, a calçada de número 15, compreendida entre as vias Avenida João Wallig e Rua Roque Calage, que apresenta uma dimensão de aproximadamente cem metros de extensão, que foram divididos em quatro seções para dinamizar a avaliação. Esse apresenta NS conforme representado na tabela 13.

Tabela 13 - Avaliação NS quadra 15



15		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	4	5	5	3	4
	Foto 2	3	4	5	3	2
	Foto 3	4	5	5	3	2
	Foto 4	4	5	3	3	4
3,8	Média	3,75	4,75	4,5	3	3

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adap. p/ LANZIOTTI, 2016 (f. 2, 3 e 4 , LANZIOTTI, 2016; f.1 Google Maps, 2016).

Desse modo, o sentido leste/oeste da Avenida Assis Brasil, no segmento entre as vias Bezerra de Menezes e Roque Calage, apresenta um nível de serviço qualitativo que pode ser considerado, em sua maioria, de boa qualidade (tabela 14). O segmento em destaque é representado pela quadra 14 entre a Rua Umbú e a Avenida João Wallig, que apresenta um NS ótimo.

Tabela 14 - Avaliação NS calçadas sentido leste/oeste

Segmentos	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	MÉDIA	NS
C. 11	3	2,66	2,33	3	3	2,8	D
C. 12	3,33	4	4	3	3,66	3,6	C
C. 13	3	4	4	3	2,5	3,3	C
C. 14	4	5	5	3	4	4,2	B
C. 15	3,75	4,75	4,5	3	3	3,8	C

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

O segmento 11 (figura 52) apresentaram os piores níveis devido à conservação do piso, composto por material impróprio devido a possibilidade de queda em situações de piso molhado. Outro aspecto que ficou evidente foi a redução de espaço para o pedestre em função de obras e presença de ambulantes ao longo dos segmentos citados.

Figura 52 - Avaliação nível de serviço sentido leste/oeste



Fonte: Google Maps, 2016. adaptado por LANZIOTTI, 2016

As calçadas com numeração entre 21 e 25 compreendem o sentido da via oeste/leste. Desse modo será aplicado o Índice de Qualidade de Calçadas seguindo os mesmos procedimentos adotados nas quadras do sentido leste/oeste, assim possibilitando a leitura homogênea do espaço destinado a pedestres.

A calçada número 21, compreendida entre a Avenida Assis Brasil e a Rua dos Açores, apresenta aproximadamente 135 de extensão, representando o maior segmento em análise na presente pesquisa. Foi dividida em três partes para a avaliação, apresentando NS conforme tabela 15.

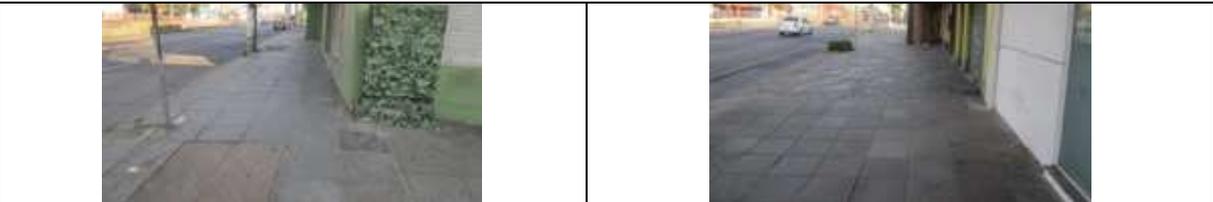
Tabela 15 - Avaliação NS quadra 21

						
21		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	3	3	4	3	4
	Foto 2	3	3	4	3	4
	Foto 3	3	3	4	3	4
3,4	Média	3	3	4	3	4

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos 1 e 3 LANZIOTTI, 2016. foto 2 Google Mapas, 2016).

O segmento 22, compreendido entre as vias Rua dos Açores e Rua Cristóvão Pereira, possui aproximadamente oitenta metros de extensão de calçadas, sendo segmentada em duas partes a fim de facilitar a leitura do espaço. O nível de serviço da mesma apresenta-se através da tabela 16.

Tabela 16 - Avaliação NS quadra 22

						
22		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	4	3	5	3	4
	Foto 2	3	2	3	3	4
3,4	Média	3,5	2,5	4	3	4

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos LANZIOTTI, 2016).

Já a calçada 23, entre a Rua Cristóvão Pereira e a Rua Carneiro da Fontoura, apresenta uma extensão de aproximadamente 115 metros, dividida em quatro partes devido à presença de atividades comerciais sobre o passeio público. Assim, apresenta nível de serviço conforme tabela 17.

Tabela 17 - Avaliação NS quadra 23

		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
23	Foto 1	3	3	4	3	3
	Foto 2	3	3	2	3	4
	Foto 3	4	3	5	3	4
	Foto 4	4	3	5	3	4
3,55	Média	3,5	3	4	3	3,75

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos 1 e 4 LANZIOTTI, 2016; fotos 2 e 3 Google Maps, 2016).

A calçada número 24, compreendida entre a Rua Carneiro da Fontoura e a Rua Itararé, apresenta aproximadamente 105 de extensão e foi seccionada em três partes para a avaliação. O NS da mesma está representado na tabela 18.

Tabela 18 - Avaliação NS quadra 24

		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
24	Foto 1	3	2	3	3	4
	Foto 2	3	2	3	3	2
	Foto 3	3	3	4	3	3
2,9	Média	3	2,33	3,33	3	3

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos LANZIOTTI, 2016).

O segmento 25, compreendido entre as vias Rua Itararé e Rua Tapajos, possui aproximadamente 120 metros de extensão de calçadas e foi segmentada em três partes para possibilitar uma leitura do espaço mais precisa. O Nível de Serviço da mesma apresenta-se através da tabela 19.

Tabela 19 - Avaliação NS quadra 25

						
25		Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7
	Foto 1	3	3	3	3	4
	Foto 2	3	3	3	3	3
	Foto 3	3	3	4	3	3
3,2	Média	3	3	3,34	3	3,34

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (fotos LANZIOTTI, 2016).

O segmento oeste/leste apresenta-se de modo mais uniforme no quesito qualidade das calçadas, pois das cinco quadras avaliadas apenas uma ficou abaixo do nível de serviço “C”, considerado como Bom (tabela 20). A calçada número 24 apresentou, no item manutenção, o pior desempenho, devido substituição de espaços por materiais inferiores aos que compunham o piso anteriormente.

Tabela 20 - Avaliação NS sentido oeste/leste

Segmentos	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	MÉDIA	NS
S. 21	3,5	2,5	4	3	4	3,4	C
S. 22	3	3	4	3	4	3,4	C
S. 23	3,5	3	4	3	3,75	3,55	C
S. 24	3	2,33	3,33	3	3	2,9	D
S. 25	3	3	3,34	3	3,34	3,2	C

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

O segmento oeste/leste apresenta-se de modo mais uniforme no quesito qualidade das calçadas, já que das cinco quadras avaliadas, apenas uma ficou abaixo do Nível de Serviço “C”, considerado como Bom. A calçada número 24 apresentou, no item manutenção, o pior desempenho, causado pela substituição de espaços por materiais inferiores aos que compunham o piso anteriormente.

Assim, de modo gráfico (figura 53), a seção da Avenida Assis Brasil avaliada pela presente pesquisa apresenta, em sua maioria, condições boas para a circulação de pedestres. Entretanto, possui pontos de atenção como as quadras 11 e 24.

Figura 53 - Avaliação nível de serviço qualitativo Avenida Assis Brasil



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Como calçada apresentando a melhor qualidade para o deslocamento a pé, na presente análise, destacou-se o segmento entre a Rua Itapeva e Av. João Wallig. Entretanto, devido aos indicadores analisados na dimensão segurança, a falta de policiamento extensivo e a configuração dos edifícios ao longo da via, com recuos frontais variados, influenciaram negativamente na análise global da via.

A presente pesquisa, porém, aborda os modais de transporte não motorizados, a pé e bicicleta. Assim, algumas dimensões verificadas através da metodologia do IQC podem ser compartilhadas entre os modais. Desse modo, o nível de serviço para os modais não motorizados consideraria apenas as dimensões segurança e atratividade visual, como indutores do movimento de pessoas no espaço urbano, conforme Gehl (2010) e Jacobs (1960).

Desse modo, foram isoladas ambas as dimensões a fim de proporcionar um índice de qualidade considerando apenas o espaço urbano. Desse modo, possibilitou-se a verificação do poder de atração da área para pedestres e ciclistas realizarem suas atividades cotidianas (tabela 21).

Tabela 21 - Avaliação NS ambiente urbano

Segmentos	Tabela 6	Tabela 7	MÉDIA	NS
S. 11	3	3	3	C
S. 12	3	3,66	3,33	C
S. 13	3	3	3	C
S. 14	3	4	3,5	C
S. 15	3	3	3	C
S. 21	3	4	3,5	C

S. 22	3	4	3,5	C
S. 23	3	3,75	3,37	C
S. 24	3	3	3	C
S. 25	3	3,34	3,17	C

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Assim, pode-se verificar que o espaço urbano que compõem o objeto de análise da presente pesquisa possui um bom nível de serviço para os modais de transporte não motorizados, considerando os aspectos de atratividade (figura 54).

Figura 54 - nível de serviço considerando aspectos de segurança e atratividade visual



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Desse modo, a área selecionada para análise pelas metodologias aplicadas apresenta condições para o desenvolvimento dos deslocamentos através de modais não motorizados. Também apresenta condições satisfatórias para que mais usuários migrem dos modais motorizados para os não motorizados na região a qual se insere o eixo da Avenida Assis Brasil.

A partir dessa definição, na próxima sessão da presente pesquisa será aplicada realizada a verificação de uma via que apresenta infraestrutura destinada a ciclistas, considerando os aspectos utilizados nesta etapa. Desse modo será possível comparar os resultados do eixo com potencial de implantação e do já implantado.

4.4. ANÁLISE DE CICLOVIA IMPLEMENTADA

Para a seleção da via que possua ciclovia implanta será utilizado os dados coletados ao longo da aplicação do método Sintaxe Espacial, já que a escala de

cidade mantém-se inalterada, o único fator diferente a ser considerado é a existência de tal estrutura destinada aos ciclistas.

O mapa de integração global (Rn) (figura 34) destacou a Av. Ipiranga como a via mais integrada em relação as demais vias da cidade, assim como na integração local (R4) (figura 36) a avenida manteve-se como a de maior integração em relação ao conjunto total de vias.

Devido a este fato, e pela existência de uma ciclovia às margens do Arroio Dilúvio, a análise da Avenida Ipiranga torna-se um caso relevante para a aplicação das demais escalas de análise (bairro e local), possibilitando a comparação entre os locais avaliados.

Figura 55 - Ciclovia Avenida Ipiranga



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Para a análise será considerado o segmento entre a Avenida Edvaldo Pereira Paiva e a Avenida da Azenha (figura 55), neste trecho a ciclovia localiza-se ao sul do Arroio Dilúvio, já a partir do cruzamento entre Av. Ipiranga e Av. da Azenha a ciclovia segue na margem norte, além do segmento em questão apresentar maior valor de integração que o restante da via.

Definida a via, através da sintaxe espacial, e o segmento a ser analisado, por meio da existência da infraestrutura cicloviária, passa-se a análise das características de descentralidade, avaliando a existência de atratores que induzam o movimento de usuários de modais não motorizados no espaço urbano.

Para tal verificação, faz-se necessário avaliar a ocupação do solo urbano, essa indicando se há a diversidade de usos necessária para a caracterização da área como uma descentralidade.

Figura 56 - Ocupação do Solo Avenida Ipiranga



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

A avenida Ipiranga, na seção selecionada, apresenta predominância de usos institucionais, caracterizados principalmente por órgão públicos, há presença de pontos comerciais, algumas quadras residenciais e pontos de uso misto, conforme figura 56. Essa concentração de usos institucionais, na referida via, a caracteriza como descentralidade administrativa, entretanto através da frequência de consumo, como realizado anteriormente para avenida Assis Brasil, define-se o nível de atratividade para o movimento de modais não motorizados.

Figura 57 - Frequência de Consumo Avenida Ipiranga



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Com relação a frequência de consumo a avenida Ipiranga apresenta em grande parte pontos de consumo raro, caracterizado principalmente por instituições públicas, há pontos de consumo freqüente, e alguns casos de edificações com estabelecimentos de consumo diário, entretanto a concentração destes localiza-se na margem oposta à ciclovia existente.

A Av. Ipiranga, em 2008 conforme o plano diretor ciclovitário de Porto Alegre, apresentou um número considerável de viagens realizadas pelo modal bicicleta, totalizando 1100 viagens por dia, valor inferior as 2800 viagens/dia realizadas através da Avenida Assis Brasil (figura 58), entretanto, apresenta condições para receber a infraestrutura necessária para que tais deslocamentos ocorram com os padrões de qualidade e conforto necessários ao modal de transporte.

Figura 58 - Viagens de bicicleta em 2008

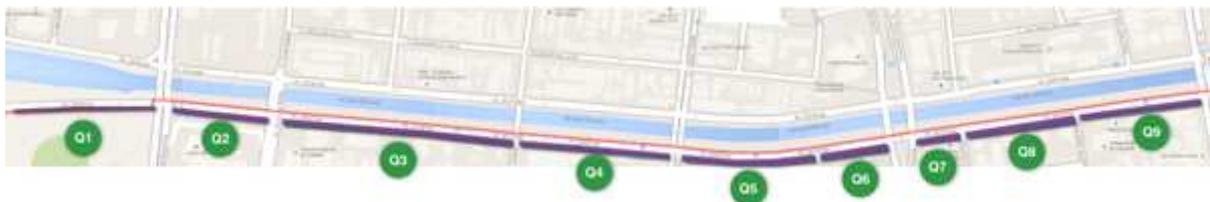


Fonte: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2009.

Faz-se necessário verificar se a área a qual a ciclovia está inserida possui potencial para atrair novos usuários, para tanto a aplicação da metodologia de nível de serviço qualitativo, Índice de Qualidade das Calçadas, pode demonstrar o nível de conforto para o pedestre através de todos os seus critérios, e a atratividade do espaço urbano através de duas dimensões avaliadas.

Desse modo a verificação das calçadas da avenida Ipiranga será realizada através da aplicação da referida metodologia seguindo os critérios e procedimentos já adotados anteriormente.

Figura 59 - Quadras a serem avaliadas pela metodologia de NS



Fonte: Google Mapas, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Serão avaliadas nove quadras, localizadas a margem sul do Arroio Dilúvio, uma vez que a ciclovia costeia apenas essa margem. As quadras a serem avaliadas estão compreendidas entre as Avenidas Edvaldo Pereira Paiva e da Azenha.

Tabela 22 - Avaliação NS quadra 1

							
Q1	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS	
	3	1	4	0	5	2,6	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (img Google Mapas, 2016).

Na quadra Q1 insere-se o parque Marinha do Brasil, fato que confere ao segmento altos índices de atratividade, segundo a metodologia de Ferreira e Sanches (2001), entretanto a ausência de pavimentação na calçada, a possibilidade de conflitos entre pedestres e ciclistas, a inexistência de atividades comerciais no local e a falta de policiamento, tende a diminuir o nível de serviço apresentado para o segmento conforme tabela 22.

Tabela 23 - Avaliação NS quadra 2

							
Q2	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS	
	3	4	5	0	1	2,6	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Mapas, 2016)

A calçada Q2 localizada em frente ao shopping center Praia de Belas, apesar de apresentar bons índices no que se refere a infraestrutura disponível ao pedestres, demonstra a mesma qualidade referente ao espaço urbano, conforme tabela 23, principalmente pela configuração da paisagem urbana e da inexistência de permeabilidade entre calçada e a edificação presente na quadra.

Tabela 24 - Avaliação NS quadra 3

						
Q3	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS
	3	4	4	0	1	2,4

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Maps, 2016)

A quadra Q3 (tabela 24) apresenta as mesmas características do segmento Q2 (tabela 23), uma grande extensão de calçada margeando um muro contínuo, o que não fornece aos usuários do local seguridade e interrupções da mesma com rebaixos para o acesso de veículos automotores.

Tabela 25 - Avaliação NS quadra 4

						
Q4	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS
	3	2	4	2	1	2,4

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Maps, 2016)

O segmento Q4, pode ser dividido em duas partes, a primeira segue os moldes apresentados nas quadras Q2 e Q3, já a segunda parte apresenta melhor condições no que se refere ao ambiente urbano, entretanto segregado da calçada por grades, o que confere ao local baixa permeabilidade pesando no fator seguridade do local (tabela 25).

Tabela 26 - Avaliação NS quadra 5

						
Q5	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS
	3	3	4	2	2	2,8

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Maps, 2016)

A quadra Q5, volta a apresentar os mesmos fatores das quadras Q3 e Q4, entretanto com melhores condições que as mesmas, apresentado longos trechos

murados e pouco permeáveis, mesclados com pontos comerciais segregados da calçada por grades (tabela 26).

Tabela 27 - Avaliação NS quadra 6

						
Q6	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS
	2	4	4	2	1	2,6

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Mapas, 2016)

Na quadra Q6 (tabela 27), as condições de atratividade do fluxo de pedestres e ciclistas volta a diminuir, já que a quadra apresenta apenas uma atividade destinada a veículos automotores, um posto de gasolina, que ocupa metade da área analisada. A outra parte apresenta uma praça, entretanto essa não possui conexões que possibilitem o aumento de seguridade do local, já que para isso há necessidade de circulação de pessoas e atividades atrativas no entorno do local, conforme Jacobs (1960) e Gehl (2010).

Tabela 28 - Avaliação NS quadra 7

						
Q7	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS
	3	4	5	3	2	3,4

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Mapas, 2016)

O segmento Q7 (tabela 28), por apresentar quase que exclusivamente uso institucional, não apresenta uma boa relação entre ambiente urbano e construído, entretanto apresenta os melhores padrões de infraestrutura para pedestres e

seguridade, já que ali está presente a Polícia Federal, o que confere a quadra o melhor índice de qualidade de calçadas da avenida Ipiranga no trecho em análise.

Tabela 29 - Avaliação NS quadra 8

							
Q8	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS	
	3	4	5	2	1	3	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Mapas, 2016)

A quadra Q8 volta a apresentar os padrões de nível de serviço observados nas quadras Q5 e Q6, entretanto apresentando melhores condições de infraestrutura destinada a pedestres. No aspecto qualidade do espaço urbano essa quadra volta a apresentar baixos índices (tabela 29).

Tabela 30 - Avaliação NS quadra 9

							
Q9	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	NS	
	2	3	4	3	3	3	

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016 (imagem Google Mapas, 2016)

Por fim, o segmento Q9 apresenta uma diversidade maior de atividades comerciais, mesmo que essas apresentem-se segregadas da calçada por grades, representando assim o ponto mais atrativo para o movimento de pessoas na Avenida Ipiranga. Entretanto a qualidade da infraestrutura para o pedestre apresenta baixos níveis de segurança e manutenção (tabela 30).

Tabela 31 - Avaliação NS Av. Ipiranga

Segmentos	Tabela 3	Tabela 4	Tabela 5	Tabela 6	Tabela 7	MÉDIA	NS
Q1	3	1	4	0	5	2,6	D
Q2	3	4	5	0	1	2,6	D
Q3	3	4	4	0	1	2,4	D
Q4	3	2	4	2	1	2,4	D
Q5	3	3	4	2	2	2,8	D
Q6	2	4	4	2	1	2,6	D
Q7	3	4	5	3	2	3,4	C
Q8	3	4	5	2	1	3	C
Q9	2	3	4	3	3	3	C

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Desse modo, o Índice de Qualidade das Calçadas da Avenida Ipiranga pode ser considerado regular (tabela 31), já que grande parte dos segmentos avaliados enquadraram-se nesse nível de serviço. Com a aproximação do trecho da Avenida da Azenha a qualidade global das estruturas melhora, atingindo um conceito bom em seu nível de serviço (figura 60).

Figura 60 - Nível de Serviço Avenida Ipiranga



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Entretanto, os aspectos presentes na metodologia do IQC de Ferreira e Sanches (2001), que possuem maior relação com o poder de atratividade do movimento de pedestres e ciclistas para a via, são representados pelos fatores Seguridade (tabela 6) e Atratividade Visual (tabela 7). Desse modo a avaliação desses aspectos de modo dissociado dos demais pode fornecer a real atração que a área pode exercer sobre ciclistas que utilizam o modal cicloviário como modo de transporte cotidiano.

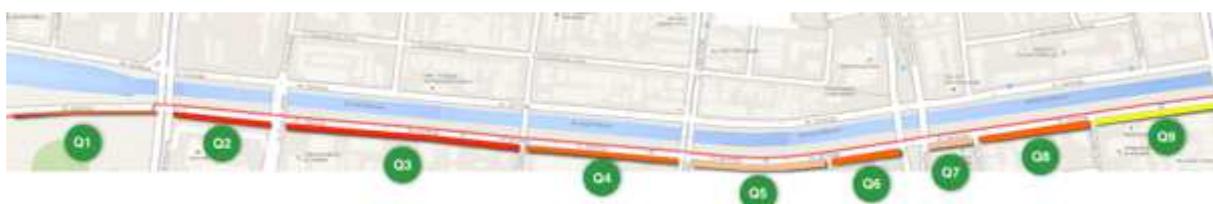
Tabela 32 - Avaliação NS ambiente urbano Av. Ipiranga

Segmentos	Tabela 6	Tabela 7	MÉDIA	NS
Q1	0	5	2,5	D
Q2	0	1	0,5	F
Q3	0	1	0,5	F
Q4	2	1	1,5	E
Q5	2	2	2	D
Q6	2	1	1,5	E
Q7	3	2	2,5	D
Q8	2	1	1,5	E
Q9	3	3	3	C

Fonte: Ferreira e Sanches, 2001. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

A avaliação destes aspectos demonstra que a Avenida Ipiranga (tabela 32) em média apresenta um nível de atratividade regular (D), entretanto os segmentos próximos ao Shopping Praia de Belas apresentaram os menores índices de atração com nível de serviço péssimo no que diz respeito a segurança e atratividade visual. Já os segmentos próximos a Avenida da Azenha apresentam níveis de serviço que variam do bom, a quadra mais próxima, ruim a quadra Q8 e regular o segmento Q7 (figura 61).

Figura 61 - Nível de Serviço considerando aspectos de segurança e atratividade - Av. Ipiranga



Fonte: Google Maps, 2016. Adaptado por LANZIOTTI, 2016

Apesar da Avenida Ipiranga não apresentar atratividade para o uso da bicicleta como transporte diário, a atração que a mesma exerce sobre ciclistas esportistas e de lazer é considerável, já que essa conecta-se com a ciclovia às margens do Rio Guaíba. Desse modo a estrutura ali presente é importante para o

sistema cicloviário da cidade de Porto Alegre, entretanto a priorização de execução de uma ciclovia em uma via que não possui uma grande representatividade no número de viagens/dia, se comparada a Avenida Assis Brasil, tende a tornar o processo de migração dos modais motorizados aos não motorizados prejudicado e ineficiente no que tange o investimento público. O ciclista cotidiano, neste caso, não foi beneficiado, já que grande parte desses utilizam outra porção da cidade para realizar seus deslocamentos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do estudo teórico das metodologias descritas na seção dois do presente trabalho foi possível verificar que, embora todas abordem o ambiente urbano em suas respectivas escalas - e dentro das escalas as mesmas utilizam os mesmos aspectos para tal análise - uma se sobrepõe a outra quando o enfoque dado a pesquisa é mobilidade não motorizada.

Na escala de cidade, em que foram analisadas as metodologias de medida de centralidade e sintaxe espacial, constatou-se que ambas trabalham sobre a mesma teoria matemática, a teoria dos grafos. Entretanto, a primeira mantém seu enfoque sobre os nós formados pela estrutura de linhas de um grafo; a segunda quantifica as linhas. No caso da presente pesquisa, possui maior conexão com a mobilidade através de modais não motorizados.

Pelo fato da sintaxe espacial desenvolver-se sobre a teoria do movimento natural, ela apresentou-se para a presente pesquisa como a ferramenta que atendeu de modo mais assertivo a proposta de análise. Seu enfoque na análise das conexões viárias, através dos eixos axiais, de maneira global, propicia o entendimento da estrutura urbana como um todo. Já no enfoque local, esse com maior conexão com os modais não motorizados, possibilita uma análise precisa da importância de determinado eixos para uma região.

Na escala de bairro, na qual foram analisadas as metodologias de polos geradores de viagens e descentralidades urbanas, foi possível verificar que não há sobreposição de métodos, já que um acaba que por englobar o outro. Ou seja, a existência de um PGV em determinado ponto induz o surgimento de uma nova descentralidade urbana, sendo que nessa estão presentes os PGV. Dessa forma, o método de descentralidade, para a presente pesquisa, adequou-se de modo mais eficiente para a leitura do ambiente urbano, já que a metodologia engloba os quesitos básicos que influenciam e atraem o movimento de pessoas pelo espaço.

A avaliação da descentralidade para a mobilidade não motorizada mostrou ser de suma importância, já que através do e seus conceitos foi possível definir uma área de abrangência compatível com as possibilidades de deslocamento dos utilizadores desses modais. Também foi capaz de induzir o recorte da área para a presente pesquisa baseada na frequência de consumo que certos tipos de atividade comercial induzem ao consumidor, refletindo diretamente no movimento de pessoas no espaço urbano.

Na escala local, a avaliação de duas vertentes da mesma metodologia possibilitou o entendimento e enquadramento de cada uma em suas respectivas funções essenciais. Por um lado, a metodologia de nível de serviço quantitativo, possibilita ao planejador verificar a capacidade de movimento na estrutura existente, assim como propor o redimensionamento em função de uma demanda futura. Por outro lado, o nível de serviço qualitativo avalia questões relacionadas à qualidade da estrutura e do espaço urbano. Isto, certo modo, acarreta em maior ou menor atratividade de pessoas a determinado local.

Desse modo, o Nível de Serviço Qualitativo possibilitou a leitura do espaço urbano selecionado, o que acarretou na percepção de aspectos positivos e negativos da estrutura existente e do ambiente urbano que compõem o espaço em análise. Esse fator é primordial para a atração de pessoas ao ambiente, conseqüentemente indutor do movimento por modais não motorizados.

Nas seções 3 e 4 da presente pesquisa foram abordadas e aplicadas as metodologias supracitadas a fim de sintetizar o processo de planejamento de modais não motorizados, priorizando a utilização da bicicleta, sobre a cidade de Porto Alegre. Foram aplicadas as metodologias de sintaxe espacial na escala de cidade, a descentralidade na escala de bairro e o nível de serviço qualitativo na escala local.

Através da Sintaxe Espacial foi possível perceber os eixos de maior probabilidade de deslocamento através dos modais não motorizados. Através da análise de integração local (R4), foi possível destacar um eixo que até então não possuía uma representatividade considerável no aspecto de integração global. Esse eixo, conformado pela Avenida Assis Brasil, demonstrou uma representatividade na região que se insere superior aos demais eixos destacados nos mapas axiais. Desse modo, a pesquisa tendeu a essa via, que possui um dos maiores fluxos de ciclistas de toda a cidade de Porto Alegre.

Selecionado o eixo da Av. Assis Brasil, foi definido o eixo da Av. Sertório, paralelo a ela, por apresentar representatividade na integração local e por estar entre as vias de maior fluxo de ciclistas assim como a Av. Assis Brasil. A partir desse recorte passou-se para a escala de bairro.

A sintaxe espacial demonstrou nível de assertividade elevado na definição de áreas destinadas a modais não motorizados, pois, tendo por base os dados sintáticos, em comparação com o plano diretor cicloviário da cidade de Porto Alegre, pode-se constatar que os eixos selecionados para a pesquisa não só fazem parte do sistema proposto, mas são eixos estruturadores de todo o sistema.

Com a seleção dos eixos foi possível avaliar comparativamente o tipo de descentralidade que cada um desses caracterizava, tendo como resultado o eixo da Avenida Sertório como um eixo comercial de consumo raro e a Avenida Assis Brasil como de comércio frequente. Isto, de certo modo, acarretou na definição do mesmo para a análise com a próxima ferramenta.

Constatou-se que a atividade comercial de consumo frequente exerce um poder de atração sobre um número maior de habitantes, o que induz o fluxo de pessoas no espaço a qual o eixo se insere. Assim, através da classificação comercial pela frequência de consumo foi possível definir o último recorte necessário para a aplicação da metodologia na escala local.

A aplicação da metodologia de nível de serviço qualitativo possibilitou o entendimento do espaço como atrator de movimento de pessoas em função da qualidade do espaço urbano, já que o mesmo apresentou bons níveis nos quesitos avaliados.

Entretanto, a falha do poder público em incrementar os padrões de segurança pública no espaço avaliado prejudicou a composição do nível de serviço da área, já que a existência da sensação de segurança do local é baseada na existência de pessoa no local.

A fim de possibilitar uma análise comparativa entre a via onde deveria existir infraestrutura cicloviária e uma via onde há a infraestrutura, foi realizada a avaliação da Avenida Ipiranga, que além de destacar-se na sintaxe espacial como eixo mais integrado globalmente (Rn) e localmente (R4) da cidade de Porto Alegre, essa apresenta uma estrutura cicloviária em processo de consolidação.

Entretanto os níveis de urbanidade do local apresentaram-se baixos, o que diminui a atratividade dos deslocamentos cotidianos através de bicicletas, assim como a baixa diversidade de atrativos comerciais, sendo que a via possui uma característica de descentralidade administrativa.

Através desta comparação entre local ideal, ou que deve ser priorizado, e local que contem, porém com menor relevância no que tange o transporte não motorizado, pode-se constatar que, a priorização de implantação das infraestruturas destinadas aos modais não motorizados, principalmente a bicicleta, estão dissociados da demanda de usuários considerando como condicionante a existência de espaços urbanos residuais que comportem a infraestrutura necessária.

A pesquisa buscou demonstrar que a avaliação do espaço urbano em múltiplas escalas pode facilitar o processo de planejamento para modais não motorizados, já que o resultado obtido insere-se na proposta elaborada para o plano diretor ciclovitário do município de Porto Alegre.

As metodologias demonstraram-se de certo modo condizentes com a escala de análise a qual foram aplicadas, resultando em dados positivos para análise e comparação, além de possibilitar a agilidade da leitura do ambiente urbano. A metodologia da sintaxe espacial teve a capacidade de indicar grande parte dos eixos que compõem o plano diretor ciclovitário do município, assim como a metodologia de descentralidade possibilitou a definição da importância de determinada área sobre a outra que compõem o ambiente urbano. Por fim, o nível de serviço qualitativo possibilitou a análise dos atributos necessários para o desenvolvimento dos deslocamentos através de modais não motorizados, servindo como parâmetro de atração ou repulsa de novos usuários para esses sistemas.

Entretanto, a metodologia de nível de serviço qualitativa aplicada, índice de qualidade de calçadas, necessita revisão em alguns aspectos. Por tratar-se de um método desenvolvido em 2001, houve avanços acadêmicos acerca da temática mobilidade peatonal e sobre o próprio ambiente urbano, sendo que esta revisão foge ao objetivo da presente pesquisa.

A aplicação das metodologias de medida de centralidade e nível de serviços quantitativo pode fornecer uma nova gama de indicadores a serem considerados para o desenvolvimento dos modais não motorizados no ambiente urbano. Ambos, aplicados em conjunto com os métodos empregados na presente pesquisa, poderiam demonstrar, no caso da medida de centralidade, os pontos de maior atratividade do sistema urbano, bem como o nível de serviço quantitativo, a capacidade do sistema para pedestres e ciclistas, de suma importância para a equalização entre a atração de usuários e conforto dos mesmos no espaço urbano.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBASZADEGAN, M.; MOKHTARZADEH, S.; BIDRAM, R. A study of the relation between the spatial structure of the city and the quality of urban development using Space Syntax A case study of Mashhad. **Journal of Urban-Regional Studies and Research**, v. 4, n. 14, p. 43-62, 2012.

ACIOLY, Claudio; FORBES, Davidson. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Maud, 1998.

AGUIAR, Douglas Vieira de. Alma espacial. **Arquitextos**, São Paulo, ano 02, n. 022.07, Vitruvius, mar. 2002

ALVES, Alex de Vasconcelos Pineli; SORRATINI, José Aparecido; BARBOSA, Rafael Costa. Polos geradores de viagem: metodologia para avaliação de impactos no tráfego devido a estabelecimentos de ensino de nível superior. **Horizonte Científico**, v. 5, n. 1, 2011.

ALVES, Flamarion Dutra. Notas teórico-metodológicas entre geografia econômica e desenvolvimento regional. **V Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional**, 2011.

ALVES, Glória. A. A Mobilidade/Imobilidade na Produção do Espaço Metropolitano. In: CARLOS, Ana F. A.; SOUZA, Marcelo L. de; SPOSITO, Maria E. B. (ORG). **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. São Paulo: Contexto, 2013.

ASADI-SHEKARI, Zohreh; MOEINADDINI, Mehdi; ZALY SHAH, Muhammad. Non-motorised level of service: addressing challenges in pedestrian and bicycle level of service. **Transport reviews**, v. 33, n. 2, p. 166-194, 2013.

ASCHER, François. **Os novos princípios do Urbanismo**. São Paulo: Editora Romano Guerra 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. Transporte Humano – cidades com qualidade de vida. São Paulo, ANTP, 1997.

BALBINOT, A.; ZARO, M.; TIMM, M. Funções psicológicas e cognitivas presentes no ato de dirigir e sua importância para os motoristas no trânsito. **Ciências & Cognição**, v. 16, n. 2, p. 13-29, 2011

BARRETO, Rogério. O centro e a centralidade urbana: Aproximações teóricas de um espaço em mutação. **Cadernos Curso de Doutorado em geografia, FLUP**.

BENSON, J., e ROE, M.,(2007). " Landscape and sustainability". 2ª edição, New York, Routledge, 2010.

BARROS, R. N.; SILVA, J. S.; CARVALHO, M. V. G. S. A.; PINHEIRO, A. M. S. Determinação do Nível de Serviço de Calçadas Utilizando o Método de Sarkar. **19º Congresso Brasileiro de Transportes e Trânsito.** Brasília, 2013.

BEZERRA, M. do C. de L.; GENTIL, C. D. A. Elementos da Forma Urbana Relacionados à Mobilidade Sustentável. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo.** Belo Horizonte: v.20 n. 26 1ºsem. 2013. p. 129-148.

BORBA, Elizandro M. **Medidas de centralidade em grafos e aplicações em redes de dados.** Porto Alegre: UFRGS, 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado), Programa de pós-graduação em matemática aplicada. Porto Alegre, 2013.

BRADFORD, M. G. et al. **Geografia Humana: teorias e suas aplicações.** 1987.

BRASIL, Código de Trânsito Brasileiro. **Código de trânsito brasileiro: instituído pela Lei nº9.503.** de 23-09-1997. 3. ed. Brasília: DENATRAN, 2008.

_____: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projetos geométricos de rodovias rurais.** IPR. Publ. Rio de Janeiro, 1999.

_____: Lei n. 12.587, de 3 de Janeiro de 2012, Dispõe sobre a Política Nacional de Mobilidade Urbana. **Diário Oficial da União,** Brasília - DF, 04 jan. 2012. p. 1

_____: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana.** 2007.

_____: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade por Bicicleta nas Cidades.** 2007.

_____: Ministério dos Transportes. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes. **Planejamento Cicloviário: Diagnóstico Nacional.** 2001

_____: Ministério da Justiça, Departamento Nacional de Trânsito. **Manual de procedimentos para o tratamento de Polos Geradores de Tráfego.** Departamento Nacional de Trânsito, Brasília: Denatran/FGV, 2001.

CAMBIAGHI, Silvana. **Desenho Universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas.** 3 ed. rev. São Paulo: Editora SENAC, 2012.

CAVALCANTE, A. P. de H. A arquitetura da cidade e os congestionamentos. In: HOLANDA, Frederico de (Orgs). **Ordem & desordem: arquitetura & vida social.** Brasília: FRBH, 2012.

COMIN, B. P.; KOTOWEY, A. LARocca JUNIOR, J.; RECH C. R. A Declividade Frente à Implantação de Rotas Cicláveis na Cidade de Ponta Grossa. **Revista de Engenharia e Tecnologia**. Ponta Grossa: v. 5 n. 3. 2013. p. 104-114.

DANDAN, T. A. N. et al. Research on methods of assessing pedestrian level of service for sidewalk. **Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology**, v. 7, n. 5, p. 74-79, 2007.

DEL-VECCHIO, Renata Raposo *et al.* **Textos para discussão**. UFF/ECONOMIA. 2009.

DUARTE, F.; LIBARDI, R.; SÁNCHEZ, K. **Introdução à mobilidade urbana**. Curitiba: Jurua Editora, 2007.

DUARTE, H. S. B. A Cidade do Rio de Janeiro: descentralização das atividades terciárias. Os centros funcionais. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 36, n. 1, p. 53-98, 1974

FERREIRA, M. A. G.; SANCHES, S. P. Índice de qualidade das calçadas-IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, v. 91, n. 23, p. 47-60, 2001.

FREEMAN, Linton C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social networks**, v. 1, n. 3, p. 215-239, 1978.

FREITAS, Leonardo Q. De. Medidas de centralidade em grafos. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010. 111 f. Dissertação (Mestrado), Programa de pós-graduação em engenharia de produção, COPPE, Rio de Janeiro 2010.

FRUIN, John J. **Pedestrian Planning and Design**: Revised Edition. 2 ed. Mobile: Elevator World Inc, 1987.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

_____. **Life between buildings: using public space**. Island Press, 2011.

GOLDNER, Lenise Grando *et al.* Pólos múltiplos geradores de viagens (PMGV). **TRANSPORTES**, v. 18, n. 1, 2010.

GONÇALVES, Fábio; PORTUGAL, Licínio da Silva. Os Impactos dos Grandes Empreendimentos na Mobilidade Urbana: Os Polos Geradores de Viagens. **REVISTA UFG**, v. 13, n. 12, p. 28-34, 2012

GUTIÉRREZ, Andrea Inés. ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. **Bitácora Urbano Territorial**, v. 2, n. 21, 2013

HILLIER, Bill. **Space is the machine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.

HOLANDA, Frederico de; MEDEIROS, Valério. Ordem & Desordem em Brasília & Chandigarh. In: HOLANDA, Frederico de (Orgs). **Ordem & desordem: arquitetura & vida social**. Brasília: FRBH, 2012.

HOLANDA, Frederico Rosa Borges. **O espaço de exceção**. Editora UnB, 2002.

IBGE <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. acessado em 21/06/2016 às 14:18

IMTT, Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres I.P; **Coleção de Brochuras Técnicas/ Temáticas**: Tipologias de meios e modos de transporte; Lisboa: 2011

Instituto de Políticas de Transporte & Desenvolvimento. **Padrão de Qualidade Transit Oriented Development TOD**. v. 0.8.5. Rio de Janeiro: 2013.

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades**. 3 ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

KHISTY, C. J. Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept. **Transportation Research Record**, n. 1438, p. 45-50, 1994.

KRAFTA, RÔMULO. Estrutura espacial urbana, centralidade e ordem simbólica na região metropolitana de porto alegre. In KRAFTA, RÔMULO. **Análise espacial urbana: aplicações na região metropolitana de Porto Alegre**. Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

LAMAS, José Manuel Ressano Garcia. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 7. Ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2014.

LARRAÑAGA, Ana Margarita; RIBEIRO, José Luis Duarte; CYBIS, Helena Beatriz Betella. Fatores que afetam as decisões individuais de realizar viagens a pé: estudo qualitativo. **TRANSPORTES**, v. 17, n. 2, 2009.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre: Masquatro, 2003.

MASCARÓ, Lucia (organizadora). **A iluminação do espaço urbano**. Porto Alegre: Masquatro, 2006.

MEDEIROS, Valério. As Cidades e o labirinto: configuração espacial em assentamentos brasileiros. In: HOLANDA, Frederico de (Orgs). **Ordem & desordem: arquitetura & vida social**. Brasília: FRBH, 2012.

Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul, Ordem Urbanística, Doutrina O Plano diretor como instrumento de política urbana. Disponível em: <https://www.mprs.mp.br/urbanistico/doutrina/id492.htm>. Acesso em: 20/06/2016 às 21:47.

MONNET, Jérôme. Les dimensions symboliques de la centralité. **Cahiers de géographie du Québec**, v. 44, n. 123, p. 399-418, 2000.

MONTEIRO, F., B.; CAMPOS, V., B., G. Metodologia para análise do nível de serviço dos caminhos pra pedestres no acesso ao transporte de massa. In: **XXV ANPET – CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES**, 25., 2011. Belo Horizonte.

NETTO, Vinicius M. **Cidade & sociedade: as tramas da prática e seus espaços**. Sulina, 2014.

OPSAHL, Tore; AGNEESSENS, Filip; SKVORETZ, John. Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. **Social Networks**, v. 32, n. 3, p. 245-251, 2010.

POLIDORI, Maurício Couto; POLIDORI, M. C. L. Avaliação da proposta de estrutura viária para a Área Urbana de Matinhos, PR, utilizando o software Medidas Urbanas® e o modelo de centralidade. **Matinhos:[sn]**, 2006.

POLUS, Abishai; SCHOFER, Joseph L.; USHPIZ, Ariela. Pedestrian flow and level of service. **Journal of Transportation Engineering**, 1983.

POMAR, Lindsay Álvarez; GIRALDO, Germán Méndez; GONÇALVES, Natália Martins. Los Sistemas Peatonales Como Sistemas De Transporte. **Revista Científica**, v. 21, 2015.

PORTO ALEGRE. Prefeitura Municipal. Lei complementar nº 626, de 15 de julho de 2009. Institui o Plano Diretor Cicloviário Integrado. Disponível em: <http://www.camarapoa.rs.gov.br/biblioteca/integrais/LC%20626.pdf>. Acesso em: 21/06/2016 às 15:49

PROVIDELO, J. K.; SANCHES, S. P. Análise Fatorial da Percepção sobre o Uso da Bicicleta. **Revista Engenharia Civil**. Guimarães: n. 40. 2011. p. 121-130.

REIS, Luis Carlos Tosta dos. **Descentralização e desdobramento do núcleo central de negócios na cidade capitalista: estudo comparativo entre Campo Grande e Praia do Canto na Grande Vitória-ES**. 2007. Tese de Doutorado. Tese de doutoramento em Geografia: UFRJ.

SANTOS GONÇALVES, Fabio. **Classificação dos pgvs e sua relação com as técnicas de análise de impactos viários**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SÃO PAULO, CET Companhia de Engenharia. Polos geradores de tráfego. **Boletim Técnico**, v. 32, 1983.

SARKAR, Sheila. Qualitative evaluation of comfort needs in urban walkways in major activity centers. **Transportation Quarterly**, v. 57, n. 4, p. 39-59, 2003.

SERPA, Ângelo. Lugar e Centralidade em um Contexto Metropolitano. In: CARLOS, A. F. A.; SOUZA, M. L.; SPOSITO, M. E. B. (Orgs), **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios**. 2012.

SILVA, André de Souza. **Modelagem, Mensuração e Simulação do Movimento de Pedestres e Veículos**. 2010. 300f. Tese de Doutorado Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

_____. **O movimento de pedestres em função da configuração espacial e das condições das calçadas. Estudo de caso: área central de Santa Cruz do Sul/RS**. 2004. 243f. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, L. M. DA; AZEVEDO FILHO, M. A. N DE; SILVA, A. N. R. DA: Uma Análise Espacial de Fatores que Afetam os Deslocamentos por Modos Não-Motorizados. **Revista Minerva - Pesquisa & Tecnologia**. São Carlos: v.6 n.3. 2009. p. 293-301.

SILVA, Leandro R.; KNEIB, Erika C.; SILVA, Paulo CM. Proposta metodológica para definição da área de influência de pólos geradores de viagens considerando características próprias e aspectos dinâmicos de seu entorno. **Article Published in the J. Civil Engng**, v. 27, p. 111-126, 2006.

SILVA, N. R. R.; **Avaliação do Nível de Serviço de Calçadas em Cidades de Porte Médio, Considerando a Percepção de Usuários e Técnicos**. 2008. 162f. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA PORTUGAL, Licínio; GOLDNER, Lenise Grando. **Estudo de pólos geradores de tráfego e de seus impactos nos sistemas viários e de transportes**. Edgard Blücher, 2003.

SILVA, R. J. P. DA: **Mobilidade Urbana: A Bicicleta como Meio de Transporte Diário**. 2012. 125f. Dissertação (Mestrado em Design Industrial) Faculdade de Engenharia. Universidade do Porto, Porto.

SILVA, Thiago S. A. **Um estudo de medidas de centralidade e confiabilidade em redes**. Rio de Janeiro: CEFET/RJ, 2010. 60 f. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2010.

SINGH K., JAIN P. K.. Methods Of Assessing Pedestrian Level Of Service. **Journal Of Engineering Research and Studies**. vol. II. 2011. p. 116 – 124

SNIZEK, B.; NIELSEN, T. A. S.; SKOV-PETERSEN, H. Mapping bicyclists' experiences in Copenhagen. **Journal of Transport Geography**. n. 30. 2013. p. 227-233.

SORTON, Alex; WALSH, Thomas. Bicycle stress level as a tool to evaluate urban and suburban bicycle compatibility. **Transportation Research Record**, p.17-24, 1994.

SOUZA, M. V. M. **Cidades Médias e Novas Centralidades: Análise dos Subcentros e eixos Comerciais em Uberlândia (MG)**. 2009. 236 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia MG, 2009

SOUZA, Pablo Brilhante de. **Análise de fatores que influem no uso da bicicleta para fins de planejamento cicloviário**. 2012. 190f. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Planejamento e Operação de Sistemas de Transporte). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

SPÓSITO, Maria Encarnação Beltrão. A gestão do território e as diferentes escalas da centralidade urbana. **Revista Território**, v. 3, n. 4, p. 27-37, 1998.

UNITED NATIONS. **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision**. New York: 2014.

U.S. Department of Transportation. Bureau of Transportation Statistics. **Bicycle and Pedestrian Data: Sources**.

VAUGHAN, Laura. The spatial syntax of urban segregation. **Progress in Planning**, v. 67, n. 3, p. 205-294, 2007.

YUASSA, V. N.; **Impacto da Hierarquia Viária Orientada Para o Automóvel no Nível de Serviço de Modos Não Motorizados**. 2008. 202f. Dissertação de Mestrado Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

ZAMPIERI, Fábio Lúcio Lopes. **Modelo estimativo de movimento de pedestres baseado em sintaxe espacial, medidas de desempenho e redes neurais artificiais**. Porto Alegre: UFRG, 2006. 274f. Dissertação (Mestrado em planejamento urbano e regional) – Programa de Pós-Graduação em planejamento urbano e regional, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.