

A configuração espacial urbana como subsídio para diagnósticos em planos de mobilidade

Urban spatial configuration as support for mobility plan diagnostics

André Souza Silva*, Izabele Colusso**

*Arquiteto e Urbanista; Doutor em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente nos Cursos de Graduação e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS, RS). Editor do periódico *arquiteturarevista*. Publica artigos e palestra sobre a temática urbana em periódicos e congressos especializados. Atua na área da modelagem, mensuração e simulação da configuração espacial urbana e análise do espaço aberto público.

**Arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Santa Maria (RS). Doutora em Planejamento Urbano e Regional pela UFRGS. Coordenadora e docente do curso de Arquitetura e Urbanismo da UNISINOS e coordenadora da Especialização em CIDADES - Gestão Estratégica do Território Urbano. Professora do Mestrado Profissional em Arquitetura e Urbanismo da UNISINOS. Responsável técnica pela Plural Consultoria em Planejamento Territorial, onde elabora Planos Diretores, Planos de Habitação Social e Planos de Mobilidade.

Resumo

Desenvolver procedimentos e critérios de modo a contribuir para a elaboração e revisão de planos de mobilidade tendo por base instrumentos fundamentados em conceitos e teorias do sistema configuracional urbano é o objetivo desta pesquisa. Neste sentido, propõe-se que os planos de mobilidade podem utilizar conceitos e teorias dos estudos configuracionais urbanos em consonância com variáveis sociais, culturais, ambientais, econômicas e políticas. Em termos metodológicos, será analisado como alguns instrumentos fundamentados nos estudos configuracionais urbanos podem aprimorar significativamente as reflexões e tomadas de decisão por parte dos planejadores e gestores urbanos. A instância empírica é estabelecida em Sapucaia do Sul-RS em razão do significado e importância desta cidade no contexto da região Metropolitana de Porto Alegre. Os resultados obtidos possibilitam compreender e relacionar a lógica socioespacial da articulação entre os níveis de acessibilidade urbana do sistema configuracional das áreas de centralidade com os critérios e prioridades das políticas públicas de intervenção do plano diretor da cidade em termos de mobilidade.

Palavras-chave: Planejamento Urbano. Mobilidade Urbana. Sistema Configuracional Urbano

Abstract

The objective of this research is to develop procedures and criteria that aim to contribute for the elaboration and review of mobility plans based on instruments that are important, especially regarding concepts and theories of the urban configurational system. It is proposed that mobility plans can use concepts and theories of urban configurational studies aligned with social, cultural, environmental, economic and political variables. The methodology will analyze how some instruments based on urban configurational studies can significantly improve the reflections and decision that are made by urban planners and city managers. The empirical instance is established in Sapucaia do Sul-RS because of the importance of this city in the context of the metropolitan region of Porto Alegre. The obtained results show that it is possible to understand and to relate the socioespacial logic of the articulation between the levels of urban accessibility of configurational system of areas that have better centrality data with the priorities of policies public intervention of the master plan in terms of mobility.

Keywords: Urban planning. Urban mobility. Urban configurational system

Introdução

A partir do diagnóstico do cenário atual da mobilidade urbana é possível estabelecer diretrizes de planejamento para a cidade. A caracterização e a análise dos condicionantes, desafios e potencialidades são a etapa metodológica para que este entendimento ocorra de fato, devendo incluir a revisão de planos diretores, projetos setoriais e políticas públicas preexistentes vinculadas às questões urbanas.

De acordo com WRI Brasil (2017), o diagnóstico é fundamental e representa custos significativos ao processo de elaboração do Plano de Mobilidade. A composição de base de dados e informações confiáveis que contemple vários temas relacionados à mobilidade é um dos processos-chave do diagnóstico, pois serve para avaliar as condições do setor e formular os cenários de desenvolvimento. Tal base de dados e informações é organizada em (i) fontes primárias, as quais são obtidas mediante pesquisas e levantamentos diretamente no local e em (ii) fontes secundárias disponíveis em consultas a documentos, bibliografias, dentre outros. Os dados e informações devem abranger elementos

interrelacionados, como por exemplo, características demográficas e socioespaciais, acessibilidade e mobilidade urbana, serviços e equipamentos urbanos, infraestrutura de transporte, segurança no trânsito, riscos e impactos ambientais, indicadores socioeconômicos, dentre outros.

Desta caracterização é possível elaborar o diagnóstico crítico dos aspectos quantitativos e qualitativos da mobilidade na cidade. Intrínsecas a tal organização do diagnóstico estão as conclusões dos temas elencados, conforme os conteúdos mínimos, e as diretrizes da lei de mobilidade, de modo a preservar o contexto de um sistema integrado, multimodal e estruturante para o desenvolvimento sustentável da cidade (circulação de mercadorias, organização do trânsito e tráfego, sistema de transporte motorizado e não motorizado, dentre outros).

Incentivar o uso de instrumentos alternativos para elaborar e revisar planos de mobilidade urbana por meio de uma adequada interação entre estudos configuracionais e variáveis sociais, culturais, ambientais, econômicas e políticas caracteriza-se como

um problema teórico-empírico, pois possibilita que formulações teóricas sejam confrontadas com a realidade, devido à sua base espacial física.

Em termos metodológicos, serão analisados alguns instrumentos fundamentados nos estudos configuracionais urbanos e suas contribuições para aprimorar significativamente as reflexões e tomadas de decisão por parte dos planejadores e gestores urbanos (HILLIER e HANSON, 1984; FIGUEIREDO, 2004; DESYLLAS e DUXBURY, 2000; KRAFTA, 1997, 2002). Consiste na leitura técnica da cidade fundamentada em análises configuracionais, complementadas por dados socioeconômicos, aspectos culturais, dados censitários, levantamento de campo e análise de parte do Plano Diretor.

Em função do significado e importância no contexto da região Metropolitana de Porto Alegre a cidade de Sapucaia do Sul-RS é tomada como estudo de caso. Será analisado parte de seu sistema de vias, em específico, algumas zonas e setores urbanos que apresentam impacto e relevância estratégica em termos socioeconômicos.

Assim sendo, desenvolver procedimentos e critérios de modo a fornecer dados analíticos em forma de diagnóstico para subsidiar o prognóstico de cenários futuros a curto, médio e longo prazos sobre a acessibilidade e a mobilidade urbana, para auxiliar na elaboração e revisão de planos de mobilida

de tendo por base metodologia fundamentada em conceitos e teorias do sistema configuracional urbano é o objetivo desta pesquisa.

Parâmetros de análise em planos de mobilidade

Com a expansão gradual das cidades contemporâneas em termos físicos, a mobilidade por entre as mesmas, seja peatonal ou por veículos motorizados individuais como carros e motos, ou públicos como trens e ônibus, tem se tornado uma questão de caráter complexo e problemático (VASCONCELLOS, 1998). Tal fenômeno diz respeito tanto às complexidades formais referentes aos artefatos edificados e urbanísticos, eventualmente criados a partir da expansão física de áreas urbanas (novas vias e edificações de usos e dimensões variadas respectivamente), quanto também ao modo como estes mesmos artefatos podem ou não influenciar a acessibilidade e a mobilidade urbana (PNMU, 2012).

A acessibilidade no contexto da mobilidade urbana, de modo sistemático, é aquela que delimita tais aspectos (sustentabilidade, equidade e eficiência), visto que, na conjuntura das cidades contemporâneas, a problemática relativa à acessibilidade, tanto de pedestres quanto de veículos, é uma das mais complexas a serem resolvidas. Já a mobilidade se refere ao modo pelo qual (modo motorizado ou não-motorizado) o movimento de pessoas (pedestres, veículos, bicicletas, transporte público) e de mercadorias ocorre pelo sistema de vias da cidade, en-

enquanto que acessibilidade diz respeito a condição de alcance entre partes do sistema de vias a partir de suas conexões (SILVA, 2010).

Fatores como o crescimento desordenado e a expansão urbana irregular tornam a implementação de um modelo adequado de acessibilidade um processo desafiador de particular dificuldade em termos de mobilidade urbana. Juntamente com as questões a serem resolvidas de acessibilidade no contexto da mobilidade, a problemática relacionada à maneira como determinado modelo de acessibilidade se comporta no tocante à sustentabilidade, equidade e eficiência é de importância fundamental.

Tal problemática delimita tanto as características físicas de determinado local onde um modelo de acessibilidade e mobilidade será implantado (dimensões de vias e edificações por exemplo), quanto as características socioculturais deste mesmo local (como as pessoas se comportam nos ambientes urbanos, tanto entre si quanto com o espaço já edificado). A regularização destas particularidades (sustentabilidade, equidade e eficiência) em um contexto urbano já consolidado é mediada nacionalmente pelo Plano de Mobilidade Urbana (PMU). O PMU, artigo 24 da Lei Federal 12.587 que instituiu a Política Nacional de Mobilidade Urbana, PNMU, (sancionada em 3 de janeiro de 2012), “[...] é um instrumento de planejamento de ações de curto, médio e longo prazo.” Cujo “[...] objetivo principal é orientar para que as ações e investimentos

estejam de acordo com a visão da cidade.” Exigido para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes, o PMU (e conseqüentemente todo a PNMU), abarca além de uma metodologia baseada nos princípios já citados de acessibilidade (sustentabilidade, equidade e eficiência) um conjunto de diretrizes e objetivos. Estes, fundamentalmente, priorizam a integração entre os meios de transporte públicos e a valorização daqueles não-motorizados para a redução das desigualdades sociais e o maior acesso aos serviços básicos e equipamentos públicos de modo que tais processos sejam em termos socioeconômicos, viáveis, e, ecologicamente sustentáveis.

Para a elaboração e/ou revisão de planos de mobilidade é necessária uma série de inventários sobre tráfego, trânsito e transporte. Recomenda-se que cidades em Regiões Metropolitanas (conforme Lei 12.587/12) do ponto de vista da importância que a mobilidade urbana representa, realizem tais inventários adicionais de modo a embasar tanto o relatório de diagnóstico e prognóstico quanto os planos e projetos decorrentes. Dentre estes aspectos, a configuração espacial urbana é condição primordial para a dinâmica socioespacial de toda e qualquer cidade. Assim, faz-se necessário entender a influência mútua entre sociedade e espaço em termos da lógica socioespacial de adaptação da forma urbana às necessidades das pessoas, que por sua vez influencia o comportamento destas, em específico a mobilidade urbana.

Atualmente, analisar determinadas variáveis, relações e efeitos que artefatos edificados e urbanos exercem nas pessoas constitui o desafio de pesquisa de diversos autores no âmbito dos estudos configuracionais urbanos. Diferentes conceitos, teorias e métodos centram-se na dimensão socioespacial, como por exemplo, os efeitos da morfologia urbana no movimento de pedestres e veículos. Representam e descrevem as propriedades da forma urbana através da quantificação dos padrões de continuidade e mudanças de direções necessárias para que as pedestres e veículos possam se movimentar de um espaço para todos os demais (PENN et al, 1998: 59-84). Possibilitam observar aspectos relativos de causa e efeito dos fatos observados e compreender as diferentes relações por detrás do fenômeno urbano. Dos estudos voltados à configuração espacial é possível compartilhar os pressupostos de que: i) a sociedade possui componentes espaciais; e, ii) o espaço possui componentes sociais.

Provenientes dos modelos de interação espacial, vários modelos configuracionais foram desenvolvidos por renomados autores para o entendimento da morfologia urbana, destacando-se sempre o objetivo ou a necessidade de estabelecer a relação entre a estrutura espacial e a frequência e intensidade com que os espaços abertos públicos são apropriados. Dentre os modelos mais conhecidos, citam-se a Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984), as Linhas de Continuidade (FIGUEIREDO,

2004), os Gráficos de Visibilidade (DESYLLAS e DUXBURY, 2000) e a Centralidade (KRAFTA, 1997).

A abordagem configuracional do espaço urbano por meio da Sintaxe Espacial (HILLIER e HANSON, 1984) apresenta-se como um método difundido amplamente adotado em casos de morfologia urbana, principalmente pela capacidade de reter a condição relacional entre espaços do sistema de vias, qualidade essencial inerente ao espaço aberto público. Ao relacionar o menor número de variáveis possíveis para explicar o maior número de fenômenos urbanos sócio espaciais vinculados à acessibilidade, a análise sintática do espaço permite verificar as correlações e influências recíprocas entre o movimento de pedestres e veículos e a configuração espacial urbana. A partir do posicionamento relativo do sistema de vias, a Sintaxe Espacial mensura e correlaciona as propriedades topológicas do potencial de acessibilidade a uma série de fenômenos que envolvem os estudos de natureza urbana.

Com base na Sintaxe Espacial, as Linhas de Continuidade de Figueiredo (2004) analisam a acessibilidade do sistema de vias por meio do cálculo cumulativo de cada mudança de direção durante o deslocamento. Linhas de Continuidade são entidades descritivas que representam os caminhos urbanos em sua máxima extensão, os quais são percorridos de maneira “natural” e percebidos como uma única “unidade espacial” (FIGUEIREDO, 2004: 59).

Gráficos de Visibilidade, por meio da noção de permeabilidade física e visual, analisam em que medida pontos no espaço aberto público são visíveis e acessíveis entre si (Análise Gráfica de Visibilidade - Visibility Graph Analysis – VGA - DESYLLAS e DUXBURY, 2000). Em termos práticos, a visibilidade consiste no número de percursos alternativos visíveis de um ponto considerado a outros pontos do mesmo sistema de vias. Denota a importância dos percursos disponíveis em razão da direção mais visível e acessível de movimento (GEHL, 1987: 142).

Diferentemente dos estudos anteriores, o modelo de Centralidade de Krafta (1992 e 1997) é uma medida de polaridade espacial, pois considera as relações dos espaços abertos públicos entre si nos aspectos relativos à ocupação das atividades. Estes estudos aprofundam a discussão em torno da complexidade dos sistemas urbanos, adicionando às análises informações relativas ao potencial das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de movimento de pedestres e veículos em gerar processos de apropriação espacial. Salvo algumas variações de ordem conceitual, teórica e metodológica, os modelos de Sintaxe Espacial, Linhas de Continuidade e Gráficos de Visibilidade, captam importantes aspectos do sistema de vias (tais como visibilidade, angularidade, integração e segregação), e podem ser potencialmente melhorados em sua capacidade de predição do movimento de pedestres e veículos se considera-

em conjunto nas análises outros aspectos essenciais à completa caracterização morfológica do espaço urbano, tais como, por exemplo, a metragem quadrada construída, geometria tridimensional, distribuição, concentração e potencial de atratividade das atividades residenciais e não-residenciais produtoras e atratoras de viagens.

Entender a complexidade dos fenômenos urbanos a partir da análise sistêmica entre diferentes, porém complementares, correntes de pensamento sobre a cidade, é ainda uma questão em aberto. O problema está, portanto, dentre os instrumentos metodológicos, fundamentados nos estudos configuracionais urbanos, identificar quais variáveis morfológicas são capazes de aprimorar significativamente as reflexões acerca da elaboração e revisão de planos de mobilidade.

Relação da cidade no contexto metropolitano

No contexto da Região Metropolitana de Porto Alegre, Sapucaia do Sul-RS (localizada a 19 km da capital), caracteriza-se em termos geográficos por ter uma área total de 58.309km² e altitude média acima do nível do mar de 36 metros. A cidade apresentava uma população de 140.311 habitantes até o ano de 2018, sendo a densidade demográfica de 2.233,61 habitantes por km². Sapucaia do Sul-RS tem um Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) considerado alto, variando de 0,700 até 0,799 entre os anos de 2000 até 2010 (211º no ranking estadual). No aspecto econômico, Sapucaia do

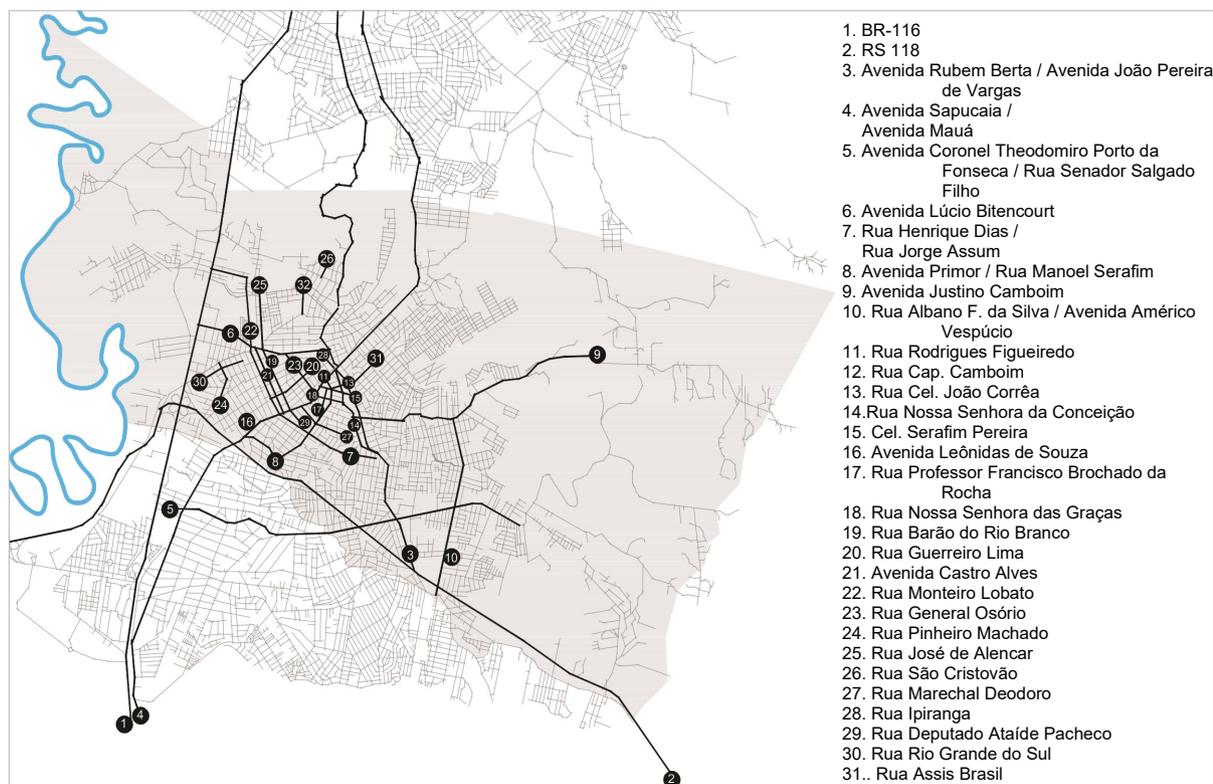


Figura 1: Hierarquia do Sistema de vias da Cidade de Sapucaia do Sul-RS. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019)

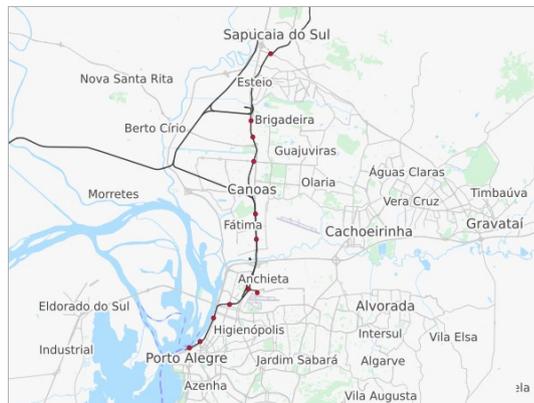


Figura 2: Linha do Trensurb entre Porto Alegre e Sapucaia do Sul-RS. Fonte: Open Street Map (2019).

Sul-RS, com economia pautada na atividade industrial, comercial e de serviços, tem proeminência na produção têxtil, metalúrgica e siderúrgica, sendo que a renda per capita média obteve um crescimento de 87,01% nos últimos vinte anos. É conectada por rodovias federais e estaduais: no sentido norte-sul, pela BR-116, interligando-se às outras regiões do Rio Grande do Sul e do país; no sentido leste-oeste, pela RS-118, em direção à cidade de Gravataí; e, ao sul, pela BR-448, uma conexão direta com a capital Porto Alegre (Figura 1).

Na Região Metropolitana de Porto de Alegre (constituída por 34 cidades), a problemática referente a mobilidade urbana apresenta determinadas características comuns a outras regiões metropolitanas do país. Tais características incluem o fato de que parte destas cidades estão conectados tanto por vias de extensões consideráveis (a BR-116 por exemplo) quanto por uma linha de trem, que no caso da Região Metropolitana de Porto Alegre interliga a capital até Novo Hamburgo, passando por Canoas, Esteio, Sapucaia do Sul e São Leopoldo (Figura 2).

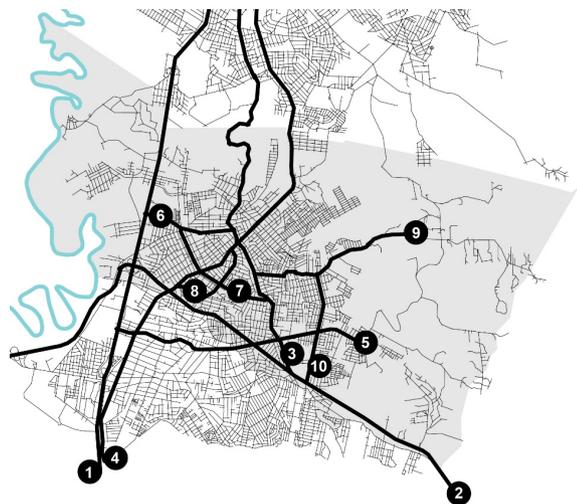
Estes dois fatos, a presença de uma rodovia como a BR-116 e a linha do Trensurb, facilitam a mobilidade entre partes das cidades. Entretanto, em determinados horários do dia, a presença de congestionamentos na BR-116 é significativa. Tal fenômeno é decorrente da força de atração econômica de determinadas cidades em relação a outras, isto é, enquanto algumas destas cidades se caracterizam pelo elevado nível de produção e consumo de bens

(particularmente a capital e centro da região metropolitana, Porto Alegre), outras apresentam estes mesmos aspectos, porém de modo pouco expressivo, caracterizando-se mais como locais de vivência. Decorrente e como exemplo destes aspectos estão as cidades que apresentam mobilidade do tipo pendular, isto é, cidades onde parte de seus moradores vivem, porém trabalham em outra cidade, usualmente àquela onde determinada Região Metropolitana se organiza. Vivendo em uma cidade e trabalhando em outra, afastado de características mais centralizadas em termos sociais, culturais e econômicos, torna a mobilidade (nos horários de pico, i.e., começo e fim de expediente nos dias úteis da semana) mais lenta e densa devido a quantidade de veículos e pedestres se deslocando entre cidades.

Além dos congestionamentos presentes na BR-116, é de se destacar também que a tendência dos congestionamentos dentro das próprias cidades seja causada devido ao aumento significativo de veículos nas principais vias nos horários de pico, ou por movimentos convergentes de e para locais específicos. Enquanto transportes motorizados, sejam públicos como ônibus, ou particulares como carros e motos, implicam usualmente na utilização de vias, cujos movimentos tendem a convergir a locais específicos do tecido urbano da cidade, meios de locomoção como a bicicleta ou mesmo movimento peatonal por parte dos pedestres, aludem a escolhas de vias e locais para deslocamento me-

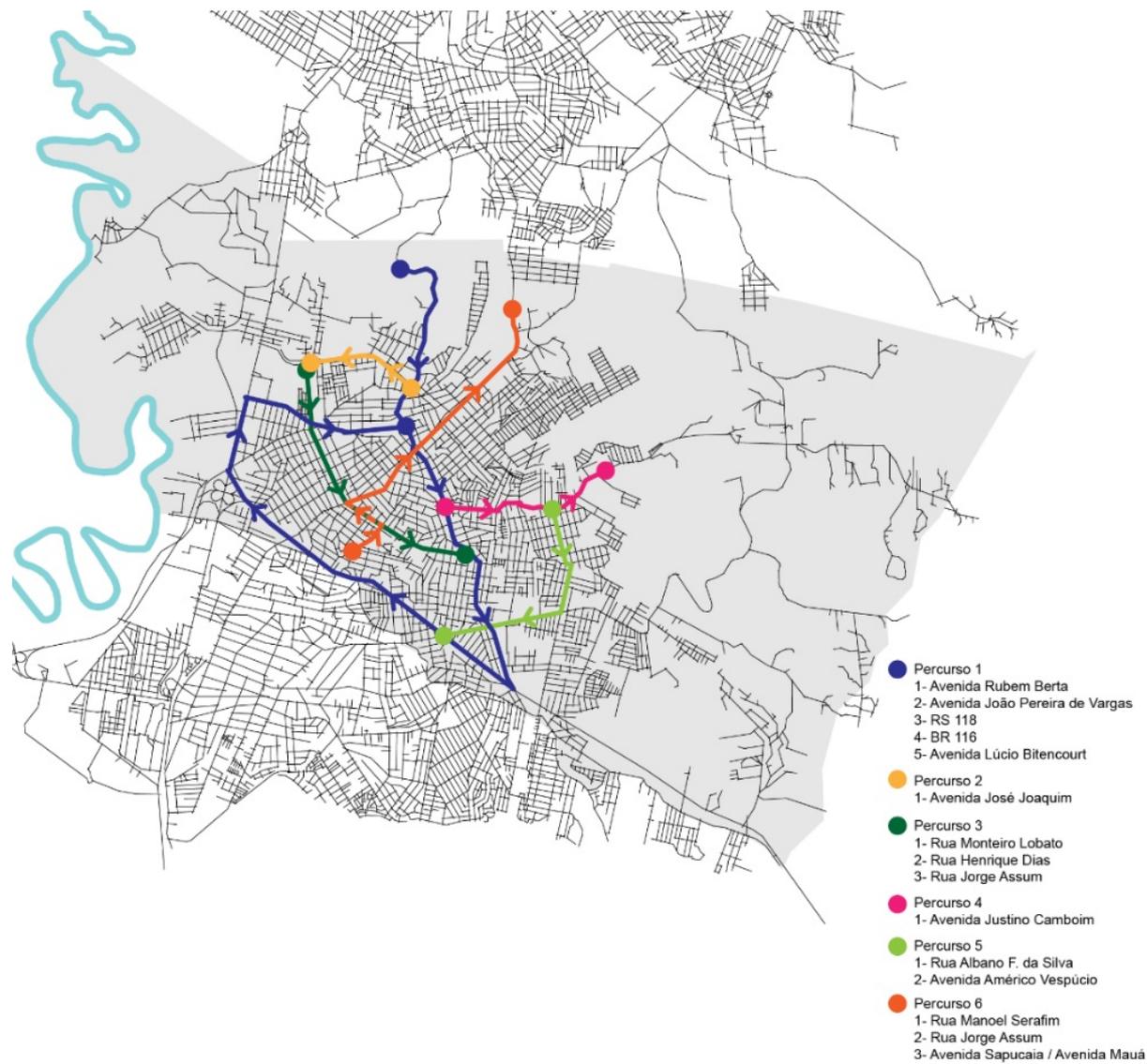
óbvios. A presença ou justamente a falta de artefatos urbanos como calçadas ou ciclovias torna o movimento de pedestre e ciclistas mais de acordo com a necessidade de cada pessoa. Entretanto, no caso da falta dos artefatos citados (calçadas e ciclovias), o movimento de um local para outro não é só comprometido como pode ser perigoso para com a pessoa. A falta ou o estado de conservação tanto de calçadas quanto ciclovias comprometem a segurança do pedestre pelo mesmo ter de se deslocar por entre vias e do ciclista por tal ser obrigado a estar no meio de veículos em movimento enquanto empreende o seu próprio trajeto.

Concomitante aos meios de transporte citados (carro, moto, ônibus, bicicleta, e o movimento peatonal), o trem, na Região Metropolitana de Porto Alegre, opera livre aos problemas de congestionamentos e sua periodicidade operacional ao longo dos dias (sejam eles dias úteis ou não). Consiste num elemento fundamental no deslocamento de pessoas em cidades, sendo utilizado de modo coletivo e mais especificamente integrado, isto é, em conjunto com outros meios de transporte (utilização do trem seguido pelo uso de ônibus ou bicicleta). Entretanto, apenas parte das pessoas da Região Metropolitana de Porto Alegre o utiliza e, o mesmo necessita da integração com outros transportes caso as pessoas necessitem ir a determinado local afastado do ponto de embarque e desembarque.



1. BR-116 (rodovia)
2. RS 118 (rodovia)
3. Avenida Rubem Berta / Avenida João Pereira de Vargas (arterial)
4. Avenida Sapucaia / Avenida Mauá (arterial)
5. Avenida Coronel Theodomiro Porto da Fonseca / Rua Senador Salgado Filho (arterial)
6. Avenida Lúcio Bitencourt (coletora)
7. Rua Henrique Dias / Rua Jorge Assum (coletora)
8. Avenida Primor / Rua Manoel Serafim (coletora)
9. Avenida Justino Camboim (coletora / local)
10. Rua Albano F. da Silva / Avenida Américo Vespúcio (coletora / local)

Figura 3: Centralidade Sintática do sistema de vias da Cidade de Sapucaia do Sul-RS. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019)



- Percurso 1
 - 1- Avenida Rubem Berta
 - 2- Avenida João Pereira de Vargas
 - 3- RS 118
 - 4- BR 116
 - 5- Avenida Lúcio Bitencourt
- Percurso 2
 - 1- Avenida José Joaquim
- Percurso 3
 - 1- Rua Monteiro Lobato
 - 2- Rua Henrique Dias
 - 3- Rua Jorge Assum
- Percurso 4
 - 1- Avenida Justino Camboim
- Percurso 5
 - 1- Rua Albano F. da Silva
 - 2- Avenida Américo Vespúcio
- Percurso 6
 - 1- Rua Manoel Serafim
 - 2- Rua Jorge Assum
 - 3- Avenida Sapucaia / Avenida Mauá

Figura 4: Roteiro de Análise Sintática das Centralidades da Cidade de Sapucaia do Sul-RS. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019)

Neste contexto, Sapucaia do Sul-RS ao fazer parte da linha do Trensurb e estar conectada ao restante da Região Metropolitana de Porto Alegre a partir da BR-116, da RS-118, e da BR-448, também está suscetível aos problemas anteriormente analisados acerca dos transportes públicos integrados e dos congestionamentos em horários comerciais. Juntamente com estes problemas relacionados ao movimento de pedestres e veículos na cidade, Sapucaia do Sul-RS necessita de um Plano de Mobilidade Urbana (PMU) adequado para com as realidades sócio urbanísticas do local com base e compatível com o plano diretor já existente da cidade.

Diagnóstico da dinâmica socioespacial por meio do sistema configuracional urbano

O estudo morfológico das centralidades é relevante, pois demonstra a expansão da cidade e como isso afeta o movimento de pessoas e veículos. A hierarquização do sistema de vias em torno das mais acessíveis possibilita o entendimento da condição de mobilidade centralizada, ou seja, quanto mais integrada e conectada, maior é o potencial de mobilidade a essas áreas. No Mapa de Hierarquia do Sistema de Vias (Figura 3) se observa a importância de 10 vias, as quais são classificadas em Rodovia, Arterial, Coletora e Local.

A partir da análise fundamentada em conceitos de acessibilidade sintática foi estabelecido um roteiro de análise (Figura 4) capaz de fomentar composi-

ção de dados e informações inerentes a cidade como um todo e, em específico, de áreas de centralidade. Cabe destacar que a distância topológica foi considerada como parâmetro de análise, pois é a que estabelece a condição relacional de acessibilidade, independentemente da distância métrica.

Tal importância refere-se ao nível de acessibilidade sintática, onde as conexões com as demais vias tendem a facilitar o movimento de origem / destino. Contudo, quanto mais acessível for uma via, em decorrência do número de conexões, maior é a probabilidade de a mobilidade ser reduzida, pois o movimento de pessoas ocorre em função das menores distâncias, cujo dispêndio de tempo é otimizado.

Parte das vias elencadas possuem gabarito viário condizente com sua importância, em termos de largura, conservação, pavimentação, sinalização e uso do solo, com diferentes atividades, desde residências, comércios e prestação de serviços e institucionais.

O traçado urbano da cidade apresenta setores regulares e ortogonais. Porém, as principais vias da cidade caracterizam-se pelo traçado sinuoso e contínuo adequando-se às declividades do sítio, gerando dinâmica visual à paisagem urbana.

Além disso, o tecido urbano é definido a partir das delimitações das principais vias, quanto maior o cruzamento destas, mais centralizada é a área. En-

quanto que as vias Coletoras Locais possuem características peculiares de centralidades de bairro. Relativo a esse aspecto, as centralidades observadas são lineares, ou seja, quanto maior a conexão de uma via, maior será sua potencialidade de atrair movimento.

As vias Locais possuem um grau de abrangência restrito à escala do bairro, enquanto que as vias Coletoras e Arteriais possuem uma escala centro / bairro. Logo, as Rodovias, em razão da interligação com as demais cidades, possuem uma escala metropolitana.

Quanto maior a acessibilidade e a centralidade das vias, maior o raio de abrangência e consequente movimento. Em relação a esse aspecto, a BR 116 tem uma contribuição tangencial à cidade, uma vez que seus limites estabelecem a divisão entre a área de preservação ambiental e desenvolvimento urbano controlado e a cidade como um todo. O que de certo modo estabeleceu a diferenciação entre a área de maior desenvolvimento e crescimento da cidade, na qual a área central se localiza, e a área de preservação ambiental sujeita a inundações e alagamentos em razão do Rio dos Sinos.

Em contraponto, a RS 118 interliga tanto a cidade de Sapucaia do Sul, quanto a de Esteio, cujas principais vias arteriais estão conectadas, a exemplo da Avenida Rubem Berta / Avenida João Pereira de Vargas e Avenida Sapucaia / Avenida Mauá.

Tais avenidas contribuem para o movimento na área central da cidade, assim como a interligação com as cidades de São Leopoldo e Esteio. Próximo ao centro da cidade, se interconectam com outras três importantes vias Coletoras elencadas (Avenida Lúcio Bitencourt, Rua Henrique Dias / Rua Jorge Assum e Avenida Primor / Rua Manoel Serafim). É importante observar que todas as vias diretamente conectadas às vias Coletoras Locais, Coletoras e Arteriais, reforçam a acessibilidade em pontos específicos do sistema. O fato do centro se desenvolver de maneira concêntrica, facilita a distribuição da mobilidade urbana, pois gera um núcleo distribuidor e uma infraestrutura mais econômica.

A Avenida Rubem Berta / Avenida João Pereira de Vargas demonstra importância para a cidade, principalmente quando comparada a outra via Arterial, a Avenida Mauá / Avenida Sapucaia. Devido ao paralelismo contínuo da Avenida Mauá / Avenida Sapucaia com a linha férrea, o que tende a gerar uma limitação quanto a conectividade no sentido leste / oeste, a Avenida Rubem Berta / Avenida João Pereira de Vargas, que apresenta conexões paralelas e perpendiculares, apresenta uma importância significativa pela capacidade de proporcionar acesso. É uma das vias condicionantes da conexão sentido leste / oeste, tendo ligação com as cidades de São Leopoldo e Esteio a qual facilita a acessibilidade para a área central da cidade, bem como para os bairros mais afastados. Sua relevância para o desenvolvimento de Sapucaia do Sul está relacionada

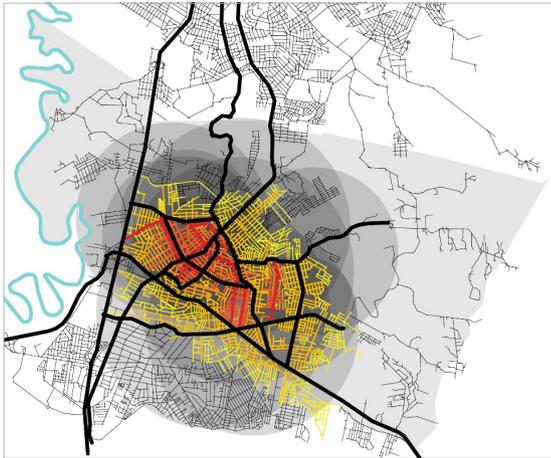


Figura 5: Áreas de abrangência das centralidades do sistema de vias. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019)

também às suas conexões, onde se observa sua conexão com 6 das vias elencadas como as mais acessíveis do sistema viário. Quanto a abrangência da centralidade, está voltada tanto para o centro quanto para os bairros, promovendo maior conexão.

Dentre as conexões existentes, a acessibilidade da área de preservação ambiental e desenvolvimento urbano controlado com a cidade como um todo é realizada por meio da Avenida Lúcio Bitencourt. Caracterizada como uma via Coletora, ela é a “porta de entrada” da cidade de Sapucaia do Sul, sendo alimentada por sua conexão à BR 116 e as demais vias que conduzem ao centro da cidade, Avenida Rubem Berta e Avenida Henrique Dias.

O Plano Diretor atual não estabelece critérios de diferenciação de uso e ocupação do solo condizentes com as principais vias da cidade, tão pouco índices como, recuos de ajardinamento, taxas de ocupação que levem em consideração o potencial de mobilidade do sistema de vias.

Agrupando boa parte da zona de caráter comercial em áreas de dimensões que podem ser desproporcionais aos demais bairros ou locais de uma cidade em particular, as centralidades invariavelmente concentram movimento de pedestres e veículos que além de atuarem nesta área em particular (o centro), convergem outros movimentos tanto para si quanto para fora. Isto é, o deslocamento de um

local específico de uma cidade para outra, seja mais ou menos distante desta, implica usualmente na passagem por um bairro ou área do tipo “centro”, mesmo que esta não possua, em termos geográficos, uma ligação direta entre as duas localidades. Tal ocorrência é perceptível particularmente nos transportes públicos, em especial os ônibus, cujos trajetos entre diferentes localidades de uma cidade ou implicam em uma parada ou em uma passagem por uma área do tipo “central” (Figura 5). Paradoxalmente, embora a cidade possua diferentes modais de deslocamento como, trem, ônibus, vans e ciclovias, os mesmos não são interligados.

Além da análise da acessibilidade sintática e centralidade do sistema de vias pode-se utilizar índices de desempenho urbano os quais são utilizados para abstrair aspectos fundamentais de um todo complexo de modo a permitir, no âmbito do estudo morfológico, mensuração e análise comparativa com outra área, zona, região ou cidade (KRAFTA, 2002).

Utilizou-se um índice que tem por base formas padrão como o círculo (melhor relação área perímetro) e o polígono convexo (forma geométrica inteira cujos ângulos internos são menores do que 180 graus) e o perímetro linear (distância entre dois pontos), normalizado entre 0 e 1. Tal índice capta variações de uma situação empírica explicadas por meio de uma representação sintética de determinados atributos da forma urbana, a qual demanda complementação. O índice foi ponderado a partir da rela-

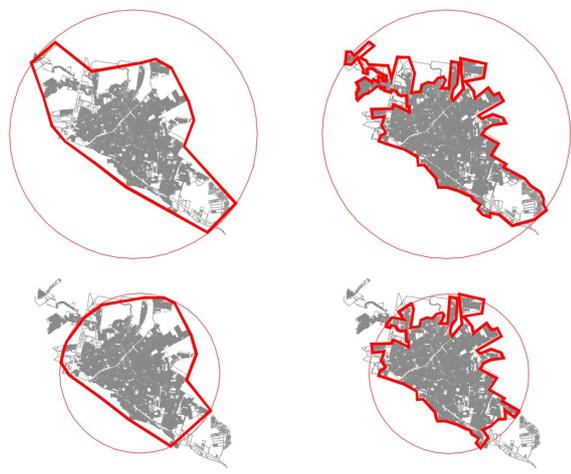


Figura 6: Índice ponderado da forma urbana. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019).



1. BR-116
2. RS 118

Figura 7. Área limítrofe da cidade de Sapucaia do Sul. Fonte: Acervo do(s) Autor(es) (2019).

ção média entre as partes e o todo, ou seja, a área do círculo circunscrito a partir da centralidade do sistema de vias principais e a área limítrofe urbanizada da cidade.

Considerando que em geral as áreas da cidade apresentam alguma fragmentação e/ou vazios urbanos internos, tanto o polígono convexo quanto o perímetro linear, tendem a ser maiores do que a regularidade de um círculo circunscrito, cuja relação entre estes será sempre entre zero e um (Figura 6).

Em específico o valor ponderado obtido é de 0,563 qual denota um sistema com relativa força do seu sistema de vias principais. Quanto mais a medida se aproximar de um, maior é o desempenho do sistema de vias, pois formas urbanas contínuas e regulares, na medida em que são mais compactas, tendem a aproximar as diferentes atividades urbanas e a otimizar infraestruturas existentes. Em parte, tal desempenho é explicado em razão do crescimento da cidade que ocorre necessariamente em torno das vias principais. Haja vista que (i) ao longo das margens do Rio dos Sinos, próximo a BR 116, não há condições de urbanização em razão das áreas de preservação; e, (ii) paralelo a RS 118 encontra-se a divisa com a Cidade de Esteio. Neste sentido, o crescimento e o desenvolvimento da cidade tende a ocorrer a partir da lógica configuracional do movimento natural, em que há um círculo virtuoso na qual atividades são atraídas em razão

da força de integração da acessibilidade sintática que tende a atrair mais movimento de pessoas para a área e assim sucessivamente (Figura 7).

Fundamental para complementar as análises configuracionais, é entender o ordenamento e regramento da acessibilidade e mobilidade urbana da cidade a partir da hierarquia do sistema viário. Assim, considerando o Plano Diretor existente (Lei Municipal 2896/2006) como o principal instrumento de Planejamento Urbano das cidades, apresenta-se a seguir uma análise dos principais pontos apresentados por esta legislação, associado às questões referentes à mobilidade urbana.

É a partir do macrozoneamento que o planejamento começa a relacionar as áreas urbanas e rurais da cidade, devendo propor, de modo participativo, diretrizes claras e objetivas para cada uma delas. As macrozonas devem apontar para a relevância de cada área da cidade e para as relações entre elas, tanto na área urbana como na rural. Em geral, as áreas urbanas têm um segundo nível de zoneamento, onde é definido o Regime Urbanístico e os instrumentos de controle de ocupação do solo. As áreas rurais também têm parâmetros definidos que, em geral, tendem a controlar a baixa ocupação a fim de não haver uma maior densificação de áreas ainda carentes de infraestrutura (SABOYA, 2018).

Em nível de macrozoneamento, em determinadas cidades o Plano Diretor estabelece as diretrizes pa



Figura 8. Vias principais de Sapucaia do Sul, demarcadas em amarelo. Disponível em: <https://www.openstreetmap.org/search?query=sapucaia%20do%20sul#map=13/-29.8320/-51.1160>. Acesso em: 10 jul. 2019

ras as áreas rurais, deixando claro quais são as áreas de preservação ambiental, as vias e rodovias propostas, bem como, por vezes, a indicação de uso da terra mais propício de acordo com o solo e o crescimento estratégico previsto. Na maioria dos casos, no entanto, as diretrizes são voltadas com mais ênfase à área urbana, sendo a área rural definida por oposição a esta, de acordo com a demarcação proposta. O foco na área urbana é explicitado no Estatuto das Cidades como “um referencial espacial para o uso e a ocupação do solo na cidade, em concordância com as estratégias de política urbana” (BRASIL, 2001: 41).

A principal forma de controle do limite da área urbana e da manutenção de baixas densidades nas áreas rurais ainda é o perímetro urbano. De acordo com a Lei de Parcelamento do Solo (Lei Federal n. 6.766/79) só é permitido parcelamento em áreas urbanas. Assim, não se pode realizar loteamentos ou desmembramentos de matrículas nas áreas rurais, mantendo, portanto, estas propriedades com grandes áreas, o que reduz significativamente a densidade possível. Com a relação entre as disposições legais de Parcelamento do Solo e o Estatuto das Cidades, as cidades têm os instrumentos legais necessários para este controle de seus limites.

A seguir, será iniciada a análise do Plano Diretor vigente em Sapucaia do Sul-RS a partir de suas disposições preliminares, que atendem ao estabelecido na Legislação Federal.

As vias que são conhecidas como “principais” (geralmente asfaltadas, com um fluxo maior de veículos e que possuem uma certa diversidade de bens e serviços), e outras vias têm um uso mais residencial, com um fluxo menor de veículos, normalmente com pavimento de paralelepípedo ou de terra batida e que dão acesso às vias tidas como principais.

Os softwares e aplicativos de busca de endereços reconhecem as vias principais, e consideram em seus modelos de tráfego estas vias como sendo as prioritárias para o direcionamento das buscas de origem e destino. Conforme a Figura 8, extraído do Open Street Map, as vias principais de Sapucaia do Sul são:

- Avenida Sapucaia;
- Avenida Mauá;
- Rua Tiradentes;
- Avenida Lucio Bitencout;
- Avenida José Joaquim;
- Avenida Rubem Berta;
- Avenida João Pereira de Vargas;
- Avenida Coronel Theodomiro P. da Fonseca;
- RS 118 (ou Rodovia Mario Quintana)

O mapa de zoneamento consiste num instrumento tradicional do planejamento urbano, caracterizado pela aplicação de normativas que procuram regular o uso e a ocupação do solo urbano. Neste contexto, a hierarquia do sistema viário possui relevância nas análises. Desde o ponto de vista do zoneamento e de zoneamento e hierarquia viária. Entendendo-se que ao longo das principais vias da cidade é que o

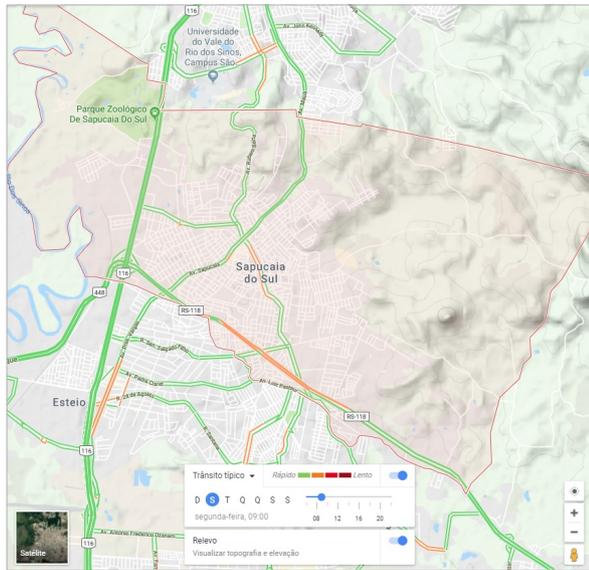


Figura 9. Trânsito típico em segunda-feira, início de manhã. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Sapucaia+do+Sul,+RS/@-29.8266161,-51.1830972,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x95196f2ffd8aee35:0xdb77628a413401d!8m2!3d-29.8288344!4d-51.1441725!5m1!1e1>. Acesso em: 10 jul. 2019.

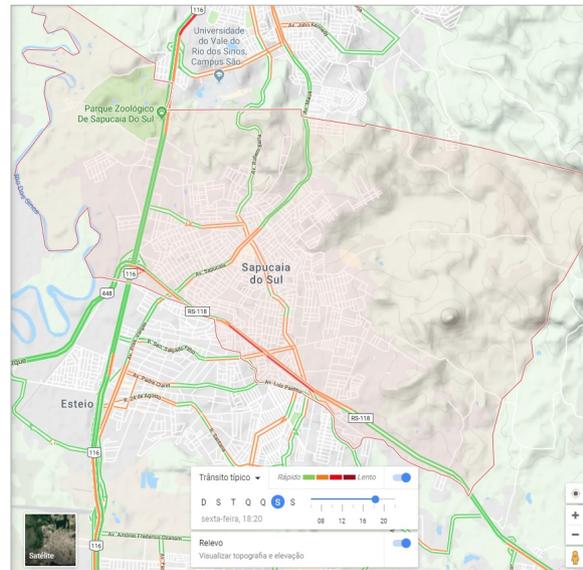


Figura 10. Trânsito típico em sexta-feira, final de tarde. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Sapucaia+do+Sul,+RS/@-29.8266161,-51.1830972,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x95196f2ffd8aee35:0xdb77628a413401d!8m2!3d-29.8288344!4d-51.1441725!5m1!1e1>. Acesso em: 10 jul. 2019.

de zoneamento e hierarquia viária. Entendendo-se que ao longo das principais vias da cidade é que o uso de comércio e serviço tende a se desenvolver (por diversos princípios econômicos), a desconexão entre as duas propostas fica latente ao se identificar que a própria Av. Sapucaia, considerada a principal da cidade, não apresenta um zoneamento de usos particular, sendo identificados diferentes zonas ao longo de seu trecho que percorre a cidade no sentido norte-sul.

Observa-se ainda a questão dos fluxos no sistema viário existente na cidade, em relação ao Fluxo de Tráfego (número total de veículos que passam em um determinado ponto durante um dado intervalo de tempo) e à Capacidade da Via (máximo fluxo de veículos que pode acomodar).

Realizou-se pesquisa de medição com relação aos horários mais onerados do dia, por dia da semana (Figura 9 e 10). Observa-se que as vias com maior fluxo de tráfego são a própria RS-118, bem como as vias de acesso à cidade. Internamente à malha intraurbana, há as vias mais centrais da cidade, como a Av. Sapucaia, João Pereira de Vargas e Rubem Berta. Ainda, é importante destacar que em final de tarde, todos os dias da semana, entre 16hs e 20hs, observou-se congestionamentos pelas pesquisas, um grande fluxo de tráfego com maior volume em função da capacidade das vias, em especial na RS-118.

A hierarquia do sistema de vias pode auxiliar significativamente no planejamento da cidade, especialmente em relação ao uso e ocupação do solo. Conforme a hierarquia (arterial, coletora ou local) a via tende a atrair ou repulsar determinadas atividades. Observa-se a falta de conexão entre o mapa de zoneamento proposto e a hierarquia do sistema de vias, principalmente em relação as vias arteriais identificadas. As questões relacionadas à Mobilidade Urbana previstas no plano devem ser atualizadas, incorporando os conteúdos e diretrizes apresentadas pela PNMU (Política Nacional de Mobilidade Urbana). No que se refere ao item específico Mobilidade Urbana e Acessibilidade, o Plano Diretor é estritamente projetual, carecendo de maior conexão estratégica com a realidade da cidade.

Considerações Finais

O Plano de Mobilidade Urbana é o instrumento que consolida o planejamento e a implantação das mudanças necessárias para uma mobilidade sustentável e maior qualidade de vida nas cidades. Sendo assim, é de extrema importância a reflexão acerca de metodologias possíveis para que seu diagnóstico ocorra de maneira correta e embasada em ferramentas de medição objetivas e confiáveis. A compreensão do cenário da mobilidade urbana de Sapucaia do Sul-RS, por meio do diagnóstico centrado na análise da configuração espacial, possibilita compreender a lógica socioespacial do movimento de pessoas influenciada pelo sistema de

vias, aspecto este fundamental para estabelecer diretrizes de planejamento urbano e simulações de cenários futuros.

Na contínua e necessária revisão dos planos de mobilidade se faz premente a disponibilização de mecanismos de aferição sistemática do intrincado sistema de vias, sob o ponto de vista da acessibilidade urbana. Planejar a cidade a partir da análise do movimento de pessoas na cidade, quer sejam pedestres, veículos ou mercadorias, possui um nível de complexidade que por si só justifica a necessidade desta pesquisa, na medida em que são fundamentais para a dinâmica de qualquer cidade.

Em termos específicos, a pesquisa contribui junto aos gestores públicos no entendimento que a configuração do sistema de vias é o responsável em gerar grande parte da acessibilidade urbana e determinar a lógica localização das atividades, assim como o provável comportamento sócio espacial, sendo esta uma das principais contribuições desta pesquisa.

Questões que envolvem a estrutura física urbana e suas inter-relações com a legislação vigente, o transporte, a economia, a infraestrutura, a regularização fundiária, dentre outros aspectos, ou seja, a análise configuracional do espaço urbano, constituiu a etapa preliminar e fundamental do ato de elaboração e revisão de planos de mobilidade urbana.

A pesquisa indicou o sentido instigante e de aprofundamento que adquire a discussão em torno da questão teórico-prática dos estudos configuracionais urbanos, cujo mérito consiste na concepção metodológica que inter-relaciona os demais aspectos sociais, culturais, ambientais, econômicos e políticos.

Na perspectiva de definição de cenários futuros para possibilitar o planejamento dos rumos da mobilidade urbana de uma cidade, esta relação se mostra relevante, à medida em que conecta aspectos objetivos aos subjetivos – dados de campo objetivos com pesquisas qualitativas.

Sendo assim, a contribuição metodológica deste trabalho vem ao encontro de uma perspectiva onde as Prefeituras Municipais de cidades de diversos portes do país estão sendo questionadas com relação à elaboração de seus Planos de Mobilidade Urbana, e podem tirar partido do presente estudo como uma referência para seus próprios diagnósticos.

Referências

AMARAL, Rita “O tombamento de um terreiro de candomblé em São Paulo”. In: **Comunicações do Iser**: Rio de Janeiro, v. 41, 1991.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**. Estatuto da cidade: Lei Federal n. 10.257, de 10 julho de 2001.

DESYLLAS, J., DUXBURY, E. **Axial maps and visibility graph analysis: a comparison of their methodology and use in models of urban pedestrian movement**. London: Intelligent Space. Paper nº 27. (pp.: 1 – 13). 2000. Disponível em <http://www.intelligentspace.com/news/publications.htm>.

Acessado em 10 mar. 2019.

FIGUEIREDO, L. C. **Linhas de continuidade no sistema axial**. Orientação Luis do Eirado Amorim. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano. Recife. 2004.

GEHL, J. **Life between buildings: using public space New York**. New York: Van Nostrand Reinhold Company. 1987.

HILLIER, B., HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press. 1984.

KRAFTA, R. **A study of intra-urban configurational development in Porto Alegre – Brasil.** Tese de Doutorado. Churchill College. Department of Architecture. University of Cambridge. Cambridge: [s.n]. 1992.

_____. Urban convergence: morphology and attraction. In: TIMMERMANS, H. (Ed.). **Decision support systems in Urban Planning.** Eindhoven: E & FN SPON. (pp.: 107 – 124). 1997.

_____. **Morfologia e infraestrutura urbana.** Porto Alegre: [ARQ. 02213. Módulo de Morfologia Urbana UFRGS – Departamento de Urbanismo]. 2002.

PENN, A; HILLIER, B; BANISTER, D; XU, J. Configurational modelling of urban movement networks. In: **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 25, London: Pion. (pp.: 59 - 84). 1998.

PDM. **Plano Diretor Municipal. Lei Municipal 2896/2006**, de 11 de Outubro de 2006. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-sapucaia-do-sul-rs>. Acessado em: 02 mai. 2019.

PNMU. **Política Nacional de Mobilidade Urbana. Lei 12587/12 | Lei nº 12.587**, de 3 de janeiro de 2012. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm. Acessado 15 abr. 2019.

SABOYA, Renato. Urbanidades: **Urbanismo, planejamento urbano e planos diretores.** Disponível em: <<http://urbanidades.arq.br/>>. Acessado em 19 jul. 2019.

SILVA, André de Souza. **Modelagem, mensuração e simulação do movimento de pedestres e veículos.** Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PROPUR, Porto Alegre, RS, 2010.

VASCONCELLOS, E. A. **Transporte urbano, espaço e equidade: análise das políticas públicas.** São Paulo: Netpress. 1998.

WRI Brasil. **SETE PASSOS - Como construir um plano de mobilidade urbana.** 2017. Disponível em: https://wribrasil.org.br/sites/default/files/Sete%20Passos%20-%20Como%20construir%20um%20Plano%20de%20Mobilidade%20Urbana_jan18.pdf. Acessado em 19 jul 2019. ■