



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica
Programa de Engenharia Urbana

Elisabeth Poubel Grieco

**ÍNDICE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ORIENTADO
À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL**

Rio de Janeiro
2015



ELISABETH POUBEL GRIECO

ÍNDICE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ORIENTADO À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana da Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientadora: Rosane Martins Alves

Co-orientador: Licínio da Silva Portugal

Rio de Janeiro

2015

Grieco, Elisabeth Poubel

Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável /
Elisabeth Poubel Grieco. – 2015.

f.154: il.; 30 cm

Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) –
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,
Programa de Engenharia Urbana, Rio de Janeiro, 2015.

Orientador: Rosane Martins Alves

Co-orientador: Licínio da Silva Portugal

1. Índice do Ambiente Construído. 2. Dimensões do Ambiente
Construído. 3. Mobilidade Sustentável. 4. Caminhabilidade. I. Alves,
Rosane Martins e Portugal, Licínio da Silva. II. Universidade Federal do
Rio de Janeiro. Escola Politécnica. III. Título.



ÍNDICE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ORIENTADO À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

Elisabeth Poubel Grieco

Orientadora: Rosane Martins Alves

Co-orientador: Licínio da Silva Portugal

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Aprovado pela banca:

Presidente, Prof^a Rosane Martins Alves, D. Sc., PEU/POLI/ UFRJ

Prof. Licínio da Silva Portugal, D. Sc., PET/COPPE/UFRJ

Prof. Giovani Manso Ávila, D. Sc., PEU/POLI/ UFRJ

Prof. Marcelino Aurélio Vieira da Silva, D. Sc., PET/COPPE/UFRJ

Rio de Janeiro

2015

*Dedico este trabalho às minhas lindas filhas Ana Helena
e Maria Vitória e ao meu marido Julio pelo apoio e
incentivo à minha carreira profissional.
À minha mãe querida e ao meu pai, com saudades.*

Agradecimentos:

Este trabalho constitui num grande desafio, e certamente sem algumas pessoas especiais não teria chegado ao fim.

Agradeço imensamente à minha família, que me apoiou tanto e soube compreender minha ausência em muitas ocasiões;

Ao amigo estatístico Luciano dos Santos sempre disposto a manusear os dados e números da nossa pesquisa;

À Bruna, que andou muito pela cidade para a elaboração dos mapas de uso do solo;

Aos amigos Osmar e Sergio Marcolini por compartilhar e contribuir com muitas ideias;

À minha orientadora Professora Rosane, pela atenção, profissionalismo e dedicação, não só a mim dispensada, mas a todos os alunos do PEU;

Um agradecimento especial, ao meu co-orientador, Professor Licínio, pelo apoio e confiança, sempre disposto a novos projetos, que com sua paciência, ajudou a dar forma na construção deste trabalho;

Aos membros da banca, pela disponibilidade e ajudar no meu crescimento acadêmico;

Aos professores e colegas do PEU, terei saudades;

Aos professores Eva Vider e Giovani Ávila, amigos e por me permitir aplicar alguns dos conhecimentos deste estudo;

Enfim, a todos que direta ou indiretamente enriqueceram este trabalho, muito obrigada.

RESUMO

GRIECO, Elisabeth Poubel. Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável, Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015

Diferentes pesquisas têm investigado que as dimensões que compõem o ambiente construído de uma dada área da cidade exercem forte influência na mobilidade. Este trabalho baseia-se em revisão bibliográfica, e busca explorar as relações entre o ambiente construído, especialmente as 5 dimensões preconizadas por Cervero (2009), e os padrões de viagem. Neste sentido, pretende-se, a partir de indicadores que expressam tais dimensões, propor um índice que traduza o potencial de determinada área quanto a promoção de geração de viagens não motorizadas e por transporte público, como premissa da mobilidade sustentável. Aplicado no Município de Niterói, o estudo prevê dois níveis de análise. O primeiro verifica a compatibilidade entre as estimativas do índice proposto com as resultantes de um outro índice utilizado mundialmente e de fácil aplicação, analisando sua exequibilidade e a correspondência entre os dois índices. Na segunda parte é verificada a aderência entre as estimativas feitas pelos índices com a realidade local. Espera-se que a aplicação deste índice, além de possibilitar seu aprimoramento, permita estabelecer às localidades as estratégias requeridas para a construção de um ambiente mais orientado à mobilidade sustentável.

Palavras Chave: Mobilidade Sustentável, Índice do Ambiente Construído, Planejamento Urbano, Caminhabilidade.

ABSTRACT

GRIECO, Elisabeth Poubel. Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável, Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado) - Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

Different studies have investigated the influence that the dimensions that comprise the built environment characteristics of a given city area has on travel patterns. The work presented here is based on literature review. It aims in investigating the influence the built environment has on travel patterns, especially the five dimensions cited by Cervero (2009). Based on indicators expressing these dimensions, an index is proposed, that takes into account the potential of a certain area to promote non-motorized or public transport trips, as a premise for sustainable mobility. Applied at the city of Niteroi, the study considers two levels of analysis. The first is to verify the compatibility between the proposed index and another one used worldwide, investigating its feasibility and the existing correspondence between the two indexes. In the second level, the relation between the estimates made by both indexes with local patterns is verified. It is expected that the application of this new index, apart from enabling its improvement, will allow localities to establish other strategies towards a more mobility-sustainable environment.

Keywords: Sustainable mobility, built environment index, urban planning, walkability.

ÍNDICE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO ORIENTADO À MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

SUMÁRIO:

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA	20
1.2. METODOLOGIA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
1.3. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA ESPERADA	23
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	25
2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	26
2.3. ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE	28
2.4. O AMBIENTE CONSTRUÍDO- MODELOS DE DESENVOLVIMENTO URBANO	32
2.5. INDICADORES E ÍNDICES	40
2.6. DIMENSÕES DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E SEUS INDICADORES	41
2.6.1. Densidade	42
2.6.2. Diversidade	48
2.6.3. Desenho urbano	51
2.6.4. Distância ao sistema de transporte	54
2.6.5. Destinos acessíveis	57
2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	59

3. ÍNDICES RELACIONADOS À PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL	60
3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	60
3.2. ÍNDICES UTILIZADOS PARA AVALIAR A MOBILIDADE	60
3.2.1. <i>Measuring Sprawl</i> - Ewing et al. (2014)	61
3.2.2. <i>Walk Score</i> (2015)	62
3.2.3. <i>TOD Standard</i> – ITDP (2014)	63
3.2.4. <i>SIGI - Smart Growth Index</i> – DCED (2003)	66
3.2.5. <i>TOD Index</i> - Singh et al. (2015).	66
3.2.6. Outros índices	69
3.3. ANÁLISE DOS ÍNDICES	72
3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
4. PROPOSTA DO ÍNDICE	80
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	80
4.2. PROPOSTA DO ÍNDICE E ESTRUTURA METODOLÓGICA	80
4.2.1. Fator de Importância	82
4.2.2. Escolha dos indicadores	82
4.2.2.1. Densidade	83
4.2.2.2. Diversidade	83
4.2.2.3. Desenho Urbano	84
4.2.2.4. Distância ao Sistema de Transportes	85
4.2.2.5. Destinos Acessíveis	85
4.2.3. Cálculo do índice	86
4.3. RESULTADO DO POTENCIAL DE VIAGENS SUSTENTÁVEIS – PVS	88
4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	89

5. ÍNDICE PROPOSTO X <i>WALK SCORE</i>	90
5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	90
5.2. PROCEDIMENTO ADOTADO PARA A APLICAÇÃO DO ÍNDICE PROPOSTO.	90
5.3 DADOS DOS INDICADORES DO ÍNDICE PROPOSTO	93
5.3.1. Icarai	94
5.3.2. Santa Rosa	98
5.3.3. Região Oceânica	102
5.4. APLICAÇÃO AO ÍNDICE PROPOSTO	107
5.5. APLICAÇÃO AO ÍNDICE <i>WALK SCORE</i>	112
5.6. RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES	114
5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
6. OS ÍNDICES X VIAGENS SUSTENTÁVEIS	120
6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	120
6.2. DADOS DAS VIAGENS SUSTENTÁVEIS	121
6.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ÍNDICES	126
6.3.1. Icarai	127
6.3.2. Santa Rosa	129
6.3.3. Região Oceânica	131
6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140

Lista de Tabelas:

Tabela 2.1: Comparação conceitual entre <i>Sprawl e Smart Growth</i>	35
Tabela 2.2: Denominações das Estratégias adotadas pelo <i>New Urbanism</i>	36
Tabela 2.3: Densidade - indicadores propostos e padrão recomendável.....	48
Tabela 2.5: Desenho urbano - indicadores propostos e padrão recomendável	53
Tabela 2.6: Distância ao sistema de transporte - indicadores e padrão recomendável.	56
Tabela 2.7: Destinos acessíveis - indicadores propostos e padrão recomendável	58
Tabela 3.1: Intervalo de classificação <i>Walk Score</i>	63
Tabela 3.3: Potencialidade de condições que estimulam as caminhadas/tamanho do quarteirão ...	70
Tabela 3.4: Classificação dos índices conforme seus objetivos	73
Tabela 3.5: <i>Walk Score</i> – indicadores utilizados no cálculo do índice	75
Tabela 3.6: <i>Measuring Sprawl</i> – dimensões e indicadores utilizados	75
Tabela 3.7: <i>TOD Standard</i> – dimensões e indicadores utilizados	76
Tabela 3.8: <i>TOD Index</i> – indicadores utilizados no cálculo do índice	77
Tabela 4.1: Proposta de indicadores e as variáveis para a determinação da classificação.....	87
Tabela 4.2: potencial de estímulo de viagens sustentáveis - PVS	88
Tabela 5.1: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa de Icaraí	97
Tabela 5.2: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa da Zona de Tráfego Santa Rosa.....	101
Tabela 5.3: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa da Região Oceânica.....	106
Tabela 5.4 Intervalos da pontuação para indicação do potencial quanto ao estímulo à mobilidade sustentável	107
Tabela 5.5: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada - Icaraí.....	108
Tabela 5.6: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada – Santa Rosa	109
Tabela 5.7: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada – Região Oceânica	110
Tabela 5.8: Resultado do Potencial de Viagens Sustentáveis (PVS) para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica	111

Tabela 5.9: Pontuação do índice de caminhabilidade <i>Walk Score</i> - Icaraí	113
Tabela 5.10: Pontuação do índice de caminhabilidade <i>Walk Score</i> – Santa Rosa	113
Tabela 5.11: Pontuação do índice de caminhabilidade <i>Walk Score</i> – Região Oceânica.....	113
Tabela 5.12: faixa de equivalência para ajustes entre os índices	115
Tabela 5.13: Resultados do Potencial de Viagens Sustentáveis (PVS) e do <i>Walk Score</i> (WS) para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica	115
Tabela 5.14: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Icaraí.....	117
Tabela 5.15: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Santa Rosa	118
Tabela 5.16: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Região Oceânica.....	118
Tabela 6.1: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens a pé - Icaraí	123
Tabela 6.2: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens a pé - Santa Rosa	124
Tabela 6.3: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens- Região Oceânica	124
Tabela 6.4: Tempo das viagens a pé –Icaraí.....	125
Tabela 6.5: Tempo das viagens a pé –Santa Rosa	125
Tabela 6.6: Tempo das viagens a pé –Região Oceânica.....	126
Tabela 6.7: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do <i>Walk Score</i>) e as três variáveis para análise - Icaraí	127
Tabela 6.8: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do <i>Walk Score</i>) e as três variáveis para análise - Santa Rosa.....	129
Tabela 6.9: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do <i>Walk Score</i>) e as três variáveis para análise - Região Oceânica.....	132
Tabela 6.10: Síntese dos resultados dos índices e das variáveis para as três áreas de estudo.....	133
Tabela 3 A: Icaraí	149
Tabela 3 B: Santa Rosa.....	149
Tabela 3C: Região Oceânica	150
Tabela 4 A: Icaraí	151
Tabela 4 B: Santa Rosa.....	152
Tabela 4 C: Região Oceânica	152
Tabela 5A: Icaraí	153
Tabela 5 B: Santa Rosa.....	154
Tabela 5 C: Região Oceânica	154

Lista de Figuras:

Figura 2.1: Figura esquemática dos temas abordados na revisão bibliográfica.....	25
Figura 2.2: Exemplo de <i>sprawl</i> (ocupação dispersa) à esquerda contrastando com a proposta do New Urbanism de ocupação compacta	36
Figura 2.3: Exemplo de desenho urbano convencional do modelo <i>sprawl</i> (ocupação dispersa) à esquerda contrastando com a proposta de Rua Completas do <i>New Urbanism</i>	38
Figura 2.4: As vantagens e desvantagens da Baixa e da Alta densidade.....	44
Figura 4.1: Etapas para a construção do índice conceitual proposto.....	81
Figura 5.1: Figura esquemática do procedimento da aplicação dos índices.....	91
Figura 5.1: Área de Icarai e a localização dos condomínios	94
Figura 5.2: Mapa do Desenho traçado viário em Icarai	95
Figura 5.3: Mapa do Uso do Solo em Icarai (parte).....	96
Figura 5.4: Mapa do Uso do Solo em Icarai (parte).....	96
Figura 5.5: Área de Santa Rosa e a localização dos condomínios.....	98
Figura 5.6: Mapa do Desenho traçado viário em Santa Rosa.....	99
Figura 5.7: Mapa do Uso do Solo em Santa Rosa (parte)	100
Figura 5.8: Mapa do Uso do Solo em Santa Rosa (parte)	100
Figura 5.9: Área da Região Oceânica com a localização dos condomínios	102
Figura 5.10: Mapa do Desenho traçado viário na Região Oceânica.....	103
Figura 5.11: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)	104
Figura 5.12: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)	104
Figura 5.13: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)	105
Figura 5.14: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)	105

Lista de Gráficos:

Gráfico 2.1: Diagrama de Venn apresentando as cinco dimensões – 5D’s	42
Gráfico 2.2: Relação entre o uso do transporte individual e a densidade populacional em várias cidades no mundo	46
Gráfico 2.3: Distância ao sistema de transporte e seu uso	55
Gráfico 1A: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Icarai.....	145
Gráfico 1B: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Santa Rosa...	145
Gráfico 1C: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Região Oceânica	146
Gráfico 2A: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Icarai	147
Gráfico 2B: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Santa Rosa	147
Gráfico 2C: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Região Oceânica.....	148

Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

As cidades são estruturas extraordinárias e primordiais para vida em sociedade. Nelas, a população pode participar de maneira organizada na realização de suas tarefas cotidianas, relacionadas ao trabalho, à educação, à saúde, à cultura e ao lazer. São espaços privilegiados para a convivência, onde as pessoas buscam realizar seus sonhos, solucionar seus problemas, construindo suas vidas de acordo com seus desafios e conflitos particulares.

Contrariamente à crença comum que idealiza a vida no campo, os sistemas urbanos podem ser ambientalmente mais sustentáveis do que a vida rural. Quando os espaços destinados à moradia, ao trabalho, ao comércio e aos serviços estão localizados perto uns dos outros é possível economizar energia e recursos naturais, garantindo boa qualidade de vida às pessoas e harmonia entre a cidade e a natureza (NAÇÕES UNIDAS, 2014).

Todavia, o crescimento urbano deve ser orientado e devidamente planejado para que não ocorram distorções. Estimativas das Nações Unidas (2014) observam o extraordinário crescimento da população urbana. Em 1950 a população que vivia em cidades era estimada em 746 milhões, que representava cerca de 30% da população total do planeta, atualmente 3,9 bilhões de pessoas vivem em cidades, o que representa 54% da população total (NAÇÕES UNIDAS, 2014). No Brasil, a população urbana já representa 84,36% do total do país, muito superior que a média mundial (IBGE, 2014).

Ainda é estimado que em 2030 serão 41 megacidades com mais de 10 milhões, 63 cidades com população entre 5 e 10 milhões, 558 entre 1 e 5 milhões, e 731 entre 500.000 e 1 milhão de habitantes (NAÇÕES UNIDAS, 2014).

No entanto, ressalta-se que segundo as projeções das Nações Unidas (2014), até 2050 mais de 1/3 da população urbana permanecerá em cidades com menos de 300.000 habitantes, evidenciando a necessidade de buscar soluções de sustentabilidade que possam ser aplicadas também nas cidades de menor porte.

Na área de transportes, a taxa de motorização cresce num ritmo acelerado, principalmente nos países menos desenvolvidos, onde pouco se investe em transporte público, grande parte da população procura, merecidamente, elevar seu padrão de consumo e de mobilidade (NAÇÕES UNIDAS, 2014). No Brasil, enquanto nos últimos 10 anos a taxa média de crescimento da população foi de 1,17%, a frota de veículos aumentou 2,6 vezes, passando de 29,5 milhões em 2000 para 76,14 milhões contabilizados no final de 2012 (IBGE, 2013).

Neste contexto, as Nações Unidas (2014) destacam o importante papel das cidades no desenvolvimento econômico e na redução da pobreza, onde é possível criar um ambiente propício para a redução de custos de infraestrutura. Ao mesmo tempo, alerta-se para a falta de planejamento do crescimento das cidades que leva à dispersão da mancha urbana por extensas áreas, consumindo recursos naturais formando um modelo de cidade com padrões de produção e consumo insustentáveis.

No Brasil de acordo com o IBGE (2014), observa-se a deficiência na acessibilidade, apenas 39,6% dos municípios brasileiros detêm algum nível de centralização nas redes de ligações de transportes intermunicipais, formando uma estrutura de hierarquia entre cidades, os outros 60,4% das cidades não estão conectadas a esta rede, configurando um território marcado por desigualdades de oportunidades e acesso aos serviços.

Segundo Calthorpe (2011), as cidades enfrentam muitos desafios que, além da pobreza, envolvem outros problemas a serem superados, representados pelas mudanças climáticas e pela crise energética, cujo enfrentamento requer que a sociedade encontre uma nova forma de convivência; um novo paradigma urbano que incorpore o conceito de sustentabilidade.

No caso da mobilidade, apenas investir na infraestrutura de transporte, apesar de necessário, não é suficiente. É preciso compartilhar melhor os recursos através da adoção de políticas de organização do espaço, aproveitando melhor as infraestruturas já existentes, aproximando destinos e as pessoas, preconizando o equilíbrio da oferta com a demanda através da gestão do espaço (PORTAL, 2003), buscando soluções na própria estrutura urbana, na forma como as cidades são construídas (BROADDUS, LITMAN, MENON, 2009).

Sugere-se que o planejamento de transporte seja pautado no planejamento do uso do solo, buscando atender as necessidades dos usuários por meio de redes integradas de transportes

coletivos e públicos, compartilhamento dos espaços, enquanto os modos não motorizados devem ser privilegiados (BROADDUS, LITMAN, MENON, 2009; GEHL, 2010).

Neste sentido, o planejamento do uso do solo deve facilitar, ou **mesmo induzir, novos** hábitos de locomoção por modos ambientalmente e socialmente mais sustentáveis, valorizando algumas características do ambiente construído na adoção de políticas que valorizem as pessoas, transferindo a prioridade do automóvel para o pedestre (PORTAL, 2003 GEHL, 2010).

Tais relações entre o uso do solo e a mobilidade são temas de muitos estudos (CERVERO et al., 2009, LITMAN, 2009; GEHL, 2010; DUANY, 2010; CALTHORPE, 2011; CERVERO, 2013; ITDP, 2014), que recomendam buscar soluções no próprio ambiente construído, onde determinadas características, em conjunto, como a densidade, diversidade de usos, bons sistemas de transporte e restrições ao uso do automóvel, podem criar um ambiente propício para o estímulo da mobilidade sustentável, refletindo diretamente na qualidade de vida nas cidades.

Cervero et al. (2009), em estudo realizado na Cidade de Bogotá, destacam cinco fatores, ou dimensões, relacionados ao ambiente que influenciam no comportamento das pessoas com relação à escolha modal e à geração de viagens. Estas cinco dimensões do ambiente construído: densidade, diversidade, desenho urbano, distância do transporte e destinos acessíveis, chamadas na literatura como 5 Ds, criam um ambiente favorável à mobilidade sustentável (CERVERO et al., 2009).

Mas, como medir o ambiente construído e identificar o potencial de uma cidade, um bairro ou uma região no sentido de estimular a mobilidade sustentável?

1.1. OBJETIVO E JUSTIFICATIVA

A presente dissertação busca explorar a influência que o ambiente construído, especialmente as 5 dimensões, exercem sobre os padrões de mobilidade. Como objetivo principal, pretende-se a partir de indicadores escolhidos e que expressam tais dimensões, propor um índice que traduza o potencial de determinada área quanto a promoção de geração de viagens não motorizadas e por transporte público, como premissa da mobilidade sustentável.

O índice proposto é desenvolvido com base na revisão bibliográfica, identificando os indicadores e parâmetros mais adequados e que mais explicam essa relação.

Como objetivo específico avalia-se o índice proposto. Para isso, ele é aplicado no Município de Niterói e comparado com outro índice, mundialmente utilizado e de fácil aplicação (*Walk Score*), apresentando dois níveis de análise:

- A compatibilidade entre as estimativas do índice proposto com os resultados do índice *Walk Score*, verificando sua exequibilidade e a correspondência entre os dois índices;
- A aderência entre as estimativas feitas pelos índices com a realidade local (ou seja, se o potencial previsto pelos índices corresponde a proporção de viagens a pé e por transporte público), bem como a necessidade de ajustes a fim de aprimorar o índice proposto.

Como justificativa para o trabalho desenvolvido, espera-se que as estimativas do índice correspondam aos padrões das viagens observadas nos locais e seu compromisso com a mobilidade sustentável se confirme. Ou seja, pressupõe-se que o índice represente as condições de acessibilidade de cada local, relacionadas ao ambiente construído. Assim, as estimativas do índice que indica uma melhor avaliação local devem corresponder a padrões de viagens mais comprometidos com a mobilidade sustentável, e vice-versa.

1.2. METODOLOGIA E ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A metodologia utilizada baseia-se na análise da revisão bibliográfica feita por meio científico, realizando o estudo através de consulta a livros, artigos de revistas, anais de congressos, teses e dissertações, além de uma pesquisa de campo complementar.

O estudo busca os conceitos de desenvolvimento sustentável e os modelos de planejamento urbano que as cidades assumiram; define o ambiente construído a partir das suas dimensões, inventariando os indicadores que mais as expressam e os parâmetros que os estudos recomendam como influenciadores nas escolhas modais.

A partir da pesquisa bibliográfica, constrói-se um índice conceitual espelhado em indicadores das cinco dimensões, selecionados e adequados a realidade brasileira, estabelecendo um intervalo de valores que determinam o potencial de cada área em estimular as viagens sustentáveis.

Após a construção do índice conceitual, busca-se uma área para sua aplicação, escolhendo 3 áreas no Município de Niterói, onde são levantados, em campo, os dados dos cinco indicadores propostos, aplicando o índice e calculando o potencial de cada área em estimular as viagens sustentáveis.

Para a avaliação do índice proposto, o estudo adota duas maneiras. Na primeira, busca-se outro índice que mais se assemelha e que é amplamente utilizado, aplicando-o nas mesmas áreas e comparando-o com os resultados do índice proposto.

Na segunda maneira, verifica-se os resultados dos dois índices com os dados dos padrões de viagens sustentáveis geradas em tais locais; para isso, utiliza os dados de pesquisa sobre geração de viagens em condomínios residenciais na mesma cidade, realizada em 2011, pela Niterói, Trânsito e Transporte (Nittrans), apresentada no Caderno Técnico 01 (NITTRANS, 2011).

A figura 1.1 apresenta esquematicamente a metodologia adotada na dissertação com as etapas desenvolvidas através dos 7 capítulos:

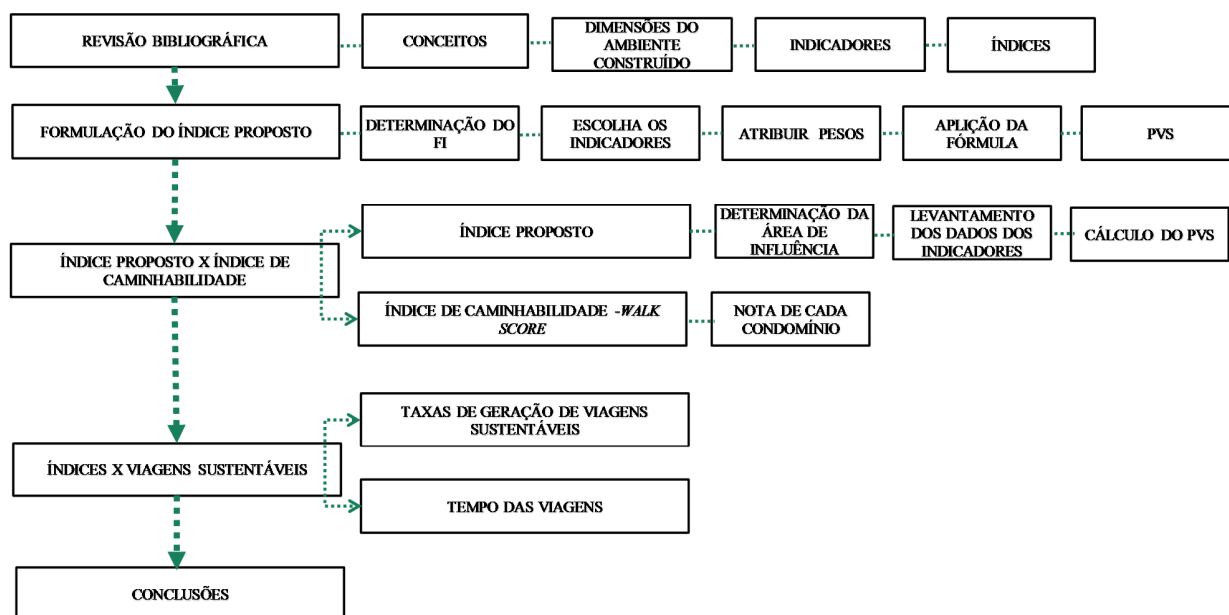


Figura 1.1: Figura esquemática da metodologia adotada na dissertação

Fonte: elaboração própria

O capítulo 1 contextualiza o assunto que trata a dissertação, define seu objetivo, metodologia e estrutura a ser desenvolvida.

O capítulo 2 apresenta uma revisão bibliográfica, e tem o propósito de buscar em outros estudos conceitos de sustentabilidade, mobilidade e acessibilidade; as relações entre o ambiente construído e a mobilidade, caracterizando as 5 dimensões apresentadas por Cervero et al. (2009) que, na essência expressam as condições de acessibilidade que podem promover a mobilidade sustentável. Ainda na revisão bibliográfica, é feito um breve histórico da evolução das cidades conceituando modelos de desenvolvimento do ambiente construído e as 5 dimensões que o representa, bem como os indicadores mais utilizados na bibliografia para expressar a magnitude de tais dimensões.

O capítulo 3 relaciona alguns índices que se baseiam no ambiente construído, na mobilidade e na acessibilidade, e que tem em comum seu comprometimento com a mobilidade sustentável.

Apresenta ainda uma breve análise da aplicabilidade dos que são mais representativos do ambiente construído, conforme encontrados na bibliografia.

No capítulo 4 é proposto um índice conceitual, de maneira exploratória, tendo como base indicadores das cinco dimensões do ambiente construído, escolhidos a partir da revisão bibliográfica, sugerindo parâmetros mais condizentes com a realidade das cidades brasileiras. Neste capítulo, descreve-se as etapas da construção do índice: concepção do Fator de Importância, escolha dos indicadores, atribuição dos pesos, aplicação a fórmula e enquadramento final para determinar o Potencial de Viagens Sustentáveis.

O capítulo 5 tem o propósito de aplicar o índice proposto e comparar seus resultados com o índice de caminhabilidade do *Walk Score*, verificando a correspondência entre eles. Para isso, são levantados dados dos indicadores propostos em 24 condôminos residenciais e distribuídos em 3 áreas de estudo, específicas da Cidade de Niterói (Icaraí, Santa Rosa, Região Oceânica), na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Os resultados dos dois índices são confrontados e verificada a correspondência entre eles.

O capítulo 6 trata de verificar se os resultados da aplicação dos dois índices refletem a realidade da mobilidade nas áreas de estudo. São apresentados os dados dos padrões de viagens em tais áreas, como as taxas de geração de viagens sustentáveis, a proporção das viagens geradas a pé e por transporte público e o percentual de viagens realizadas em menos de 30 minutos, para serem confrontados com os resultados gerados pelos índices.

Por fim, o capítulo 7 traz as conclusões e recomendações.

1.3. CONTRIBUIÇÃO CIENTÍFICA ESPERADA

Existem muitos trabalhos científicos que tratam das relações entre o ambiente construído e a mobilidade sustentável, porém, a maioria desses trabalhos tem uma abordagem mais qualitativa do que quantitativa. Alguns trabalhos sugerem indicadores para cada uma das dimensões estudadas, mas, mesmo nestes casos, não se estabelecem uma relação clara entre as características do ambiente construído e a geração de viagens.

Espera-se que o índice conceitual proposto apresentado neste trabalho venha contribuir para planejadores que, através da leitura do ambiente construído, possa comparar diferentes ambientes em relação as condições de acessibilidade que podem promover a mobilidade sustentável. Essa leitura é fundamental para determinar o potencial desejado de uma área em relação à mobilidade, ou mesmo servir como instrumentos para induzir, através do planejamento urbano, a valorização dos espaços de convivência e a adoção de políticas que associem o uso do solo com a mobilidade urbana com o objetivo de criar ambientes que tenham boa qualidade de vida.

Capítulo 2

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este capítulo tem por objetivo fazer um referencial tanto histórico como teórico dos conceitos que são adotados no trabalho. Traça uma linha do tempo para conceituar o desenvolvimento sustentável, a qualidade de vida e os modelos de planejamento urbano que as cidades assumiram. No cenário brasileiro, destaca a política de mobilidade urbana e a preocupação da relação entre o planejamento urbano e a mobilidade.

Conceitua-se o ambiente construído a partir das suas dimensões, inventariando os indicadores que mais as expressam e os parâmetros que os estudos recomendam como influenciadores nas escolhas modais.

A figura 2.1 mostra, esquematicamente, os principais temas contemplados na revisão bibliográfica, sendo que os três primeiros são abordados neste capítulo e o quarto no próximo capítulo. Todos eles são fundamentais para respaldar o desenvolvimento do índice proposto no capítulo 4.

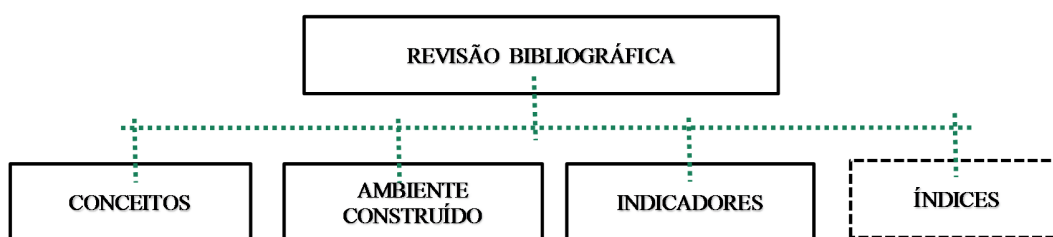


Figura 2.1: Figura esquemática dos temas abordados na revisão bibliográfica

2.2. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Small is Beautiful foi o título de uma publicação de 1973 onde E.F. Schumacher faz uma contundente crítica ao crescimento econômico ilimitado e às economias ocidentais, iniciando a discussão sobre os conceitos de sustentabilidade. A publicação veio reforçar as ideias do nascente movimento ecologista que apresentava uma alternativa ao modelo de desenvolvimento que não levava em consideração às pessoas, nem a natureza, que naquela época se alarmava com a notícia do esgotamento dos recursos naturais, especialmente as reservas de combustíveis fósseis (SCHUMACHER, 1973).

Para Schumacher (1973), o crescimento não poderia ser infinito, visto que o ambiente físico é, evidentemente, finito, e que a economia não poderia apostar mais no crescimento, pois há um limite quantitativo para isso, surgindo assim, a ideia do “não crescimento”.

Nesta mesma época, nas reuniões preparatórias para a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano que ser realizada em Estocolmo, o conceito de desenvolvimento sustentável começa a tomar forma (NAÇÕES UNIDAS, 1972). Nesta Conferência seriam explicitadas as divergências entre dois blocos de países: de um lado alguns países desenvolvidos, que defendiam a redução do crescimento, preocupados com a poluição industrial, com a escassez dos recursos energéticos e a decadência das cidades; de outro os países do Terceiro Mundo, como o Brasil e a Índia, que defendiam o crescimento a qualquer custo, sob o argumento de que “a maior poluição é a pobreza” (NAÇÕES UNIDAS, 1972).

Naquele tempo, o Brasil estava vivendo um acelerado processo de crescimento, que era alardeado na propaganda oficial como “milagre econômico”, e entendia que as preocupações com o meio ambiente era uma estratégia dos países ricos para evitar a industrialização das nações emergentes e, assim, manter os mercados para suas exportações de produtos manufaturados (BRASIL, 1974).

O II Plano Nacional de Desenvolvimento assegurava, de forma categórica, que:

Não é válida qualquer colocação que limite o acesso dos países subdesenvolvidos ao estágio de sociedade industrializada, sob pretexto de conter o avanço da poluição mundialmente. (BRASIL, 1974, p. 72)

Apesar das divergências, a Conferência de Estocolmo é um marco para a formulação do conceito do desenvolvimento sustentável, na medida em que seu lema, “*Uma só Terra*”, aponta para a necessidade de ser criada uma nova ordem econômica mundial, onde o respeito à natureza e o fim do desperdício de recursos naturais sejam considerados em primeiro lugar (HALL, 2006).

Foi durante esta Conferência que surgiu a palavra *ecodesenvolvimento*, para expressar a posição intermediária entre os que defendiam o “desenvolvimento a qualquer custo”, e aqueles que defendiam o “crescimento zero” (HALL, 2006).

Na década de 1980, a palavra *ecodesenvolvimento* é substituída pela expressão “*desenvolvimento sustentável*” definido como aquele que atende à necessidade do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de atenderem suas próprias necessidades (BARBIERI et al., 2007).

Esta definição foi adotada pela Comissão Brundtland, em 1983, através do documento “*Nosso Futuro Comum*”, das Nações Unidas, que tinha, entre outros objetivos, *propor estratégias ambientais de longo prazo para obter um desenvolvimento sustentável por volta do ano 2000 e daí em diante.* ” Este documento fazia as seguintes recomendações:

Retomar o crescimento para torná-lo mais justo, equitativo e menos intensivo em matérias primas e energia; atender às necessidades humanas essenciais de emprego, alimentação, energia, água e saneamento; manter um nível populacional sustentável; conservar e melhorar a base de recursos; reorientar a tecnologia e administrar os riscos; e incluir o meio ambiente e a economia no processo decisório. (CMMAD, 1987 apud, BARBIERI et al., 2007, p. 149).

Todos os conceitos e recomendações da Comissão Brundtland tiveram grande repercussão, foram incorporados à Constituição Brasileira com a criação um capítulo próprio sobre o meio ambiente, e consagrados na Conferência do Rio, a Eco 92.

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum ao povo, essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988, CF art. 225, caput.)

Todavia, o desenvolvimento sustentável é pautado por três dimensões: social, econômica e ambiental que juntas formam o tripé da sustentabilidade (CHIARAVALLOTI, 2011). O contínuo processo de planejamento das cidades deve contemplar tais dimensões, entendendo seus efeitos em longo prazo, como um atributo inerente ao conceito de sustentabilidade, o processo de planejamento é, na sua concepção, a preocupação em manter a qualidade de vida

urbana ao longo do tempo para as gerações futuras em todas as partes do planeta (LITMAN, 2014).

Em 2000, surge então o conceito de *livability*, que está associado à qualidade de vida e faz referência às estratégias para atingir as metas de sustentabilidade previstas no documento Brundtland a nível local, cujo propósito é de garantir a qualidade de vida comunitária incluindo o desenvolvimento econômico, a qualidade ambiental, a equidade, a acessibilidade básica para todos, segurança pública e saúde e coesão social (NARC- *National Association of Regional Councils. Washington*).

São descritos seis princípios para a condução de boas práticas do *livability*: oferecer mais opções de transportes; promover habitação acessível e equitativa; reforçar a competitividade econômica das cidades; dar suporte às comunidades existentes; coordenar e alavancar as políticas e investimentos; valorizar as potencialidades das comunidades e vizinhanças. Esses princípios têm como meta garantir bairros mais saudáveis, seguros, acessíveis, economicamente ativos e socialmente vivos, preservando suas características e valorizando o senso comunitário (NARC).

2.3. ACESSIBILIDADE E MOBILIDADE

Entre outros aspectos que afetam a qualidade de vida, a mobilidade é fundamental para a vida urbana, uma vez que o transporte constitui um vetor de crescimento das cidades e permite a circulação de bens, movimentando a economia urbana e de pessoas que podem planejar sua vida em função do acesso aos serviços disponíveis, o que é reconhecido como um importante pré-requisito para a melhoria dos padrões de vida (MOBILITY, 2003 apud MACHADO, 2010, MELLO, 2015).

Os conceitos de mobilidade e de acessibilidade são essenciais para se entender o problema do transporte. Segundo Litman (2010), a mobilidade urbana é um atributo ligado à movimentação de pessoas e bens nas cidades; e a acessibilidade é a característica de determinada área e seu sistema de transporte (infraestrutura) em permitir que um indivíduo alcance as atividades ou o destino desejado. Observa-se que a mobilidade é o objetivo e que a acessibilidade é um meio para se atingir tal objetivo (VASCONCELOS, 2001, apud KUNIEDA, 2007).

De acordo com Zegras (2005), a acessibilidade depende diretamente de alguns fatores: do desempenho do sistema de transportes, das conectividades do sistema com as opções para o deslocamento; da distribuição espacial do uso do solo que irá proporcionar maiores mistura de atividades. Para expressar a acessibilidade normalmente são utilizados indicadores como o custo e o tempo (KUNIEDA, 2007).

A mobilidade urbana é o reflexo das características da infraestrutura dos sistemas de transporte e deve-se ser promovida por políticas que visem a melhoria da acessibilidade através de sistemas de transportes que permitam o acesso democrático à cidade, de maneira efetiva, equitativa, ambientalmente amigável e que incentivem a coesão social (BRASIL, 2007). Segundo Kunieda (2007), os indicadores mais usuais para expressar a mobilidade é número de viagens/pessoas (ou veículo); quilometragem/Pessoas (ou veículo); tempo de percurso ou custo.

De acordo com Mello (2015), a mobilidade para ser sustentável deve ser produtiva, inclusiva, segura, justa socialmente e verde (por modos ambientalmente amigáveis).

Neste sentido, a mobilidade sustentável resulta da acessibilidade baseada em modalidades menos agressivas ao ambiente e que promovam as interações comunitárias, incorporando a visões econômicas, ambientais e sociais. Estes atributos ocorrem em distintas escalas territoriais. A escala microscópica que direciona as viagens curtas e ao transporte não motorizado; a escala mesoscópica para as viagens em distâncias médias, que utilizam o transporte motorizado e as modalidades coletivas; e a escala macroscópica, que engloba as outras escalas e é dependente de uma rede estruturante de transporte coletivo (MELLO, 2015).

No entanto, para que ocorra a mobilidade sustentável deve-se transferir o foco para o planejamento urbano que priorize a circulação de pessoas e bens e não somente dos automóveis (BRASIL, 2007); segundo Gehl (2010) para se construir a mobilidade sustentável é necessário fortalecer meios que propiciem os deslocamentos a pé, de bicicleta ou por transporte público, dentro de uma visão sistêmica e integrada, em todas as escalas.

No Brasil o tema é tratado pelo Ministério das Cidades e definido como o “resultado de um conjunto de políticas de transporte que tem por objetivo o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, buscando a priorização dos modos não-motorizados e de transporte coletivo, de forma

efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável” (BRASIL, 2007, p. 42).

Recentemente, a Política Nacional de Mobilidade institucionalizada através da Lei 12587/12, trata a mobilidade sustentável como uma meta de desenvolvimento das cidades e de justo uso do espaço público, cuja diretriz é “promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades” (BRASIL, 2012, art. 7º. Inciso IV).

O documento define e classifica os modos e os serviços de transporte, além de exemplificar infraestruturas de mobilidade que compõem o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana. Com efeito, verifica-se a necessidade de que as infraestruturas estejam sempre relacionadas com um planejamento sistêmico, de modo que sejam produzidos benefícios efetivos e proporcionais aos recursos empregados.

Destaca-se a gestão sistêmica da cidade, valorizando a qualidade das condições dos deslocamentos e da ampla acessibilidade da população aos bens, serviços e todos os equipamentos urbanos disponíveis na cidade. São diretrizes norteadoras do documento:

- Integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico e gestão do uso do solo no âmbito dos entes federativos;
- Prioridade dos modos de transportes não motorizados sobre os motorizados e dos serviços de transporte público sobre o transporte individual;
- Integração entre os modos e serviços de transporte urbano;
- Mitigação dos custos ambientais, sociais e econômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas na cidade;
- Incentivo ao desenvolvimento científico-tecnológico e ao uso de energias renováveis menos poluentes;
- Priorização de projetos de transporte público coletivo estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado; e
- Integração entre as cidades gêmeas localizadas na faixa de fronteira com outros países sobre a linha divisória internacional. (BRASIL, 2012, art. 6º.)

Assim como determina a Norma, os princípios, diretrizes e objetivos da Lei nº 12.587/12 são de observância obrigatória pelos municípios quando da elaboração das Leis. Com isso, garante-se que as políticas e o planejamento feitos no âmbito municipal estejam em consonância com os demais entes da Federação (BRASIL, 2012).

Dentre os princípios que embasam a Política Nacional de Mobilidade Urbana, destacam-se: a acessibilidade universal; o desenvolvimento sustentável das cidades; a equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano e na circulação urbana, dentre outros (BRASIL, 2012).

O IBGE (2013) relaciona a mobilidade com a qualidade de vida, destacando que, a importância econômica, social e ambiental que envolve a mobilidade é observada nos países menos desenvolvidos, pois afeta diretamente as camadas mais pobres da população, onde as desigualdades sociais são intimamente ligadas à segregação espacial; observa que em grandes cidades brasileiras, os empregos estão normalmente concentrados nas áreas centrais, e os trabalhadores mais pobres são concentrados nas periferias, distantes dos seus postos de trabalho, obrigando a longas viagens pendulares. O Ministério das Cidades (2007) destaca que a forma urbana da cidade dispersa provoca a segregação social reduzindo ainda mais as desigualdades e o acesso às oportunidades

Em especial na Cidade do Rio de Janeiro, Ribeiro e Rodrigues (2011) apud Biagni (2014), avaliam que os deslocamentos pendulares, migraram para os veículos individuais e em muitos outros em “transportes alternativos”, como vans e moto-táxis.

Contudo, a mobilidade sustentável não se constitui apenas no resultado de intervenções no sistema de transportes. Segundo Cervero *et al.* (2009), fatores relacionados ao ambiente construído, tais como a densidade da ocupação, a diversidade de usos do solo, o desenho urbano, a distância de acesso ao sistema de transportes ou facilidade de acesso à destinos importantes, como escolas, hospitais ou supermercados, têm grande influência sobre a mobilidade.

No mesmo sentido, PORTAL (2003) aponta para tais fatores que influenciam sobre a frequência, a distância e o modo das viagens, e observa que a relação inversa também pode ser verdadeira, já que a oferta de transportes aumenta a acessibilidade, o que favorece a localização comercial, residencial ou industrial:

A distribuição de usos do solo, como o residencial, industrial ou comercial, sobre a área urbana determina as localizações das atividades humanas, como viver, trabalhar, fazer compras, cuidar da educação e do lazer.

A distribuição das atividades humanas no espaço requer interações espaciais ou viagens no sistema de transportes para ultrapassar a distância entre a localização das atividades.

A distribuição de infraestruturas no sistema de transportes cria oportunidades para interações espaciais que podem ser medidas como acessibilidade.

A distribuição de acessibilidade no espaço co-determina decisões de localização, o que resulta em mudanças no sistema de transportes.

(PORTAL, 2003, p. 22).

2.4. O AMBIENTE CONSTRUÍDO - MODELOS DE DESENVOLVIMENTO URBANO

O final do século XIX é marcado pelo advento da indústria e pelo rápido crescimento das cidades. A grande massa de trabalhadores que saía do campo para movimentar as indústrias causou forte impacto nas cidades, que passaram a apresentar grandes densidades, formando a cidade industrial. Na Inglaterra, os Censos mostram que a população de Londres de 1801 a 1891 praticamente quintuplicou (CHOAY, 1992). Esses trabalhadores, instalados próximos às fábricas, moravam e trabalhavam em condições insalubres, ocasionando epidemias de doenças e vários problemas relacionados à falta de infraestrutura necessária para abrigar tal contingente, o que levou a ideia que a cidade industrial era um câncer ou um tumor (CHOAY, 1992).

Desenvolve-se nesta época, especialmente nos EUA, uma nova abordagem para o planejamento urbano, cuja solução era contrapor às antigas tradições do desenho urbano e a formação das cidades. A solução dos planejadores e de empresários, donos das áreas no entorno da cidade, foi a descentralização com a criação de novas áreas de moradias. Essas áreas eram projetadas especificamente para fugir do caos urbano e para morar cercado de verde, cortada de grandes artérias e com setores bem definidos. A ideia fundamental era o “resgate” da natureza e a volta para o campo, a classe média e a classe operária se instalam fora dos centros urbanos, que se expandiram rapidamente e passaram a configurar a forma de muitas cidades que hoje vivemos (CHOAY, 1992).

Já no início do século XX, este conceito foi repaginado, alavancando a indústria do automóvel. Sob o slogan do “sonho americano” de morar junto à natureza e longe da cidade, onde obrigatoriamente, as famílias precisavam de um carro para as necessidades diárias de locomoção para o trabalho, escola, compras e lazer, surgindo o fenômeno do espalhamento (*sprawl*) das cidades (HOOK, 2011).

Enquanto na Europa as primeiras propostas de descentralização das cidades ocorreram no final do século XIX, com a criação das “cidades jardins”, idealizadas por Ebenezer Howard, que tinham a mobilidade baseada no transporte ferroviário, na América do Norte a descentralização ocorreu com a expansão dos subúrbios que tinham com principal característica a baixa densidade habitacional e a forte dependência do uso do automóvel (HOOK, 2011).

Todavia, observa-se que este modelo de desenvolvimento das cidades, dependente do automóvel, que não se sustenta mais. O planeta sofre com as deseconomias geradas por horas gastas e congestionamentos, a jornalista Jane Jacobs, já nos anos 60, destacava que a segregação de usos, preconizada pelo ideário modernista, estava causando a morte das cidades (JACOBS, 2000).

Destaca-se o importante alarme de Peter Calthorpe (2011), um dos fundadores do movimento *New Urbanism*, que observa as mudanças climáticas produzidas pelo modelo *sprawl* e o crescimento da expectativa de vida da população, as cidades terão que adotar novas medidas tecnológicas e de planejamento que irão permitir uma mudança de paradigma, envolvendo o modo como as pessoas vivem.

Para Calthorpe (2011) o desafio do século XXI é tornar as cidades mais vivas, seguras e saudáveis, permitindo que a população possa ter a escolha de andar, pedalar e utilizar a cidade, especialmente os espaços públicos, nas suas tarefas cotidianas, garantindo o desenvolvimento sustentável.

Neste contexto, as novas tendências de planejamento buscavam melhores estratégias para o desenvolvimento urbano. Fazendo analogia com a natureza, Duany (2010) observa que a monocultura é fatal para a ecologia. Para o meio urbano, essa analogia contribuiu para a construção da ideia de que as cidades devem misturar as atividades em altas densidades, com um eficiente sistema de transporte público, desenho urbano conecto e amigável a pedestres e ciclistas, transferindo a prioridade do automóvel para as pessoas (DUANY, 2010).

Com esta visão, uma corrente de urbanistas na década de 90 buscou um novo conceito de planejamento, rejeitando o espalhamento das cidades e os altos investimentos em infraestrutura rodoviária.

Desta crítica surgiu o conceito do *New Urbanism*, ou Novo Urbanismo, produzindo documento apresentado em 1996 no II Congresso do Novo Urbanismo. O documento estabelece princípios associados à formação do espaço que engloba desde a escala regional até a escala do bairro, tendo como visão organizar a infraestrutura já existente através da articulação das áreas centrais já urbanizadas, evitando a ocupação dispersa, de acordo com o conceito de cidade compacta (MACEDO, 2007).

Conceitualmente, o *New Urbanism* é o planejamento urbano que enfatiza a plena acessibilidade das pessoas à cidade por modos não motorizados, como um movimento oposto ao *Sprawl* e a grande dependência do automóvel nas cidades, pois é pautado numa política de planejamento urbano que integra o uso do solo e os transportes (LITMAN, 2009), resgatando antigas concepções de cidades jardins de Ebenezer Howard no projeto em Letchworth de 1903 (MACEDO, 2007).

Segundo um dos seus idealizadores, Andres Duany (2010), o *New Urbanism* é um movimento que foi iniciado como uma crítica estética e se tornou uma ferramenta para planejadores através do *Smart Growth* para se atingir uma melhor qualidade de vida. Para Duany (2010), os males do século, como a obesidade, mudanças climáticas e mortes por acidentes de trânsito, estão relacionados com o espalhamento das cidades, no modelo chamado *Sprawl Cities*.

Tabela 2.1: Comparação conceitual entre *Sprawl* e *Smart Growth*.

Características do Sprawl e do Smart Growth		
FATORES	SPRAWL	SMART GROWTH
Densidade	Baixa densidade, atividades dispersas.	Maiores densidades, atividades aglomeradas.
Padrão de crescimento	Crescimento na periferia urbana	Crescimento intra-urbano
Uso do solo	Homogêneo e segregado	Uso misto
Escala	Grande escala. Grandes quadras e ruas largas. Poucos detalhes, pois as pessoas observam a paisagem à distância, como motoristas.	Escala humana, pequenas quadras e ruas. Muitos detalhes, pois as pessoas observam a paisagem de perto, como pedestres.
Serviços públicos	Regional, grandes e com acesso para automóveis.	Local, distribuídos e pequenos. Acessíveis aos pedestres.
Transportes	Por automóvel. Difícil para pedestres, ciclistas e para o transporte coletivo.	Multi-modal. Adequado aos pedestres, ciclistas e ao transporte coletivo.
Conectividade	Sistema viário hierarquizado, com muitas ruas sem saída e falta de continuidade para pedestres e ciclistas.	Sistema viário bastante conexo, com ruas adequadas aos pedestres e ciclistas (Passeios, travessias e corta-caminhos).
Desenho do sistema viário	Ruas projetadas para maximizar a velocidade e a capacidade do tráfego motorizado.	Ruas projetadas para acomodar uma grande variedade de atividades. <i>Traffic Calming</i> .
Processo de planejamento	Não planejado. Pequena coordenação entre autoridades e tomadores de decisões.	Planejado. Coordenação entre autoridades e tomadores de decisões.

Fonte: LITMAN, 2009 *apud* MARCOLINI, 2012

A figura 2.2 ilustra os conceitos apresentados na tabela 2.1 como exemplos dos dois modelos urbanos, de um lado o modelo *Sprawl* e do outro o modelo mais compacto, dentro da concepção do *New Urbanism*.

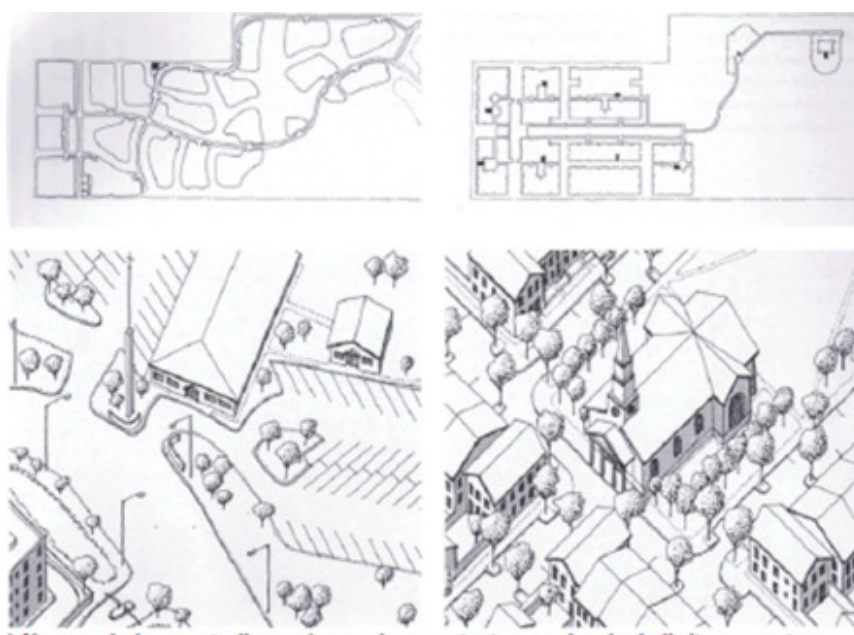


Figura 2.2: Exemplo de *sprawl* (ocupação dispersa) à esquerda contrastando com a proposta do New Urbanism de ocupação compacta

Fonte: KARTS, 1994

No conceito do *New Urbanism*, são adotadas estratégias de planejamento, as denominações mais usuais dessas estratégias são *Smart Growth* ou *Transit Oriented Development* – TOD, entretanto pode-se destacar que as designações são dadas em relação à escala e perspectivas onde são aplicados, como mostra a tabela 2.2.

Quando adotados numa escala maior, pode-se classificar como *Smart Growth*, e quando está diretamente ligado a sistemas eficientes de transportes são projetos de alta qualidade nomeados de *Transit Oriented Development*, ou simplesmente TOD (LITMAN, 2014).

Tabela 2.2: Denominações das Estratégias adotadas pelo *New Urbanism*

ESTRATÉGIA	ESCALA	DESCRIÇÃO
<i>SMART GROWTH</i>	Regional e local	Mais compacta, mistura de usos, multi-modal
<i>NEW URBANISM</i>	Local	Mais compacta, mistura de usos, multi-modal e prioridade para o pedestre
<i>TOD</i>	Vizinhança	Mais compacta mistura de usos, multi-modal e prioridade para o pedestre, sistema de transporte de alta qualidade.

Fonte: LITMAN, 2014; adaptado pelo autor, 2015

O objetivo de tais estratégias é elencar alguns elementos ou princípios que, em conjunto, vão proporcionar um *estilo de vida* e promover uma mudança de paradigma na dinâmica da cidade, especialmente no modo como as pessoas se deslocam. Os princípios estão baseados na mistura de usos, mistura de renda, empregos, lazer e serviços num mesmo espaço para que a cidade tenha mais vida; revitalizar áreas já consolidadas e valorização das áreas que já possuem infraestrutura; prioridade para os pedestres e os sistemas de transporte públicos; valorização do senso de vizinhança; valorização das áreas públicas, verdes e de lazer; e, principalmente, garantir uma variada escolha de modos de transporte, de forma a melhorar a qualidade do ambiente urbano e dar solução para a tensão que existe entre nó (configuração territorial, formado por fluxos) e lugar (configuração histórico-social, fruto da interação de fluxos e de pessoas) (DUANY, 2010).

Fundamentalmente, os TOD's são projetos baseados na mistura de usos (comercial e residencial) adquirindo grandes densidades em um raio de aproximadamente 500m em torno das estações de transporte público, de média ou alta capacidade. Este padrão de ocupação, os espaços para automóveis são reduzidos, existem poucas vagas de estacionamento e o desenho dos quarteirões deve ter boa conectividade para estímulo às caminhadas (LITMAN, 2009).

Destaca-se que os TOD's são, normalmente, empreendimentos de alta qualidade construtiva, que incorporam a eficiência do sistema de transporte público coletivo com a infraestrutura para o transporte não motorizado (ITDP, 2014).

Para o sucesso dos TOD's, outros fatores devem ser levados em consideração como a mistura demográfica (diferentes padrões socioeconômicos), tarifas de transporte e de estacionamento para que a escolha modal seja eficiente, aumente a acessibilidade e reduza as viagens motorizadas (LITMAN, 2014).

Segundo Renne (2009) essencialmente, os TODs devem contemplar 12 características para atingir seus objetivos:

- Transporte – estação deve estar localizada num raio de caminhada de 5 minutos;
- Densidades altas e mistura de usos, viver, trabalhar e se divertir não devem estar separados;

- Espaços públicos valorizados;
- Conectividade, o desenho urbano deve favorecer o encurtamento das distâncias;
- Adoção de legislação de vagas máximas para cada tipo de uso do solo;
- A legislação de vagas mínimas deve ser abolida;
- A venda de apartamentos é desvinculada a venda das vagas;
- Bicicletários e infraestrutura adequada para bicicletas nas estações;
- Prioridade para pedestres e ciclistas;
- Regulamentação de baixas velocidades;
- Restrição do uso do automóvel;
- O transporte deve ter prioridades com boa qualidade e conforto; deve ser rápido – o tempo médio de viagem não deve ultrapassar a 15 minutos.

A figura 2.3 mostra as características de conectividade nos dois modelos, o *Sprawl* com ruas sem saídas, lotes maiores e o modelo compacto, com lotes e quarteirões menores aumentando as possibilidades de caminhos entre destinos.



Conventional street networks (left) create longer trips and often deny choice. A network of Complete Streets (right) offers flexibility. Image: Kimley-Horn and Associates, Inc. and Digital Media Productions

Figura 2.3: Exemplo de desenho urbano convencional do modelo *sprawl* (ocupação dispersa) à esquerda contrastando com a proposta de Rua Completas do *New Urbanism*

Fonte: www.smarthgrowthamerica.org, acesso em 23/10/2014.

Neste contexto, o arquiteto dinamarquês Jan Gehl, autor do livro “Cidade para as pessoas”, enfatiza que as cidades devem ser planejadas para a escala humana, e que os espaços públicos são fundamentais, como um pulmão, para a vida das cidades (GEHL, 2010). Os elementos

básicos fundamentais para o sucesso das cidades são: utilizar nossos sentidos e a escala humana (GEHL, 2010). O deslocamento do pedestre envolve uma experiência de velocidade humana e o aguçamento dos sentidos da visão e da audição que irão influenciar na opção de como é realizado o deslocamento; a *função social* que a cidade deve exercer está acima de tudo: o relacionamento comunitário; as trocas e a convivência nos espaços públicos (GEHL, 2010).

Para Gehl (2010), a densidade é fundamental, pois permite que um número maior de pessoas possa compartilhar e utilizar menor quantidade de recursos naturais. A qualidade dos espaços públicos deve considerar a interface entre o público e o privado: a qualidade e atratividade das fachadas cria uma série de ritmos e experiências agradáveis para as pessoas conviverem ao usufruir da cidade.

Tal experiência constrói o conceito de *walkability*, ou caminhabilidade, que traduz a atratividade para caminhadas que a qualidade do espaço público induz. Segundo Speck (2012), a caminhabilidade é definida como sendo o objetivo (fim) e o meio (ferramenta), e também pode ser uma medida (indicador) que traduz as condições urbanas para o ato de caminhar, e engloba os quesitos de utilidade, conforto, segurança e atratividade.

Essencialmente, tais modelos de desenvolvimento mais sustentáveis adotam como estratégia o compartilhamento dos recursos do ambiente urbano, e inclui o conceito de "ruas completas", onde o direito do uso das vias é igual para todos os seus usuários: pedestres, ciclistas, usuários do transporte coletivo e de automóveis. As calçadas devem ter bom padrão construtivo, sem qualquer tipo obstáculos e devem ser amigáveis, adequadas para caminhadas; oferecer facilidades para o uso seguro da bicicleta; a velocidade dos automóveis controlada através de dispositivos de redução de velocidade, como o *traffic calming*, e o transporte público de alta qualidade para atender a demanda da população para as distâncias maiores (www.smarthgrowthamerica.org).

O conceito de "Ruas Completas" faz parte da estratégia do *livability* que enfatiza que o espaço público, especialmente as ruas são para o uso e prioridade de todos os usuários, independentemente de sua condição, jovem, idoso, cadeirante, pedestre, motorista; deve ser implementada, através de um arcabouço legal, num esforço para recuperar a vitalidade dos

bairros decadentes, através do desenho das vias garantindo melhor conectividade, resultando um aquecimento econômico e na vitalidade local (www.smarthgrowthamerica.org).

2.5. INDICADORES E ÍNDICES

Os Indicadores são simplesmente elementos de informação que sumarizam determinado conceito, fenômeno ou problema, podem ser qualitativos ou quantitativos, cuja principal finalidade é traduzir, de forma mensurável, determinado aspecto de uma realidade dada ou construída, de maneira a tornar operacional a sua observação e avaliação (IBGE, 2010).

São construídos através de bases de dados diversas e podem ser escolhidos em razão da simplicidade de obtenção e clareza dos resultados. Segundo Maclarem (1996) apud Costa (2009), os indicadores são simplificações de fenômenos complexos, porém, indicam apenas um aspecto do fenômeno, entretanto, os indicadores também podem avaliar se uma ação influencia outra ação, por exemplo uma relação de causa e efeito. Além de quantificáveis, devem ser relevantes para o que se quer explicar, facilmente compreensíveis e confiáveis (PORTAL, 2003).

Os indicadores de sustentabilidade, segundo Maclarem (1996) apud Costa (2009), são diferentes dos indicadores tradicionais, pois eles podem relatar os cenários dentro de uma visão mais ampla em uma abordagem integrada entre os diferentes aspectos econômicos, sociais e de infraestrutura.

Para o planejamento urbano, os indicadores são ferramentas necessárias e fundamentais para análise da evolução das características da área, do comportamento do cidadão, dos sistemas que ali operam, além de subsidiar decisões, os indicadores auxiliam no monitoramento das ações (COSTA, 2009).

Assim, os indicadores são parâmetros selecionados, considerados isoladamente ou combinados entre si, sendo especialmente úteis para refletir sobre determinadas condições dos sistemas em análise. Analisados de forma agregada, podem construir índices, medindo ou avaliando determinadas tendências. Quando relacionadas ao ambiente construído, seus parâmetros

retratam a morfologia do ambiente. Para se conhecer as características das cidades, evidencia-se a necessidade do conhecimento dos indicadores para cada dimensão do ambiente construído, considerando a realidade de cada sociedade.

Com o propósito de verificar quais são os indicadores mais utilizados para qualificar as cinco dimensões que expressam o ambiente construído e os padrões recomendados pelos autores, foram elaboradas as tabelas 2.3 a 2.7, assumindo que tais padrões promovem viagens sustentáveis.

2.6. DIMENSÕES DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E SEUS INDICADORES

O Novo Urbanismo reforça estratégias de desenvolvimento urbano para a promoção de cidades mais sustentáveis relacionando a forma urbana e a mobilidade, especialmente nos deslocamentos não motorizados, e são temas frequentes em muitos estudos, que apontam que determinados aspectos do ambiente construído direcionam ao aumento de viagens não-motorizadas (GEHL, 2010). Neste caso, as viagens a pé e de bicicleta aumentam quando em locais que apresentam uso misto, calçadas contínuas e de largura adequada, vias bem conectadas, topografia menos acidentada, maior densidade populacional e de emprego. (CERVERO et al., 2009; CERVERO, 2011; EWING e CERVERO, 2010; EWING et al., 2014; ITDP, 2014).

Cervero et al. (2009), em pesquisa realizada na Cidade de Bogotá, Colômbia, identificaram 5 dimensões do ambiente construído que influenciam diretamente na qualidade da mobilidade, podendo induzir as viagens não motorizadas. São os chamados 5 D's, introduzidos por Cervero et al. (2009) e são os mais usuais na literatura para definir as influências recíprocas entre o ambiente construído e mobilidade, embora, muitos fatores tenham influência como gênero, idade, relevo, segurança, cultura.

Para o desenvolvimento sustentável, como propõe Cervero (2009), todos os fatores estão correlacionados entre si. As dimensões devem estar sobrepostas como se observa no diagrama de Venn (gráfico 2.1).

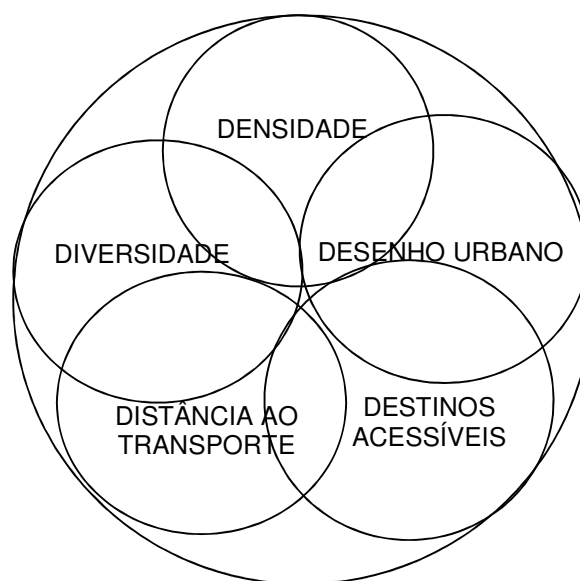


Gráfico 2.1: Diagrama de Venn apresentando as cinco dimensões – 5D's.

Fonte: CERVERO et al, 2009

De acordo com a União Europeia a transformação urbana deve ter como referencial o planejamento pautado nas dimensões propostas por Cervero et al., 2009 e ressalta que os 5D's devem acontecer paralelamente, solucionando a questão entre o nó e o lugar (PASTOR e PINEDO, 2014).

2.6.1. Densidade

A densidade é usualmente utilizada com uma variável que expressa um objeto de interesse por unidade de área, podendo ser considerada a área bruta ou líquida. Expressa uma população, unidades habitacionais, emprego, área construída, ou qualquer outra coisa, pela área que ocupa (EWING, PENDALL e CHEN, 2010).

Observada a partir da própria origem do planejamento urbano, a densidade é um campo interdisciplinar, e descrita como uma dimensão fundamental para caracterizar os ambientes urbanos (LITMAN, 2014). Segundo Acioly e Forbes (1998) a densidade é considerada um dos mais importantes indicadores e parâmetros utilizado nos processos de planejamento urbano e um referencial importante. Recomenda que os governos locais devem intervir no processo de planejamento, com base em estudos sobre os potenciais de densificação de cada área, utilizando técnicas de aproveitamento do uso do solo, como o tamanho do lote; altura das construções;

índice de ocupação do lote, e determinar a distribuição da infraestrutura pelo seu território e definindo a forma que a cidade irá assumir (ACIOLY e FORBES, 1998).

No entanto, não existe um padrão ideal, predefinido para a densidade, segundo Acioly e Forbes (1998) ela depende das especificidades de cada local e é percebida diferentemente por cada sociedade e contexto. Cervero (2013) compara as densidades de várias cidades no mundo e constata que nos países em desenvolvimento, as densidades são normalmente bem maiores que na Europa (pelo menos o dobro) e EUA-Austrália (chegando a cinco vezes mais), entretanto, observa que com o crescimento da economia, as cidades estão se espalhando, acarretando um aumento considerável da motorização, e destaca a importância do planejamento do uso do solo integrado com o de transporte com forma de intervir neste processo.

Cervero (2012) avalia os custos de investimentos por milha no sistema de transporte e conclui que eles tendem a aumentar significativamente em cidades médias com menos de 12 postos de trabalho por hectare.

Como se observa na figura 2.4, elaborado por Acioly e Forbes (1998), existem vantagens e desvantagens para os padrões de densidade, é preciso buscar o equilíbrio. Baixas densidades estão associadas ao ar livre e muito espaço para recreação, contudo, é observada alguma desvantagem, a falta de segurança pode ser resultado de grandes vazios, custos de infraestrutura, pouca acessibilidade, pouca interação social e excesso de consumo da terra.

Densidade máxima é discutida por Brandão (1975) apud Acioly e Forbes (1998), quando afirma que os custos per capita de infraestrutura decrescem significativamente na medida em que a densidade aumenta de 50 para 200 habitantes por hectare (1 ha=10.000m²); ao passo que, para densidades entre 200 habitantes por hectare e 300 habitantes por hectare, os custos continuam caindo, porém, numa taxa menor, tendendo a se estabilizar num patamar igual para densidades acima de 600 habitantes por hectare.

Entretanto, quando não planejado, densidades muito altas causar efeitos desastrosos, como a saturação na rede de infraestrutura e serviços, abastecimento e drenagem, e quando aliados à pobreza pode reverter em disseminação de doenças físicas e mentais (ACIOLY e FORBES, 1998).

Ambientes extremamente densos, caracterizados por grande número de moradores por área construída, são designados como *crowding* ou superlotação, e estão vulneráveis a circulação de doenças, crime e distúrbios sociais (ACIOLY e FORBES, 1998).

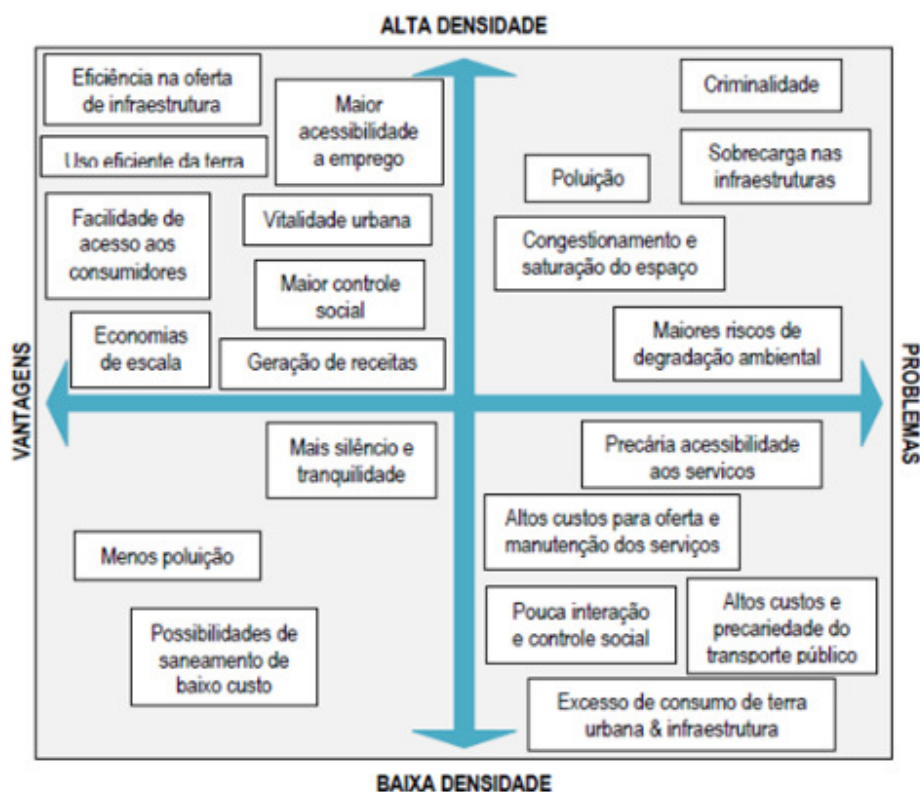


Figura 2.4: As vantagens e desvantagens da Baixa e da Alta densidade
Fonte: ACIOLY e FORBES ,1998

Historicamente, os planejadores consideravam altas densidades um fator negativo e relacionavam aos problemas ambientais, falta de salubridade, congestionamentos, além de criarem ambientes propícios à criminalidade, um obstáculo à manutenção da ordem pública.

Esta visão dominante ao longo do século XX, foi responsável pelo esvaziamento e deterioração dos centros urbanos. Políticas de zoneamento restritivas levaram à concentração de atividades comerciais e exclusão de moradias nas áreas centrais das cidades, com o propósito de morar junto a natureza. Opostamente as propostas de levar o campo às cidades, estas áreas de baixa densidade residencial tornam-se ociosas em determinados período do dia, perdem vitalidade e

entram em decadência. A separação de usos resultou em maiores deslocamentos, com aumento do custo de transportes e de moradia, com conseqüente baixa qualidade ambiental (ACIOLY e FORBES, 1998).

Este modelo de planejamento urbano proposto baseado em baixas densidades e segregação de usos, com o espalhamento da cidade tem sido visto como um modelo que não se sustenta mais. Em resposta a este problema, o *New Urbanism* propõe o aumento da densidade associada às outras dimensões como forma de melhorar a vitalidade econômica e social, quando associada a mistura de usos, tende a aproximar as atividades, da mesma forma que a mistura de usos aumenta a quantidade de atividades dentro de uma pequena área garantido condições de acessibilidade e oportunidades de negócios num ambiente único, permitindo maior produtividade com menor consumo de energia (LITMAN, 2014). O ITDP (2014) considera a densidade como um dos princípios para o desenvolvimento sustentável, segundo o instituto, a densidade deve ser otimizada para se adequar aos sistemas de transporte, e vice-versa.

Os impactos são avaliados em muitos estudos que observam que estimular maiores densidades em áreas mais dispersas reduzem as viagens de automóveis per capita (NEWMAN e KENWORTHY, 1999; KUZMYAK, 2012; CERVERO, 2013; LITMAN, 2014). Em pesquisa realizada pelo *Arizona Department of Transportation* (KUZMYAK, 2012) projetos orientados ao transporte público na cidade de Phoenix, EUA, revelam que a densidade em consonância com a mistura de usos, tem efeito significativo na população que tende a possuir menos automóveis, dirigir menos e a usar mais o espaço e o transporte público (CERVERO, 2013).

O gráfico 2.2 é um clássico apresentado por Newman e Kenworthy em 1999 e demonstra a relação entre a densidade populacional e o gasto de energia *per capita* com transporte individual nas maiores cidades do mundo.

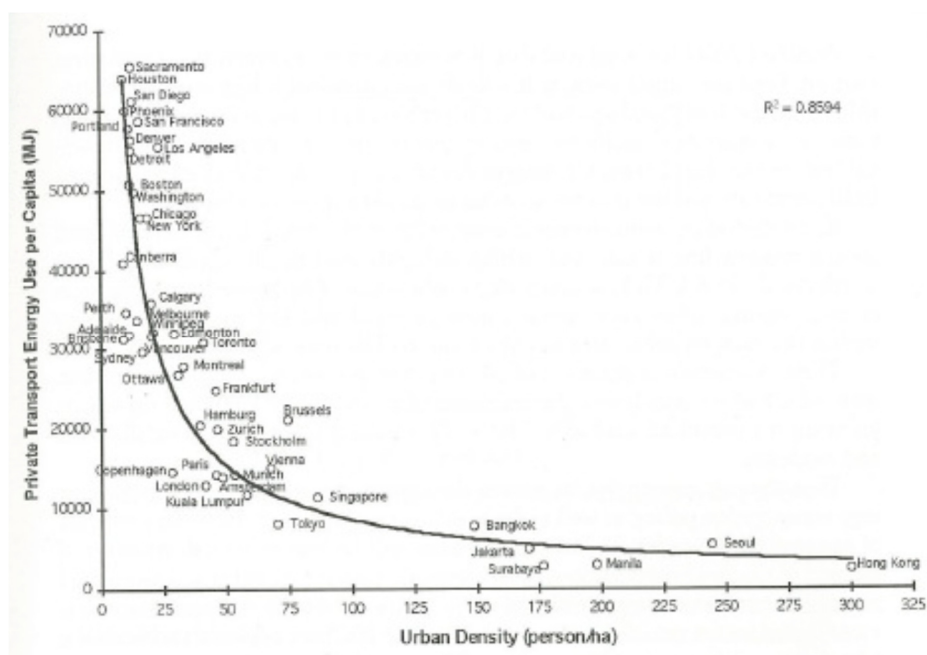


Gráfico 2.2: Relação entre o uso do transporte individual e a densidade populacional em várias cidades no mundo
Fonte: NEWMAN e KENWORTHY, 1999.

É avaliado que densidades acima de 100 habitantes por hectare podem viabilizar um sistema de média capacidade, e densidades acima de 240 habitantes por hectare um sistema de VLT (veículo Leve sobre trilhos) (RUDLIN; FALK, 1999, *apud* MEES, 2010) o que parece ser consenso entre os autores, pois, apesar da complexidade que envolve a relação entre densidade e meio ambiente, um dos principais argumentos a favor de altas densidades é a eficiência na provisão das redes de serviços e de infraestrutura, que podem viabilizar (MEES, 2010; CERVERO, 2012) os sistemas de transportes, conferindo-lhes maior produtividade.

Cervero (2012) avalia os custos de investimentos por milha no sistema de transporte e conclui que eles tendem a aumentar significativamente em cidades médias com menos de 12 postos de trabalho por hectare. Pesquisa realizada na cidade Chilena de Santiago observou que áreas próximas do metrô, onde a densidade é elevada, o uso do automóvel é menor que em outras áreas com menores ofertas e transporte, embora a diversidade de usos não tenha apresentado tanta relevância (ZEGRAS, 2012 *apud* CERVERO, 2013).

Entretanto, Mees (2010) compara densidades de cidades americanas, canadenses e australianas e avalia que não existe densidade correta e que ela por si só não é a solução para o transporte

sustentável nas cidades, e sim a estrutura urbana tem uma influência maior que a forma urbana, e que as políticas de transportes podem ser mais eficientes que tentar mudar a forma urbana, sugerindo que as distâncias ao centro de negócios devem estar mais próximas para a promoção de viagens sustentáveis.

A *Global Footprint Network*, em estudo que calculou a pegada ecológica da Cidade de São Francisco, nos EUA, afirma que o aumento de densidade para aquela cidade em mais 100 habitantes por hectare quadrados reduziria em 0,06 gha (*global hectares* - medida da capacidade ecológica por hectare) per capita (GALLI et al., 2011).

Os indicadores que expressam a densidade variam em função da abordagem de cada estudo, os mais usuais são habitante/hectare, residência/hectare ou empregos/hectare.

O ITDP, 2014, cria um índice baseado em indicadores para ranquear projetos de TOD mais eficientes no mundo, para a densidade, recomenda que em tais projetos as densidades devem estar 5% acima das densidades habitacionais que áreas próximas com a mesma sociedade e tradição, seguindo o mesmo argumento que a densidade depende de cada sociedade.

Acioly e Forbes (1998); Cervero et al. (2009); Cervero (2011); Ewing et al. (2014) utilizam nos estudos o indicador para densidade de número de habitações por hectare, % de área construída e a relação de área construída e o terreno, embora não recomendem um valor específico; já Brandão (1975) apud Acioly e Forbes (1998) verifica que os custos de infraestrutura decrescem com densidade acima de 200 habitantes por hectare, diferente de Bradshaw (1993) apud Rodrigues (2013) que recomenda densidade acima de 37 hab/ha e Ewing et al. (2014) sugere densidades acima de 6 hab/ha. Já Pastor et al, 2014 recomenda que a densidade ideal deve estar acima de 130 habitantes/hectare.

Se comparado a modelos de baixa densidade do tipo *sprawl*, os modelos propostos no Novo Urbanismo tendem a reduzir as viagens motorizadas individuais, um estudo realizado pela *Cambridge Systematics* prevê que as famílias fazem 20-25% menos viagens de automóvel, se localizado em cidades mais compactas (CAMBRIDGE SYSTEMATICS 1992 apud LITMAN, 2014).

Cervero (2011) utiliza o indicador para densidade de empregos por hectare fazendo a correlação também com a diversidade. Litman (2005) apud Litman (2014) afirma que aumentar a densidade em 10% tende a reduzir as viagens individuais de 1 a 3 %.

A Tabela 2.3 inventaria os indicadores mais utilizados em estudos para expressar a densidade e o padrão recomendado pelos autores.

Tabela 2.3: Densidade - indicadores propostos e padrão recomendável.

INDICADOR	PADRÃO RECOMENDÁVEL	FONTE
Média da densidade habitacional em comparação aos padrões locais	> 5%	ITDP, 2014
Número de residências/ hectare	--	Cervero <i>et al.</i> , 2009;
% de área construída	--	Acioly e Forbes, 1998;
Taxa de área construída/terreno	--	Ewing <i>et al.</i> , 2014 Cervero, 2011
Habitantes/ hectare	> 200	Brandão, 1975 <i>apud</i> Acioly e Forbes, 1998
	> 100	<i>Global Footprint Network</i>
	> 37	Bradshaw, 1993 <i>apud</i> Rodrigues, 2013
	-	Singh <i>et al.</i> , 2015
Empregos/ hectare	8 – 50,6 ou mais	Cervero, 2011
	-	Singh <i>et al.</i> , 2015

Fonte: elaboração própria

2.6.2. Diversidade

A Diversidade é ligada ao uso do solo, expressa a multifuncionalidade de regiões como a proporção de diferentes usos do solo em uma determinada área, traduzindo a mistura de atividades (PASTOR e PINEDO, 2014).

É um dos princípios da mobilidade sustentável, pois quando há uma rica mistura de atividades (residências, trabalho, serviços e comércio) numa área relativamente pequena, as pessoas podem fazer a pé seus deslocamentos diários, desta forma, muitas viagens motorizadas podem ser economizadas e substituídas por meios não motorizados (LITMAN, 2014).

Para Acioly e Forbes (1998), um fator determinante para garantir a sustentabilidade do meio urbano é a concentração de atividades no tempo e no espaço, expresso pela diversidade associada a densidades médias ou altas. Essa combinação de densidade e diversidade é vista como solução para muitos problemas que ocorrem em centros urbanos decadentes, onde décadas de políticas de zoneamento restritivas provocaram o esvaziamento populacional. Na grande maioria das cidades, o centro é reservado exclusivamente para uso comercial e de negócios, sendo intensamente utilizado no horário comercial, mas tornando-se deserto em outros horários, fora da hora do expediente e nos finais de semana. Além de subutilizar uma área nobre, com boa infraestrutura de serviços, esta segregação de usos aumenta a demanda de viagens do tipo casa-trabalho-casa e congestionam todo o sistema de transportes.

Outros estudos tratam a diversidade em várias escalas, dentro do edifício, na rua e nos bairros (ITDP, 2014). Neste conceito, a diversidade também implica em misturar o custo das moradias, aproximando pessoas com diferentes níveis de renda, significando maior igualdade de oportunidades (Pastor e Pinedo, 2014). Para Litman (2014), a mistura de faixas de renda e tipos de habitação é uma característica fundamental do *New Urbanism*.

Como indicador, a diversidade pode ser medida através dos índices de entropia (a variedade de usos diferentes em um bairro) ou índices de dissimilaridade (o número de atividades com diferentes usos). Ambos os métodos resultam em pontos que variam de 0 (menos diverso) a 1,0 (mais diverso), estudos avaliam que um índice de entropia de cerca de 1,0 tende a minimizar as distâncias médias e as viagens de veículo por pessoas, chegando num modelo de elasticidade por viagens individuais per capita na ordem de 29 – 35, significando que o aumento da diversidade em 10% reduz tais viagens em 2,9 a 3,5% (BOARNET; HSU; HANDY (2011) apud, LITMAN, 2014).

Outra forma de medir a diversidade é utilizar a proporção entre empregos e moradia (EWING et al., 2014), o ITDP (2014) recomenda padrões de diversidade em percentuais, e em várias escalas, propõe como padrão uma mistura de unidades residenciais com não residenciais entre 15 a 85% num mesmo quarteirão; entre atividades diferentes de 50 a 90% num mesmo edifício; e de rendas diferentes entre 15 a 30%; e num raio de 500 metros próximo a áreas comerciais, 79 a 80% de unidades residenciais.

Cervero et al. (2009) e Hall (2006) utilizam a tipologia construída e os padrões verticais e horizontais, o edifício de uso misto, área com mais de duas atividades, entretanto não estabelece nenhum parâmetro específico. Analogamente como as ruas completas, as combinações de atividades criam bairros completos, que contem serviços que podem ser compartilhados por mais pessoas no dia a dia, Wang, Khattak e Zhang (2013), apud Litman (2014), constataram que as viagens de veículos particulares são cerca de 9% menor para as famílias que residem em bairros mistos e compactos.

A *Cambridge Systematics* (1994) apud Litman (2014), investiga uma redução 14% de viagens por veículos particulares em áreas que apresentam mistura de usos, e conseqüentemente apresentam melhor acessibilidade a serviços, e maior percepção de segurança.

A Tabela 2.4 inventaria os indicadores mais utilizados em estudos para expressar a dimensão diversidade e o padrão recomendado pelos autores.

Tabela 2.4: Diversidade - indicadores propostos e padrão recomendável

INDICADOR	PADRÃO RECOMENDÁVEL	FONTE
% de mistura de unidades residenciais e não residenciais no mesmo quarteirão	15% - 85%	ITDP, 2014
% de diversidade de uso no mesmo edifício	50% - 90%	
% de unidades residenciais numa distância de até 500 m de supermercados	79% - 80%	
% de mistura unidades residenciais com diferentes rendas	15% - 30%	
Índice de entropia		
Escala de 0 (menos diversificado) – 1 (mais diversificado)	--	
Proporção de edifícios verticais de uso misto	--	Cervero <i>et al.</i> , 2009; Hall, 2006;
Proporção de áreas construída com mais de 2 usos	--	Singh <i>et al.</i> , 2015
Proporção de tipologia mista (vertical e horizontal)		
% população + escola fundamental + comércio + serviços	Raio de 1,6 km	Ewing <i>et al.</i> , 2014
Densidade de comercio e serviços (km ²)		Singh <i>et al.</i> , 2015
Arrecadação de taxas e impostos		Singh <i>et al.</i> , 2015
Taxa de empregos / moradias	0.29 a 0.35	Boarnet <i>et al</i> (2011) apud Litman, 2014; Singh <i>et al.</i> , 2015

Fonte: elaboração própria

2.6.3. Desenho urbano

Ou projeto urbano, é o processo de criação de lugares envolvendo a configuração das formas urbanas; define o desenho dos cheios e vazios ou a conectividade (o padrão da malha, o tamanho dos quarteirões e a largura das ruas), a paisagem (atratividade) e a infraestrutura para pedestres (amenidades) (LITMAN, 2014).

Os cheios e vazios formam a rede de caminhos, representados pelo tamanho do quarteirão e pelo padrão da malha que caracterizam a conectividade da rede, exercendo influência direta na acessibilidade de cada endereço, uma rede mal conectada, com muitas ruas sem saída reduz as possibilidades de percursos curtos e diretos, influenciando no modo dos deslocamentos; por outro lado, o aumento da conectividade induz viagens não motorizadas, pois reduz as distâncias entre destinos e estimulando os deslocamentos a pé ou por bicicleta (LITMAN, 2014).

Para Gehl (2010), o tamanho dos quarteirões é determinante para se atingir bons níveis de caminhabilidade. Quando variam de 100m a 190m, são compatíveis com o tempo confortável de caminhada (5 a 10 minutos) e com as distâncias ao transporte e às atividades (500 m). O *Front Seat* (2013) apud Rodrigues (2013) recomenda indicadores como tamanho médio de quarteirão variando entre 195m a 120m, e densidade de intercessões entre 60 a 200 quarteirões por milha quadrada. Rodrigues (2013), em estudo sobre padrões de caminhabilidade, propõe três faixas de tamanho de quarteirão, conferindo um grau de potencialidades que estimulam a caminhada, sendo “Alto Potencial” o quarteirão de comprimento inferior a 120 metros; “Médio Potencial” de 120 a 180 metros; e “Baixo potencial” superior a 180 metros.

Outra característica do desenho urbano faz referência as amenidades representadas pela infraestrutura oferecida e que contribuem para melhorar os padrões de caminhabilidade, é caracterizada pela disponibilidade de sombreamento, iluminação, parques, qualidade e largura das calçadas, facilidades para ciclistas e pedestres tornando o ato de caminhar mais agradável (GEHL, 2010; LITMAN, 2014).

A atratividade é um atributo ligado à paisagem, caracterizada pela variedade nas fachadas dos edifícios e no desenho dos quarteirões, traduzindo a qualidade da área de transição entre o edifício e a rua, ou seja, a interface entre o público e o privado. Para Gehl (2010) esses elementos podem contribuir para tornar a caminhada mais agradável, quando aproximam o pedestre do

edifício e criam uma atmosfera mais humana, podendo ser medida pela disposição de vitrines e janelas, que dão maior movimento às fachadas; pelo número de portas e jardins, que conferem maior permeabilidade ao ambiente; e pela altura dos edifícios, que devem obedecer à escala humana.

Observa-se que o desenho urbano de influência modernista, que predominou nas últimas décadas, era orientado para o uso do automóvel, com longas quadras e calçadas estreitas, ou até mesmo inexistentes, onde a paisagem era projetada para ser vista na velocidade ou para a escala de quem andava de carro (MARCOLINI, 2011). Por outro lado, as estratégias do *New Urbanism* e, especialmente, do *Transit Oriented Development*, pretendem reverter esta tendência, considerando que os ambientes devem ser favoráveis a caminhadas e ao uso do transporte público. Como fundamento, a escala para o pedestre deve ser obedecida na proporção das alturas das edificações, e as fachadas devem ser interessantes e atrativas ao ambiente externo, criando um espaço de convívio entre o edifício e a rua (GEHL, 2010).

Muitos são os indicadores propostos, e muito se tem estudado sobre o tema, contudo, o desenho urbano é um grande indicador e um grande influenciador para se desenvolver *walkability* (LITMAN, 2014).

Os indicadores que expressam o desenho urbano podem ser classificados em três grupos: Amenidades (áreas públicas, tamanho de parques, arborização, iluminação, sinalização); características de desenho (tamanho do lote, densidade de ruas, quantidade de cruzamentos, tamanho do quarteirão, ciclovias, *cul de sac*); e segurança (acidentes, passagem para pedestres, velocidade, segurança pública) (GEHL, 2010).

Observa-se que os indicadores tratam, essencialmente, da qualidade dos caminhos, do conforto e da segurança para o incentivo ao transporte não motorizado e do fomento ao senso comunitário. As variações de fachadas, com seus ritmos e atratividade, tratam de aguçar os sentidos para atrair mais pedestres e, assim, garantir a segurança (GEHL, 2010).

Rodrigues (2013) estuda as características da rede de caminhos em condomínios residenciais e conclui que alguns indicadores da teoria dos grafos confirmaram a hipótese de que o uso Misto do solo propicia a escolha da caminhada, indicando que a configuração da rede de caminhos tende a influenciar mais a geração de viagens a pé em áreas de uso misto.

A Tabela 2.5 inventaria os indicadores mais utilizados em estudos para expressar o desenho urbano, e o padrão recomendado pelos autores.

Tabela 2.5: Desenho urbano - indicadores propostos e padrão recomendável

INDICADOR	PADRÃO RECOMENDÁVEL	FONTE
% de calçadas seguras e acessíveis	≥ 90 %	ITDP, 2014
% de cruzamentos seguros e acessíveis	≥ 90%	
Fachadas visualmente ativas (vitrines e janelas)	50% - 90%	
% de calçadas com amenidades	≥ 75%	
Fachadas permeáveis (entradas) no quarteirão	03 a 05 a cada 100m	Gehl, 2010 ITDP, 2014
Tempo de caminhada a atividades cotidianas	5 a 10 minutos	Front Seat, 2013- Gehl, 2010 - Bradshaw, 1993
Distância percorrida para alcançar atividades cotidianas	500 m	Cervero <i>et al.</i> , 2009
	400 m	Front Seat, 2013- Schlossbertg e Braown, 2003 <i>apud</i> Scovino, 2010
	500 m (distâncias maiores dependendo da qualidade do trajeto)	Gehl, 2010
Áreas públicas ou parques/ total da área urbana	--	Cervero <i>et al.</i> , 2009, Singh <i>et al.</i> , 2015
Média do tamanho dos parques	--	
Número de ligações (links)	--	
Velocidade média de automóveis	--	
% de ruas com infraestrutura para ciclistas	≥ 90%	ITDP, 2014; Cervero <i>et al.</i> , 2009
Facilidades seguras para ciclistas até 100 m das estações	Sim – não	
% de edifícios com facilidades para ciclistas	>25%	
Número de edifícios que permitem o acesso de bicicletas	Sim – não	
Tamanho dos quarteirões	120m - 180 m	Rodrigues, 2013 – Front Seat, 2013
	120 m – 195 m	Front Seat, 2013
	150 m	Ewing <i>et al.</i> , 2014
	100m - 190 m	Cervero e Duncan, 2003
	110m - 190 m	ITDP, 2014
Taxa de interseções para pedestres em relação as de automóveis	2 % - 0,5 %	Cervero; Kockleman, 1987; Cervero; Duncan, 2003;
Padrão predominante da malha	--	Cervero; Kockleman, 1987
Densidade de quarteirões	>390 quarteirões por km ²	FTDO, 2011 <i>apud</i> Rodrigues, 2013
Número de cruzamentos/km ²	> 87	Front Seat, 2013 <i>apud</i> Rodrigues, 2013
Comprimento de vias para pedestres e ciclistas (km)		Singh <i>et al.</i> , 2015

Fonte: elaboração própria

2.6.4. Distância ao sistema de transporte

Refere-se a distância ao sistema de transporte, que segundo Cervero (2009), a escolha do modo de deslocamento é influenciada tanto pela facilidade de acesso ao sistema, quanto pela qualidade do serviço de transporte ofertado. Portanto, o conceito desta dimensão deve ser ampliado para a disponibilidade do transporte, considerando que este fator, além da distância que a ser percorrida até a entrada no sistema, deve se considerar que a tecnologia exerce forte influência. Segundo o ITDP (2014) a tendência de caminhada para estações de metrô é considerada maior que para as estações de BRT ou de ônibus. Da mesma forma, deve-se considerar a qualidade do serviço prestado, incluindo a frequência e a possibilidade de integração física e tarifária, o que possibilita ao usuário atingir, com comodidade e rapidez, o destino desejado.

O ITDP (2014) prefere estabelecer o tempo adequado para acesso ao sistema de transporte, definido em 10 minutos, mas sugere que a capacidade e a qualidade do sistema também sejam consideradas, observando características como a tecnologia, o número de estações, a confiabilidade, a quantidade da oferta, intervalos, custo e disponibilidade de integração (LITMAN, 2014; ITDP, 2014; FRONT SEAT, 2013).

Segundo o ITDP (2014) tempo de caminhada determina a distância de acesso, considerada como sendo uma distância máxima que um usuário tende a caminhar para acessar o sistema, e que, dentro desse raio, as condições para seu deslocamento atendam ao padrão desejado de desenho urbano amigável ao pedestre. Em um projeto de TOD, é usualmente considerado um raio de 500 metros no entorno das estações de transporte de alta capacidade e em corredores de transportes, compatível com o tempo de caminhada de 5 a 10 minutos.

O estudo realizado em Bogotá mostra que o que mais influenciou no uso da bicicleta foi o desenho urbano, que apresentou quarteirões pequenos e a distância da estação do Transmilênio, com uma significativa importância 72%, os acidentes com bicicletas também influenciam na decisão do uso deste modal (CERVERO et al., 2009).

Cervero (2011) apresenta gráfico 2.3 onde revela que a medida que a distância das estações diminui, o percentual de uso do transporte tende a aumentar significativamente, e a densidade de empregos impacta mais o uso do transporte quanto mais próximo está da estação.

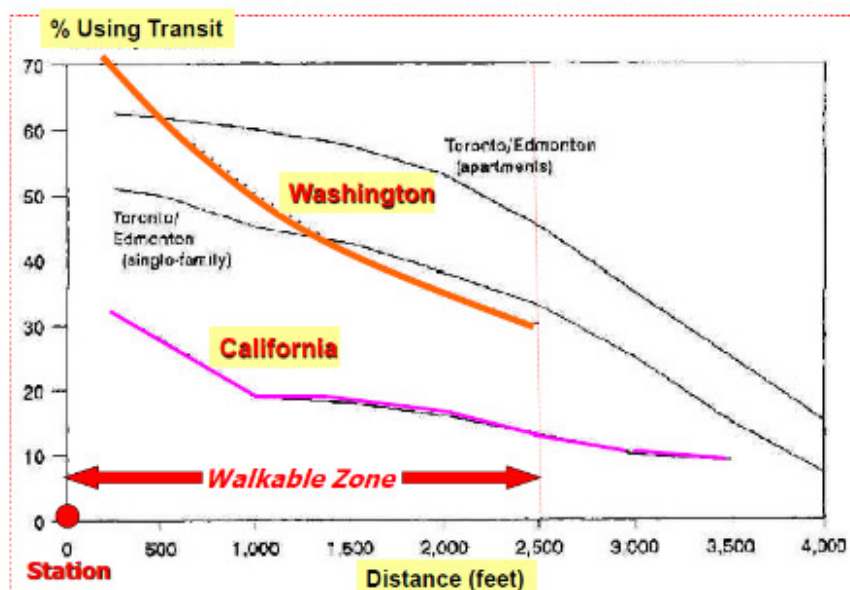


Gráfico 2.3: Distância ao sistema de transporte e seu uso.
Fonte: CERVERO, 2011

Nos EUA, estudos mostram que em 17 projetos do tipo TOD as pessoas tendem a possuir menos carro e, dirigir menos e utilizar mais os modos não motorizados, já que as distâncias a serem percorridas são menores (CERVERO e ARRINGTON, 2008).

Foi estimado que em tais projetos, as taxas de geração de viagens por autos são 44% menos que as estimadas pelo *ITE (Institute of Transportation Engineers)* (CERVERO e ARRINGTON, 2008)

Já no Brasil, Marcolini (2011) destaca que as taxas de geração de viagens por automóveis são 1/3 menores em bairros com características de TOD, com um sistema de transporte mais acessível que em bairros mais dispersos, com pouca acessibilidade ao transporte.

Nota-se que existem muitas variáveis a serem consideradas para a avaliação de tal dimensão, que pode ser medida pela relação da oferta com a demanda do sistema, distância entre as estações, tarifa, segurança, conforto (EWING e CERVERO, 2010). Verifica-se que em cidades com redes estruturantes de transportes densas e equitativas, a distância e o tempo a estação são indicadores que, aliados a diversidade de usos e densidade podem estimular viagem a pé e por transporte público (EWING e CERVERO, 2010).

Por outro lado, em cidades com realidades distintas, a imobilidade é consequência de problemas econômicos. Estar próximo de parada de ônibus ou mesmo de uma estação metroferroviária não significa que disponha de uma boa oferta de transporte e que cubra todo o território. Nesta realidade, em algumas cidades, a valorização do solo próximo as infraestruturas de transportes geram a segregação espacial das camadas mais pobres da população que vão para as periferias, aumentando os custos com o transporte e reduzindo a acessibilidade à cidade (VASCONCELOS, 2001 apud CERVERO, 2013).

A Tabela 2.6 inventaria os indicadores mais utilizados em estudos para expressar a dimensão da distância ao sistema de transportes e o padrão recomendado pelos autores dos estudos.

Tabela 2.6: Distância ao sistema de transporte - indicadores e padrão recomendável.

INDICADOR	PADRÃO RECOMENDÁVEL	FONTE
Média da distância para o acesso a um sistema de transportes	1km até 500 m - alta e média capacidade - < 500 m baixa capacidade	ITDP, 2014 - Front Seat, 2013
Distância ao sistema de transporte	500 m	Cervero <i>et al.</i> , 2009
Número de opções de sistemas de transporte a um raio de 1 km	Alta cap. > baixa cap.	Litman, 2014
Tempo de caminhada	10 minutos	Front Seat, 2013- Gehl, 2010 - Bradshaw, 1993
Intervalo (<i>headway</i>) entre linhas de transporte coletivo	10 minutos	Bradshaw, 1993
Demanda de passageiros (Hora pico e fora do pico)	-	
Condições da estação (segurança, amenidades, informação)	-	
Integração com outros modais	-	Singh <i>et al.</i> , 2015
Estacionamento para cadeirantes e ciclistas	-	
Acesso a empregos e oportunidades	800 m	
Número de estações	--	
Número de linhas alimentadoras	--	Cervero <i>et al.</i> , 2009

Fonte: elaboração própria

2.6.5. Destinos acessíveis

Por destinos acessíveis, Cervero *et al.* (2009) refere-se à facilidade de acesso a certas atividades essenciais, tais como supermercados, restaurantes, escolas, hospitais, bancos, tanto por transporte público quanto por meios não motorizados. Ou seja, a garantia do suprimento das necessidades cotidianas dentro de uma área facilmente coberta a pé ou por transporte não motorizado.

Para expressar destinos acessíveis os indicadores fazem referência também à mistura de usos em uma área, à densidade e à distância do sistema de transporte, pois relaciona uma determinada área (EWING *et al.*, 2014) ou determinado endereço (CERVERO *et al.*, 2009; GEHL, 2010; FRONT SEAT, 2013), à locais de interesse ou equipamentos essenciais, que são utilizados para as necessidades diárias. Neste caso, que os padrões recomendáveis são semelhantes aos dos indicadores para atingir bons níveis de caminhabilidade, expressos em distâncias ou relação de número de atividades.

Em estudo sobre impactos do *Urban Sprawl*, Ewing *et al.* (2014) fazem referência a um fator relacionado à força de atração da área central como expressão do *Sprawl*. Sendo avaliada na escala regional, como a distância do Centro de Negócios (CBD); ou na escala local, como a concentração de atividades cotidianas nos subcentros de bairro, medido pelo tempo de percurso; para o Centro de Negócios (CBD), o tempo tende a ser bem maior que para as atividades locais (EWING e CERVERO, 2010, EWING *et al.*, 2014).

Esta dimensão está associada também a outras dimensões, e significa que morar próximo ao centro numa área densa e diversa reduz substancialmente, o uso do automóvel. Ewing e Cervero (2010) determina modelos de elasticidade para cada dimensão, e destaca que a proximidade do centro é o indicador que apresenta maior correlação com a redução de viagens diárias motorizadas, observando que os movimentos pendulares casa-trabalho-casa feitos por automóveis tendem a reduzir a medida que a distância e o tempo do trajeto até o centro de negócios diminui e Kockelman (1997), apud Litman (2014) e que a distância de 30 minutos é um fator decisivo para a escolha do transporte individual nas viagens diárias.

Estudo realizado na Califórnia, EUA observa que os moradores dos subúrbios americanos utilizam seus veículos diariamente muito mais que moradores das áreas próximas do centro,

mais acessíveis a atividades, o que sugere que mudanças na política de uso do solo em tais áreas podem ser particularmente eficazes para atingir efeitos na redução de viagens motorizadas (BOARNET et al., 2011 apud LITMAN, 2014).

Cervero e Arrington (2009), em pesquisa realizada na cidade americana de Portland, Oregon, o padrão de ocupação seguindo os modelos do TOD, observou uma redução em 40% nas taxas médias de viagens motorizadas num dia de semana em relação às taxas apresentadas pelo *ITE - Institute of Transportation Engineers* - para um bairro residencial tradicional americano, onde as atividades estão também dispersas.

Erwing et al. (2014) adotam como indicador a relação entre o crescimento da área urbana total e da área central, sugerindo que vários subcentros nas áreas metropolitanas traduzem a diversidade de atividades e encurtamento de distâncias, destaca-se que os tais subcentros devem encorajar que as dimensões ocorram sobrepostas umas das outras para favorecer a mobilidade sustentável.

A Tabela 2.7 apresenta os indicadores mais utilizados em estudos para expressar a destinos acessíveis e o padrão recomendado pelos autores.

Tabela 2.7: Destinos acessíveis - indicadores propostos e padrão recomendável

INDICADOR	PADRÃO RECOMENDÁVEL	FONTE
% das fachadas com atividades por quarteirões ou edifícios	60% - 90%	Litman, 2014
Distância do Centro de negócios		Ewing <i>et al.</i> , 2010
% edifícios que estão num raio de 500 m de supermercados.	80%	ITDP, 2014
Presença de subcentros (concentração de população e empregos)	raio de 4,8 km	Ewing <i>et al.</i> , 2010
Número de atividades cotidianas escolas e locais de trabalho e polos geradores de viagens	raio que varia de 400m a 2400m	<i>Front Seat</i> , 2013 Gehl, 2010; ITDP, 2014

Fonte: elaboração própria

2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo integra a revisão bibliográfica que busca identificar, nos estudos já realizados, os impactos que as características do ambiente construído e os modelos de planejamento urbano, exercem na mobilidade e no amplo acesso a cidade.

Relacionam as cinco dimensões mais representativas do ambiente construído e os indicadores que as expressam, apresentados nos diversos estudos. Observa-se que as dimensões e os indicadores que as representam podem servir de bons parâmetros para que caracterizar as áreas e as tendências de potencial em desenvolver a mobilidade sustentável.

Tais indicadores também são utilizados para construir índices, relacionados ao ambiente urbano podem medir o desempenho da sustentabilidade das áreas.

Capítulo 3

3. ÍNDICES RELACIONADOS À PROMOÇÃO DA MOBILIDADE SUSTENTÁVEL

3.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com o mesmo objetivo da dissertação, a revisão bibliográfica identifica alguns estudos que tratam de avaliar a mobilidade através de índices utilizando como base as dimensões do ambiente construído. Observa-se algumas especificidades entre eles, alguns índices medem padrões de acessibilidade para pontuar níveis de caminhabilidade, enquanto outros analisam o ambiente construído e os efeitos produzidos na acessibilidade. (FRONT SEAT, 2013; CERVERO *et al*, 2009; EWING *et al.*, 2014; ITDP, 2014, SINGH *et al*, 2015).

Aqui são apresentados dez índices que tratam do assunto, e que tem em comum o comprometimento com a mobilidade sustentável. A avaliação e comparação de tais índices podem servir de base para a formulação de novos índices que represente melhor a realidade das cidades para onde foram modelados.

3.2. ÍNDICES UTILIZADOS PARA AVALIAR A MOBILIDADE

A medida que estudos são desenvolvidos, índices são elaborados relacionando o espaço construído, o planejamento urbano e a mobilidade; algumas características tem sido observadas, embora ainda não exista um padrão de indicadores, cada estudo obedece uma abordagem diferente apresentando diferentes indicadores para traduzir a magnitude das dimensões do ambiente como a densidade, diversidade, conectividade, e relacionadas as dimensões de distância do transporte ou destinos acessíveis, objeto do presente estudo. A tabela 3.4 sintetiza os índices levantados, identificando as abordagens que tratam cada índice e a dimensão mais utilizada para se alcançar seus objetivos.

3.2.1. *Measuring Sprawl* - Ewing et al. (2014)

Para entender o fenômeno do *Urban Sprawl* ou espalhamento urbano nas cidades americanas, a organização *Smart Growth América* cria um índice do ambiente construído, baseado em quatro dimensões: a densidade residencial; a mistura de residência, serviços e comércio numa vizinhança; a força da atração do centro de negócios e a acessibilidade da rede de caminhos. As dimensões são avaliadas através de 22 indicadores, aferindo-se uma pontuação para cada uma. Neste estudo, as cidades americanas foram ranqueadas através da pontuação obtida dentro de uma escala de valores, variando num intervalo entre 75 e 125 pontos e tendo 100 pontos como média. O índice considera que quanto mais abaixo da média, as cidades apresentam maiores características de *sprawl*, e a medida que a pontuam acima da média são mais compactas, de acordo com os padrões americanos (EWING; PENDALL; CHEN, 2002).

Segundo Ewing *et al.* (2014), a densidade habitacional é a dimensão mais representativa do fenômeno *sprawl* expressa pelo indicador de residência por milha quadrada; para a diversidade de usos, foram considerados os indicadores de proporção de residentes morando a ½ quarteirão do trabalho ou a proporção de residência comparada a postos de trabalho, medido em percentual.

O estudo ressalta a força de atração que o centro de negócios – CDB ou o centro metropolitano exerce sobre a população das cidades vizinhas, observando que a centralidade ou a presença de vários subcentros podem caracterizar as cidades mais compactas (com vários subcentros) ou mais dispersas, dependentes de um único centro, concentrador do mercado de trabalho e das atividades. Destaca no estudo, que a centralidade foi considerada o único fator independente da densidade. Os indicadores utilizados para representar tal fator foram a variação da densidade populacional no centro, o percentual a moradores a 3 milhas do centro ou o percentual de moradores a 10 km do CDB (EWING *et al.*, 2014).

Quanto à dimensão do desenho urbano, refere-se à densidade da rede de caminhos, que podem ser muito ou pouco densas e desconectas, que se constitui de uma característica clássica do modelo do *sprawl* (muitas ruas sem saída e longas avenidas sem muitos cruzamentos), o estudo utilizou como indicadores a média do tamanho do quarteirão e o percentual de quarteirões pequenos (EWING *et al.*, 2014).

3.2.2. Walk Score (2015)

Com o slogan “*Live where you love*” ou seja, “*more onde você ama*” e apresentado por uma página eletrônica, o índice proposto chamado de *Walk Score* trata de conferir pontuações para classificar graus de acessibilidade em endereços de diversas cidades ao redor do mundo. O índice é utilizado, principalmente, pelo mercado imobiliário para agregar valor as propriedades em vizinhanças que ofereçam mais facilidades para caminhadas, conforme o desejo dos consumidores.

Como metodologia, utiliza dados coletados em sites abertos, como o *google*, *open street maps* e sites oficiais de cada cidade, conferindo pontuações para a classificação da caminhabilidade, representando a facilidade de acesso as atividades cotidianas que um pedestre pode encontrar em tais áreas, como o acesso ao transporte público, facilidades para uso da bicicleta ou comércio próximo (<https://www.walkscore.com/methodology.shtml>).

Desenvolvido por estudiosos e validado por um conselho de pesquisadores, o programa modela diversas vizinhanças através de software específico, analisando centenas de rotas, para verificar a conectividade e as amenidades que ocorrem nessas rotas, conferindo uma escala de pontuação para cada quesito (<https://www.walkscore.com/methodology.shtml>).

Para a conectividade é conferida a pontuação máxima em rotas com amenidades num raio de 400 metros, ou 5 minutos de caminhada. Na medida em que a distância entre as amenidades aumenta a pontuação cai (<https://www.walkscore.com/methodology.shtml>).

Da mesma forma é conferida a pontuação para o acesso ao transporte público. Neste quesito soma-se a disponibilidade de transporte público a determinada distância cuja pontuação máxima é de 400 m; a disponibilidade é medida pelo nível de serviço (frequência/semana) multiplicado pelo modo (tecnologia), ao qual, são atribuídos pesos, conforme sua capacidade: trem ou metro (2); barca (1,5); ônibus (1), da mesma forma, na medida em que a distância de acesso aos sistemas vai aumentando, a pontuação diminui (<https://www.walkscore.com/methodology.shtml>).

Frequência/semana x tecnologia x distância

A pontuação varia em um intervalo que classifica cada endereço em:

Tabela 3.1: Intervalo de classificação *Walk Score*

Intervalo de pontuação	Classificação
90 - 100	PARAÍSO DO PEDESTRE – acessível para todos os pedestres em qualquer hora
70 – 89	MUITO CAMINHÁVEL – bastante acessível, todos podem caminhar.
50 – 69	RAZOAVELMENTE CAMINHÁVEL – acessível para alguns tipos de pedestres, em algumas horas
25 – 49	DEPENDENTE DO CARRO – depende do uso do automóvel em quase todas as viagens
0 - 24	DEPENDENTE DO CARRO – uso do automóvel em todas as viagens

Fonte: <https://www.walkscore.com/methodology.shtml> - acesso em 04/06/2015.

Para o uso de bicicletas, é considerada a infraestrutura de ciclovias, a conectividade e o relevo de uma determinada localização. Para aferir pontuação, utiliza-se a mesma metodologia que usada para a caminhabilidade. Adota-se um raio de 1000 metros dentro da rede, dando-se maior pontuação para as origens mais próximas (www.walkscore.com/bikescore.com).

Segundo o site, para o uso da bicicleta, é também considerado na pontuação o aspecto social; foi constatado que quanto maior o número de ciclistas presentes numa rede, maior possibilidade de outros ciclistas a utilizarem. Para isso, foi incluída a observação do uso da bicicleta nas cidades para a escala de pontuação. Todavia, a pontuação para o uso da bicicleta ainda não está disponível para as cidades brasileiras.

3.2.3. TOD Standard – ITDP (2014)

O *Institute for Transportation & Development Policy - ITDP* apresenta o *TOD Standard, 2014*. Trata-se de um método de pontuação que, a partir das características do ambiente construído, classifica os projetos de TOD mais eficientes em todo o mundo. Dentro da mesma proposta dos 5D's de Cervero, seus indicadores são de fácil entendimento e medem o desempenho desses projetos em desenvolver mobilidade sustentável, avaliam os aspectos de conectividade, densidade, caminhabilidade, diversidade, uso do transporte não motorizado e ligados a sistemas de transportes de alta capacidade. Estas características são preconizadas pelo Instituto como

estratégicas para a mobilidade sustentável. Para o ITDP (2014), um projeto de TOD deve atender a oito princípios norteadores que devem ser considerados em conjunto:

1. [caminhar] criar vizinhanças que estimulem os moradores a andar a pé;
 2. [pedalar] priorizar o uso da bicicleta;
 3. [conectar] criar redes densas de vias e caminhos;
 4. [transporte público] oferecer sistemas de transporte rápidos, frequentes, confiáveis e de alta capacidade;
 5. [misturar] estimular maior diversidade de atividades pelo uso misto do solo;
 6. [adensar] aumentar a densidade no entorno das estações de transporte público de alta capacidade;
 7. [compactar] reorganizar regiões para encurtar viagens casa-trabalho-casa;
 8. [mudar] promover mudanças para incentivar o uso de transporte público, caminhar ou pedalar.
- (ITDP, 2014, p. 7)

Como metodologia, o Instituto cria uma premiação com padrões de qualidade para determinar critérios que vão atribuir notas a 18 quesitos, divididos nos 8 princípios.

Segundo o ITDP (2014), o princípio 1, andar a pé, o critério de pontuação é dado pela qualidade de calçadas, percentual de fachadas ativas e atraentes que ocorrem no nível da rua, acessibilidade para cadeirantes, sombreamento e abrigo disponíveis ao pedestre, e segurança nos cruzamentos;

Para o princípio pedalar, como um exemplo de mobilidade sustentável, o Manual pontua através de atributos relativos à segurança e eficiência da rede de infraestrutura para ciclistas;

A conectividade é um princípio fundamental para que os projetos de TOD sejam eficientes por encurtar a rede de caminhos. É medido através do indicador tamanho dos quarteirões, combinado com a infraestrutura para pedestres e ciclistas; a pontuação é dada pela prioridade do pedestre em relação aos automóveis.

Como premissa, os TOD's são projetados para áreas com bom acesso a sistemas de transportes de alta e média capacidade; a pontuação deste quesito varia conforme a capacidade do sistema e a distância de acesso às estações. Entretanto, o Manual classifica os ambientes como Padrão TOD, os projetos que apresentam distância de até 500m a uma estação de transporte público de

média capacidade, e 1000m até o de alta capacidade; os projetos que não atendem a esta característica, não possuem o Padrão TOD, segundo o ITDP (2014).

Misturar significa o amplo acesso a atividades num pequeno raio de distância. Os indicadores para este quesito referem-se ao percentual de variação entre o uso residencial e não residencial; ao percentual de edifícios residenciais próximos a mercados; e ao percentual de mistura de habitações com diferentes rendas dentro de uma área;

Quanto à densidade, é analisada por comparação das densidades observadas com as densidades de outras regiões. Como já foi mencionada anteriormente, a densidade varia muito de acordo com os costumes e as tradições das sociedades. O ITDP (2014) propõe a comparação medindo também a intensidade de habitações, empregos e número de visitantes.

O sétimo princípio é a “compactividade”, ou seja, a forma como um local pode ter mais ou menos acesso a atividades e serviços. Este quesito é medido pelo número de atividades disponíveis nas fachadas dos blocos ou edifícios; ou pelo número de opções de transporte e integração numa distância facilmente caminhável;

Mudar, enfatiza a minimizar os espaços para os carros, conferindo ao uso do solo o poder para encorajar deslocamentos a pé como a principal forma de mobilidade sustentável, criando espaços seguros, contínuos e bem conectados em vizinhanças densas, de uso misto e acessíveis, interconectadas por redes de transporte público.

Faz referência, especialmente a oferta de estacionamento, como medida de restrição ao uso do automóvel. Essa medida tem sido adotada com sucesso em diversas cidades europeias e norte-americanas, como Amsterdam, Copenhagen, Zurich, Londres, San Francisco, Seattle e Portland. A adoção dessas políticas pressupõe a disponibilidade de boa infraestrutura de transporte como alternativa ao uso do automóvel e, normalmente, tem por consequência a elevação do preço do estacionamento (KODRANSKY, 2011). Estas políticas são adequadas para áreas centrais, densamente ocupadas e raramente são empregadas em áreas periféricas (WEINBERGER 2010).

No cálculo do índice, os indicadores com maior peso são relativos à densidade, a diversidade e a conectividade, estabelecendo 3 categorias que variam conforme a pontuação conferida. Entre 55 a 69 pontos: padrão bronze; de 70 a 84 pontos: padrão prata; de 85 a 100 pontos: padrão

ouro. Os projetos padrão ouro tornaram-se referências internacionais na integração do desenvolvimento urbano e a mobilidade (ITDP, 2014).

3.2.4. SGI - *Smart Growth Index* – DCED (2003)

O SGI - *Smart Growth Index* é um modelo matemático elaborado com o objetivo de avaliar o desempenho e os impactos ambientais promovidos pelo ambiente construído, utilizando a modelagem em GIS (*Geographic Information System*) como ferramenta para a simulação dos cenários (DCED, 2003).

A modelagem em GIS permite a elaboração de cenários e a avaliação de seus resultados, através de indicadores ambientais e de qualidade de vida. Como instrumento de planejamento, o Índice é capaz de mostrar a direção e a magnitude de possíveis mudanças e calcular estimativas aproximadas de impactos relativos, enriquecendo os planos e as tomadas de decisão (DCED, 2003).

O modelo parametriza as densidades populacionais, taxas de geração de viagens e motorização, nível de serviço e dados específicos em comunidades americanas. Esses parâmetros definem a atratividade de uma determinada área usando as dimensões de diversidade, uso do solo e característica do sistema de transporte. Como indicadores do ambiente construído utiliza: densidade populacional e compacidade (Hab/milha²); densidade habitacional (residências/acre); densidade de empregos (empregos/acre) distância de moradia/empregos ao sistema de transporte (% de residências/postos de trabalho a ¼ milha do transporte); diversidade (taxa de empregos/morador, considerando 1,4 empregos por residência); taxa de viagens/dia; distância percorrida; ocupação do veículo; divisão modal; custos; áreas verdes (% de área verde de parques/1000 habitantes); conectividade (taxa de interseções por ruas sem saída) (DCED, 2003).

3.2.5. TOD *Index* - Singh *et al.* (2015).

Singh *et al.* (2015) apresentam o *TOD Index* que tem o propósito de avaliar as condições espaciais para o planejamento de TOD's, analisando as características de acessibilidade ao transporte público em uma área. O estudo elabora dois índices em escalas territoriais distintas:

o *Actual Index*, a nível local (micro e meso acessibilidade), partindo da leitura em torno das estações do transporte; e o segundo, o *Potencial Index*, com a visão regional (macro acessibilidade) para identificar dentro da infraestrutura ferroviária existente, o potencial das áreas, ao longo do ramal, em se desenvolver para melhorar a micro acessibilidade ao sistema de transporte.

Utiliza como metodologia a análise de multicritérios e geoprocessamento de dados considerando indicadores espaciais e não espaciais, avaliados através da assistência de técnicos locais.

Este índice avalia se o “nó” ou estações de transportes pode ser considerado um “lugar” ou se os “lugares” necessitam de um “nó” para seu desenvolvimento sustentável.

Para o *Actual Index* local parte da medição de indicadores levantados em um raio de 800 metros a partir de um “nó” existente, considerados as estações de transporte e são relativos à densidade, diversidade e desenho urbano.

Enquanto que, para o *Potencial Index*, avalia quais são as áreas fora dos “nós” ou estações onde há necessidade de melhorias de conectividade com o sistema de transporte. Para sua definição, partiu-se de uma malha formada por quadrados de 300m x 300 m, facilitando o mapeamento dos indicadores, com exceção dos indicadores do sistema de transporte, que a priori, nas áreas fora dos corredores não são atendidas pelo serviço de alta capacidade, que no caso do estudo foi considerado o sistema de trens.

Por meio de software de análise multicritério, os valores dos indicadores são normatizados e padronizados, e, através de consulta a técnicos, são atribuídos pesos conforme critérios estabelecidos (Tabela 3.2).

Os valores dos pesos variam entre 0 - 1, quanto mais próximo do 1, melhores são as condições de acesso ao sistema; para o *Actual index*, o estudo apresenta para cada nó um diagrama, identificando quais são os quesitos que devem ser melhorados, dentro da escala de pontos.

A tabela 3.2 apresenta os indicadores do ambiente construído utilizados nos dois índices com os pesos atribuídos pelos técnicos locais que foram considerados no estudo. A primeira coluna representa o *Actual Index* (índice Local) e a segunda coluna o índice regional - *Potencial Index*,

observa-se que os critérios adotados na análise correspondem as dimensões do ambiente construído.

Tabela 3.2: Indicadores e pesos considerados no *TOD Index*

<i>Actual TOD Index</i>				<i>Potencial TOD Index</i>			
Critérios	Peso	Indicador	Peso	Peso	Indicador	Peso	
1	0,15	Densidade mínima para viabilizar o sistema de transporte na área do entrono das estações	Densidade Populacional	0,67	0,3	Densidade Populacional	0,5
			Densidade Comercial	0,33		Densidade Comercial	0,33
						Densidade de empregos	0,17
2	0,03	Diversidade do uso do solo é essencial para viabilizar o uso do transporte	Uso do solo misto	1	0,2	Uso do solo misto	1
3	0,06	As áreas no entorno das estações devem ter facilidades para ciclistas e pedestres	Proporção de uso residencial com outros usos	0,1	0,1	Mistura de uso residencial com outros usos	0,17
			Total de infraestrutura para pedestres e ciclistas	0,4		Total de infraestrutura para pedestres e ciclistas	0,5
			Densidade de interseção	0,2		Densidade de interseção	0,33
			Impedância para pedestres	0,3			
4	0,22	Vitalidade econômica no entorno das estações	Densidade de estabelecimentos comerciais e serviços	1	0,4	Densidade de estabelecimentos comerciais e serviços	0,1
5	0,19	Capacidade do sistema com saturação ótima	Passageiros hora-pico	0,67	0,4	Não se aplica	
6	0,11	O entorno da estação deve ser atrativo e amigável	Passageiros fora hora-pico	0,33			
			Segurança	0,5			
7	0,15	Sistema acessível	Informação	0,4			
			Frequência	0,4			
			Integração	0,2			
			Integração com outros modais	0,2			
			Acesso a oportunidades numa distância confortável para o pedestre	0,1			
8	0,08	Oferta equilibrada de estacionamento para diferentes modos	Para demanda de autos	0,67			
			Para demanda de bicicletas	0,33			

Fonte: SINGH *et al.*, 2015

Já o *Potencial Index* atribui a cada célula da malha os valores dos indicadores que são geoprocessados, produzindo um mapa de pontos, identificando as áreas de concentração que representam o resultado do índice.

Desta forma, com o resultado encontrado nos índices, pode-se identificar as áreas que devem ser melhoradas, com a criação de novos links de transporte e podem integrar o sistema, formando uma rede orientada ao transporte público.

3.2.6. Outros índices

No Brasil, esforços têm sido observados em estudos acadêmicos, Costa (2009) apresenta o Índice de Mobilidade Urbana Sustentável – IMUS que é associado a mobilidade e desenvolvido a partir de 3.228 indicadores propostos em estudos nacionais e internacionais e, principalmente extraídos em *workshops* promovidos pela Secretaria de Mobilidade, Ministério das Cidades, para a Gestão Integrada de Mobilidade Urbana, realizados em 11 regiões metropolitanas brasileiras. O IMUS é composto de 87 indicadores hierarquizados em 37 temas e 9 domínios, selecionados através da metodologia de multicritérios. Em seu estudo, Costa (2009) aplica o índice na cidade de São Carlos (SP) permitindo que 92% dos indicadores propostos pudessem ser medidos.

O IMUS, proposto por Costa (2009), tem por finalidade diagnosticar os aspectos de infraestrutura de transporte, administrativos e sociais, propondo indicadores de acessibilidade, ambientais, sociais, políticos, infraestrutura, deslocamentos não motorizados, planejamento integrado com o uso do solo, tráfego e condições de circulação e do próprio sistema de transportes.

No Rio Grande do Sul, Machado (2010) apresenta o Índice de Mobilidade Sustentável (IMS), relacionando a infraestrutura de transportes com a qualidade de vida, e aplica o Índice em alguns municípios de Região Metropolitana de Porto Alegre. Sua abordagem é a mobilidade avaliando os aspectos de sustentabilidade (sociais, ambientais e econômicos) relativos aos sistemas de transportes de cada município da Região, utilizando indicadores relativos à custos, passageiros transportados, acidentes, consumo de combustíveis entre outros.

Rodrigues (2013) destaca o Desenho Urbano e sugere uma escala como referencial de bom padrão para a conectividade, apresentando um estudo acadêmico que elabora um vasto referencial teórico a respeito de indicadores que influenciam na decisão da opção pela caminhada. Com foco da acessibilidade, no trabalho ele ressalta o desenho urbano e foca em

indicadores como derivados da teoria dos grafos sugerindo uma escala para propensão às caminhadas, utilizando o tamanho dos quarteirões como indicador.

Tabela 3.3: Potencialidade de condições que estimulam as caminhadas/tamanho do quarteirão

Potencial	Tamanho do quarteirão
Alto potencial	< 120 metros
Médio potencial	De 120 metros a 180 metros
Baixo potencial	>180 metros

Fonte: RODRIGUES, 2013.

Também abordando a acessibilidade para o transporte não motorizado, modelos gravitacionais foram propostos por Lacono *et al.* (2010) adaptando o modelo apresentado por Hansen, em 1959, para medir a acessibilidade. Na equação 3.1, as variáveis são expressas pela atratividade do local em função da impedância, como tempo, distância ou custo.

$$A_i = \frac{\sum_{j \neq i} E_j e^{-\beta x_{ij}}}{E} \quad (3.1)$$

Onde:

A_i = acessibilidade da calculada da zona i

X_{ij} = distância (ou tempo de viagem) entre as zonas i e j

E_j = número de atividades no destino – zona j

E = total de atividades na área de estudo encontradas ao longo do caminho;

β = a impedância (empiricamente estimada)

O Índice de Bem-Estar Urbano – IBEU – desenvolvido pelo Observatório das Metrópoles, 2013, mapeou os municípios brasileiros, utilizando a base de dados do IBGE, para avaliar o bem estar usufruído pelos cidadãos promovidos pelos serviços públicos e pelo consumo do mercado. O IBEU relaciona as condições de vida comunitária relacionadas às condições que o ambiente construído oferece, nas condições de moradia e da infraestrutura da vizinhança próxima (RIBEIRO *et al.*, 2013).

Segundo Ribeiro et al. (2013), o índice aborda cinco dimensões que influenciam no bem estar, como a mobilidade urbana, as condições habitacionais, condições ambientais, atendimento de serviços coletivos e infraestrutura urbana.

Para a dimensão mobilidade urbana (D1) foi considerado como indicador a proporção de pessoas que gastavam até 1 hora de deslocamento casa-trabalho;

A dimensão de condições ambientais urbanas (D2) utilizou três indicadores: arborização do entorno dos domicílios, esgoto a céu aberto no entorno dos domicílios e lixo acumulado no entorno dos domicílios;

A dimensão de condições habitacionais urbanas (D3) foi considerado com indicadores: aglomerado subnormal, densidade domiciliar, densidade morador/banheiro e material das paredes dos domicílios;

Para o atendimento de serviços coletivos (D4), foram considerados indicadores expressando o atendimento adequado de água, o atendimento adequado de esgoto e a coleta adequada de lixo;

A dimensão de infraestrutura urbana (D5) foi compreendida por sete indicadores: Iluminação pública, pavimentação, calçada, meio-fio/guia, bueiro ou boca de lobo, rampa para cadeirantes e logradouros.

Para a composição do índice, foi considerado o mesmo peso para cada uma das dimensões, segundo equação 3.2.

$$IBEU = \frac{D1 + D2 + D3 + D4 + D5}{5} \quad (3.2)$$

Onde:

IBEU: Índice de Bem-Estar Urbano;

D1: Mobilidade Urbana;

D2: Condições Ambientais Urbanas;

D3: Condições Habitacionais Urbanas;

D4: Atendimento de Serviços Coletivos Urbanos;

D5: Infraestrutura Urbana.

Para ranquear os municípios, o estudo estabeleceu intervalos entre zero e um, quanto mais próximo de um, melhor sua condição, comparando com a seguinte fórmula:

$$\text{Indicador} = (\text{valor observado}) - (\text{pior valor}) / (\text{melhor valor}) - (\text{pior valor}) \quad (3.3)$$

3.3. ANÁLISE DOS ÍNDICES

Os índices apresentados se preocupam com a sustentabilidade e, de alguma forma, consideram o ambiente construído e suas dimensões. Entretanto, podem ser organizados de acordo com dois focos principais: um é a acessibilidade e o outro a mobilidade. Os índices que tratam da acessibilidade pressupõem que eles influenciam na mobilidade sustentável de acordo com diferentes abordagens, umas mais específicas – como o índice de caminhabilidade, conectividade, acessibilidade ao sistema de transportes; enquanto outras são mais abrangentes e associadas ao TOD, voltado especialmente para planejadores.

Entretanto, todos os índices tratam a mobilidade como elemento imprescindível para a sustentabilidade das cidades, assumindo que é um dos quesitos fundamentais para que as cidades se desenvolvam plenamente, embora cada estudo possui abordagens diferentes.

Neste sentido, os índices apresentados podem ser agrupados conforme seus propósitos: em representar a sustentabilidade ou qualidade de vida (COSTA, 2008; MACHADO, 2010; RIBEIRO et al., 2013), os impactos ambientais (DCED, 2003; EWING et al., 2014) como as facilidades de acesso por meios de locomoção mais sustentáveis (www.walkscore.com; RODRIGUES, 2013; LACONO et al., 2010, ITDP, 2014, SINGH et al., 2015).

Por outro lado, tais índices contribuem para leitura do desempenho das cidades (COSTA, 2008; MACHADO, 2010; RIBEIRO et al., 2013), avaliando a acessibilidade (www.walkscore.com; LACONO et al., 2010; RODRIGUES, 2013) ou o ambiente construído (DCED, 2003; ITDP, 2014; EWING et al., 2014; SINGH et al., 2015), utilizando indicadores que expressam as dimensões do ambiente construído.

A tabela 3.4 sintetiza os índices levantados, identificando as abordagens que tratam cada índice e a dimensão mais utilizada para se alcançar o objetivo.

Tabela 3.4: Classificação dos índices conforme seus objetivos

ÍNDICE	AUTOR	OBJETIVO	DIMENSÃO UTILIZADA
MOBILIDADE	IMUS (COSTA, 2008)	Diagnosticar aspectos econômicos e sociais do sistema de transporte	Destinos acessíveis
	IBEU (RIBEIRO et al., 2013)	Relacionar o sistema de transporte com a qualidade de vida	Destinos acessíveis
	IMS (MACHADO, 2010)	Relacionar o sistema de transporte com a qualidade de vida	Destinos acessíveis
ACESSIBILIDADE: Foco mais específico	Walk Score (FRONT SEAT, 2013)	Caminhabilidade mede a facilidade do acesso de pedestres as atividades cotidianas	Densidade, diversidade, desenho urbano, distância do sistema de transporte, destinos acessíveis
	Rodrigues, 2013	Conectividade, relaciona o tamanho do quarteirão ao estímulo para andar a pé	Desenho urbano
	Lacono et al., 2010	Medir atração das localidades, relaciona as distâncias, as atividades, e as impedâncias	Diversidade, desenho urbano, distância do sistema de transporte
ACESSIBILIDADE: Foco mais abrangente	TOD Standard (ITDP, 2014)	Medir o desempenho do Ambiente construído em desenvolver Mobilidade Sustentável	Densidade, diversidade, desenho urbano, distância do sistema de transporte, destinos acessíveis
	<i>Measuring Sprawl</i> (EWING et al., 2014)	Medir o fenômeno do <i>sprawl</i>	Densidade, diversidade, desenho urbano, destinos acessíveis
	SIGI (DCED, 2003)	Medir os impactos do ambiente construído	Densidade, diversidade, desenho urbano, distância do sistema de transporte, destinos acessíveis
	TOD Index (SINGH et al., 2015)	Medir as condições do Ambiente construído em desenvolver maior acessibilidade.	Densidade, diversidade, desenho urbano, distância do sistema de transporte, destinos acessíveis

Fonte: elaboração própria

Observa-se que todos os índices utilizam indicadores das dimensões do ambiente construído, conforme cada abordagem específica, enquanto alguns pretendem apenas avaliar uma dimensão (RODRIGUES, 2013) com foco na mobilidade (IMUS, IBEU, IMS) outros avaliam as cinco dimensões (*Walk Score*, TOD Standard, *Measuring Sprawl*, SGI, TOD Index) porém, a análise

se dá em escalas territoriais distintas, ou seja, cada índice estabelece o tamanho da área para sua análise (*Walk Score*, TOD Standard – micro e meso acessibilidade; *Measuring Sprawl*, SGI, TOD *Index* – meso e macro acessibilidade).

Entre os índices de acessibilidade e com foco mais específico, avaliando um dado endereço e sua área de influência, destacando-se pela maior facilidade de aplicação, é o apresentado pela página eletrônica do *Walk Score*; enquanto Rodrigues (2013) apenas propõe um intervalo de tamanho de quarteirão, considerando níveis de conectividade do desenho urbano. Já o índice proposto por Lacono et al., 2010, avalia ambiente em uma escala mais abrangente, um pouco maior que o índice de caminhabilidade, entretanto seu objetivo é de medir o grau de atratividade de uma localidade não tendo a pretensão de qualificar tais localidades.

Com foco voltado a micro acessibilidade, o índice de caminhabilidade *Walk Score* criado pelo Front Seat (2013), tem o propósito de valorizar endereços conferindo-os uma nota que representa as facilidades para pedestres, para que o consumidor possa escolher qual vizinhança se enquadrará em seu estilo de vida e seu desejo de morar.

É um aplicativo, cujos resultados se referem apenas a índices de caminhabilidade, sugerindo que as localidades de boa pontuação possuem bom potencial para a geração de viagens a pé. Evidentemente, utilizam como parâmetro de avaliação alguns indicativos que representam o grau de conforto para as caminhadas, entretanto, tais parâmetros são voltados para os padrões Norte Americanos e podem não representar a realidade das cidades brasileiras.

Destaca-se que, os valores dos indicadores envolvidos no cálculo não são objetivos e não mostram os valores obtidos em cada um dos indicadores utilizados, restando apenas a nota final para cada endereço.

Desta forma, o uso do índice fica restrito as notas finais, quando seria necessário para uma melhor avaliação do ambiente construído, a transparência dos valores dos indicadores que compõem a nota.

Tabela 3.5: *Walk Score* – indicadores utilizados no cálculo do índice

Dimensão	Indicador	Padrão recomendado
Densidade	Número de residências/ hectare	–
Diversidade	% população + escola fundamental + comércio + serviços	Raio de 1,6 km
Desenho urbano	Tempo de caminhada a atividades cotidianas	5 a 10 minutos
	Distância percorrida para alcançar atividades cotidianas	400 m
	Tamanho dos quarteirões	120m - 180 m
	Número de cruzamentos/km ²	> 87
Destinos acessíveis	Tempo de caminhada para alcançar atividades cotidianas	10 minutos
	Número de atividades cotidianas escolas e locais de trabalho e polos geradores de viagens	Raio que varia de 400m a 2400m

Fonte: <https://www.walkscore.com/methodology.shtml>, acesso em 04/06/2015, adaptado pelo autor

Os índices, que têm um foco mais abrangente, utilizam também indicadores das cinco dimensões, porém seus propósitos direcionam para a maior utilização de alguns indicadores, que avaliam determinadas áreas em promoção de viagens sustentáveis, não só níveis de caminhabilidade, mas outras modalidades, como mostram as tabelas 3.6 a 3.8.

O *Measuring Sprawl* apresentado por Ewing *et al.* (2014) foi elaborado para a realidade americana e utiliza indicadores que caracterizam sua forma suburbana, como o tamanho dos quarteirões, longas distâncias até o CDB, densidade habitacional, entretanto, não faz nenhuma referência ao sistema de transporte, pressupondo que o modelo *sprawl* é baseado no transporte motorizado e individual. Os indicadores utilizados representam 4 dimensões e recomendam os padrões apresentados na tabela 3.6:

Tabela 3.6: *Measuring Sprawl* – dimensões e indicadores utilizados

Dimensão	Indicador	Padrão recomendado
Densidade	Número de residências/ hectare	–
Diversidade	% população + escola fundamental + comércio + serviços	raio de 1,6 km
Desenho urbano	Tamanho dos quarteirões	150 m
Destinos acessíveis	Distância do Centro de negócios	80%
	Presença de subcentros (concentração de população e empregos)	raio de 4,8 km

Fonte: adaptado de EWING et al, 2014

Já o TOD Standard, criado pelo ITDP (2014), visa estimular e fortalecer o planejamento e implantação de TOD's através da premiação de tais projetos, classificando os mais eficientes. Foi elaborado especialmente para medir o padrão de qualidade dos empreendimentos com o conceito de TOD, possui indicadores de fácil obtenção, entretanto, sua restrição deve ser observada quando é utilizado em outras áreas, tendo em vista que os TOD's são empreendimentos especiais, com arquitetura arrojada e com alto padrão construtivo, atendendo as normas de acessibilidade universal. A tabela 3.7 apresenta os indicadores utilizados no índice proposto pelo ITDP (2014) e os padrões recomendados para o enquadramento ao conceito de TOD.

Tabela 3.7: TOD Standard – dimensões e indicadores utilizados

Dimensão	Indicador	Padrão recomendado
Densidade	Média da densidade habitacional em comparação aos padrões locais	> 5%
	% de mistura de unidades residenciais e não residenciais no mesmo quarteirão	15% - 85%
Diversidade	% de diversidade de uso no mesmo edifício	50% - 90%
	% de unidades residenciais numa distância de até 500 m de supermercados	79% - 80%
	% de mistura unidades residenciais com diferentes rendas	15% - 30%
	Fachadas permeáveis (entradas) no quarteirão	03 a 05 a cada 100m
Desenho urbano	% de calçadas seguras e acessíveis	100%
	% de cruzamentos seguros e acessíveis	≥ 90%
	Fachadas visualmente ativas (vitrines e janelas)	50% - 90%
	% de calçadas com amenidades	≥ 75%
	% de ruas com infraestrutura para ciclistas	≥ 90%
	Facilidades seguras para ciclistas até 100 m das estações	Sim – não
	% de edifícios com facilidades para ciclistas	>25%
	Número de edifícios que permitem o acesso de bicicletas	Sim – não
Distância ao sistema de transportes	Tamanho dos quarteirões	110m - 190 m
	Média da distância para o acesso ao sistema de transportes	1km até 500 m - alta e média capacidade - < 500 m baixa capacidade
Destinos acessíveis	% edifícios residenciais que estão num raio de 500 m de supermercados.	80%
	Número de atividades cotidianas escolas e locais de trabalho e polos geradores de viagens	Raio que varia de 400m a 2400m

Fonte: adaptado de ITDP (2014)

O TOD Index tem o objetivo de avaliar as melhores localidades para a implantação de projetos de TOD. No índice, Singh *et al.* (2015) adotam indicadores do ambiente construído e do sistema de transporte parametrizando através de análise multicritérios.

A metodologia utiliza cálculos diferentes para a composição dos índices local e o regional. Observa-se um grau maior de complexidade na aplicação de tal índice, pois depende de programas computacionais mais sofisticados, como o de geoprocessamento para a modelagem dos indicadores e de informações sobre toda a região (dados do sistema de transporte, dados da economia local).

Entretanto, ressalta-se a importante contribuição do TOD Index, uma vez que possibilita a leitura mais ampla das cidades e regiões, tendo como foco os critérios de acessibilidade ao sistema de transporte, através das características e tendências do ambiente construído.

Tabela 3.8: *TOD Index* – indicadores utilizados no cálculo do índice

Dimensão	Indicador	Padrão recomendado
Densidade	Habitantes/ hectare	–
	Empregos/ hectare	–
Diversidade	Índice de entropia	Escala de 0 (menos diversificado) – 1 (mais diversificado)
	Densidade de comercio e serviços (km2)	
	Arrecadação de taxas e impostos	
	Taxa de empregos / moradias	
Desenho urbano	Número de ligações (links)	
	Comprimento de vias para pedestres e ciclistas (km)	
Distância do sistema de transportes	Demanda de passageiros (Hora pico e fora do pico)	
	Condições da estação (segurança, amenidades, informação)	-
	Integração com outros modais	-
	Estacionamento para autos e bicicletas	-
	Acesso a empregos e oportunidades	800 m

Fonte: adaptado de SINGH *et al.* (2015)

Já a o índice SGI, elaborado pela instituição *Smart Growth America*, tem como base a utilização de programas de geoprocessamento alimentado de informações sobre as dimensões de densidade, diversidade, destinos acessíveis e acesso aos transportes, com o objetivo de criação de cenários que contabilize os impactos ambientais que poderão ser promovidos por possíveis mudanças em tais dimensões.

Tem um grau de complexidade grande, tendo em vista que se trata de um modelo matemático avaliando uma enorme gama de variáveis e sofisticados *softwares* para a construção dos cenários. Entretanto, o índice se constitui de uma ferramenta útil na elaboração de estudos analisam as vizinhanças, como por exemplo, os possíveis impactos produzidos pela implantação de polos geradores de viagens.

Observa-se que os estudos aqui apresentados tem como base a leitura do ambiente construído refletindo no potencial das cidades em estimular as viagens por meio não motorizados, através do amplo acesso a bens e serviços, como forma de tornar as cidades mais sustentáveis

Observa-se, que apesar de cada índice estar comprometido com a mobilidade sustentável e a qualidade de vida, existe uma amplitude de indicadores que são usados de acordo com abordagens e propósitos específicos em cada índice, além de alguns deles serem de obtenção mais difícil.

Evidentemente, os estudos apresentam algumas variações e destaques; uns ressaltam que a mobilidade sustentável é parte integrante da qualidade de vida e da sustentabilidade (COSTA, 2008; RIBEIRO et al, 2013; MACHADO, 2010); enquanto outros índices tem a preocupação de medir o desempenho do ambiente construído na produção de viagens não motorizadas (DCED, 2003; LACONO et al, 2010; RODRIGUES, 2013; ITDP (2014); EWING, et al, 2014; www.walkscore.com).

Contudo, os índices têm como fundamento a relação entre o ambiente construído e a mobilidade, tendo em vista a preocupação entre os estudos em escolher os indicadores que expressam as dimensões, na medida dos respectivos interesses. Entretanto, nota-se que a elaboração dos

índices e sua aplicação dependem de certa complexidade, tanto no uso de *softwares* mais sofisticados como no levantamento dos indicadores.

Diante disso, foi observada a necessidade da elaboração de um índice de natureza mais simples, que incorpore e caracterize as cinco dimensões do ambiente construído, através de indicadores com os dados usualmente disponíveis, facilitando a sua aplicação na comparação entre diferentes ambientes urbanos típicos de países como o Brasil.

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tratou de analisar os índices apresentados, identificando suas abordagens e metodologias. Apesar de todos os índices apresentarem em comum seu comprometimento com a mobilidade sustentável e sua relação com a qualidade de vida, alguns trabalhos buscam verificar padrões de acessibilidade, enquanto outros analisam o ambiente construído e os efeitos produzidos na acessibilidade.

A análise dos índices identificados na bibliografia mostrou que a utilização dos índices depende de certa complexidade, tanto no uso de *softwares* sofisticados como no levantamento dos indicadores. Destaca-se o índice de caminhabilidade *Walk Score*, que apesar de não dispor claramente dos dados dos indicadores na composição da nota final, é fácil de utilizar e informa a qualquer pedestre qual endereço possui melhores condições e conforto para desenvolver a caminhada.

Por outro lado, observa-se que todos os índices medem as áreas urbanas já consolidadas, e dificilmente podem ser aplicados em novos locais, mas podem servir de guia para novos projetos urbanos. Neste sentido, a concepção de um índice baseado em poucos indicadores, de natureza simples que estabeleça intervalos de parâmetros a serem utilizados pode se tornar um instrumento de auxílio aos planejadores urbanos, preocupados em conceber cidades ou transforma-las em cidades mais sustentáveis.

Desta forma, após a análise, propõe-se, de forma exploratória um índice composto de indicadores que represente o ambiente construído, que possa ser aplicado de forma simples para a leitura e comparação de diferentes ambientes urbanos.

Capítulo 4

4. PROPOSTA DO ÍNDICE

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A revisão bibliográfica confirma as influências recíprocas entre o ambiente construído e a mobilidade, medidos por meio de índices elaborados por uma variedade de indicadores utilizados de acordo a abordagem e propósito específicos de cada estudo. Uns são de fácil aplicação, enquanto outros, dependem de muitos dados ou de elementos mais sofisticados.

Este capítulo trata do principal objetivo do presente estudo que é propor, de maneira exploratória, um índice simples baseado em alguns indicadores observados com maior frequência na revisão bibliográfica, determinados com maior objetividade e representativos de cada uma das cinco dimensões: densidade, diversidade, desenho urbano, distância ao sistema de transporte e destinos acessíveis.

Traz passo a passo, a concepção do índice proposto, apresentando sua estrutura metodológica, demonstrando, por meio dos indicadores escolhidos, o potencial das áreas em estimular a mobilidade sustentável.

4.2. PROPOSTA DO ÍNDICE E ESTRUTURA METODOLÓGICA

O índice proposto busca representar as cinco dimensões do ambiente construído apresentadas por Cervero (2009), assumindo que tais dimensões, juntas, caracterizam os ambientes que favorecem as viagens sustentáveis.

Contudo, deve levar em consideração que cada ambiente urbano e cada sociedade possui características próprias a serem consideradas quando no processo de avaliação e comparação entre eles. Com isso, as dimensões podem assumir pesos diferentes para cada sociedade, como é o caso da densidade (ACIOLY e FORBES, 1998) ou da dimensão distância do sistema de transportes, visto que em algumas cidades a equidade na distribuição dos serviços se dá de forma

muito diferenciada do que ocorrem em outras sociedades (VASCONCELOS, 2001 *apud* CERVERO, 2013).

O procedimento metodológico na a concepção do índice é bem simples, inspirou-se na abordagem proposta da TAC (2006), e consiste em 5 etapas ilustradas na figura esquemática 4.1, e melhor detalhas ao longo do capítulo:

1ª. Etapa: Estabelece o Fator de Importância (FI) que expressa, na área analisada, o peso de cada uma das cinco dimensões apresentadas tem em interferir na mobilidade sustentável;

2ª. Etapa: Com base na revisão bibliográfica, define-se os indicadores mais adequados e as escalas recomendadas;

3ª. Etapa: Também a partir da revisão bibliográfica e observando a variação dos padrões mais utilizados nos estudos, se define quais são os intervalos para as escalas que representarão os indicadores com maior ou menor potencial em estimular as viagens sustentáveis, atribuindo valores de referência (VR) que variam de 1 a 3 (conforme tabela 4.1);

4ª. Etapa: Calcula-se o valor do Potencial de Viagens Sustentáveis (PSV), pela soma do resultado da multiplicação dos Valores de Referência (VR) de cada indicador pelo fator de importância FI respectivo de cada dimensão (equação. 4.1);

5ª. Etapa: Enquadramento do valor PSV no intervalo definido como BAIXO, MÉDIO ou ALTO potencial (tabela 4.2) para a definição da classificação final.

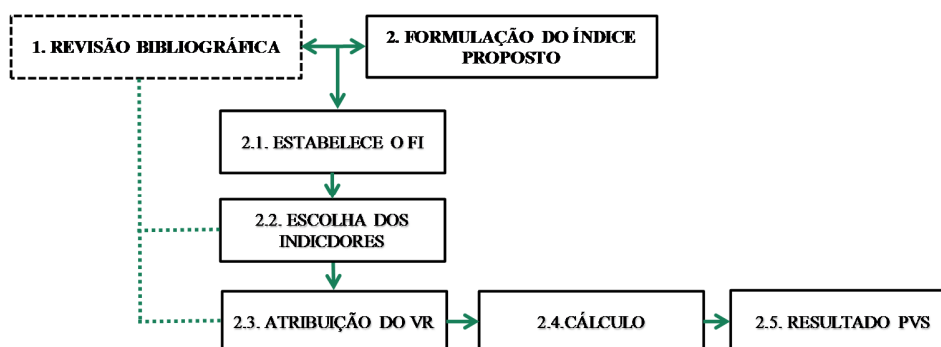


Figura 4.1: Etapas para a construção do índice conceitual proposto.

4.2.1. Fator de Importância

Como um primeiro passo, é preciso observar e estabelecer quais são as diferenças entre as localidades e como elas podem retratar a realidade das dimensões, de acordo com as especificidades da área a ser investigada, seja um bairro ou uma cidade ou uma zona.

Nesse processo, o índice incorpora o Fator de Importância (FI), que tem por objetivo representar o grau de interferência de cada dimensão na geração de viagens sustentáveis na área a ser investigada, respeitando suas características, colocando cada dimensão com sua devida importância.

Tal fator de importância considera a área como um todo, assumindo que as políticas de uso e ocupação do solo são igualmente adotadas. Os valores do Fator de Importância devem ser definidos, de preferência, com base em pesquisa de campo, o que proporcionaria valores de FI mais condizentes com as especificidades da área investigada (bairro ou cidade). Quando isto não for possível, uma alternativa seria aproveitar os resultados de estudos existentes na literatura que tratam da importância relativa de cada dimensão (EWING *et al.*, 2010; EWING *et al.*, 2014; FRONT SEAT, 2013; ITDP, 2014). Ou ainda por meio de consulta a especialistas e técnicos locais para atribuírem os valores de FI de cada dimensão que melhor expressem as características da área de estudo (GRIECO, PORTUGAL E ALVES, 2015).

Desta forma, o índice proposto considera como valor máximo do Fator de Importância (FI) um intervalo de 100 pontos, que deverá ser distribuído entre as cinco dimensões, para ajustar cada dimensão a sua devida representatividade, para que se possa comparar diversos ambientes dentro de uma região, cidade ou zona.

4.2.2. Escolha dos indicadores

Além de se buscar os indicadores mais compatíveis com a realidade brasileira e com os dados normalmente disponíveis, o índice proposto deve ser de simples aplicação, considerando o compromisso em comparar diversos ambientes urbanos.

A escolha dos indicadores se baseou na revisão bibliográfica (itens 2.6.1 a 2.6.5), adotando os indicadores mais utilizados nos estudos, na facilidade de obtenção e simplicidade de aplicação, para isso, foi escolhido apenas 1 indicador para cada dimensão:

4.2.2.1. Densidade

A dimensão densidade é representada pelo indicador que mais é utilizado, **habitante por hectare**, e como padrão recomenda uma escala de densidade acima de 200 habitantes/ha assumindo, segundo os estudos, que viabiliza infraestrutura urbana (BRANDÃO, 1975 *apud* ACIOLY, 1998).

Entretanto, deve-se observar que altas densidades isoladamente não implicam melhor desempenho da mobilidade e deve ser desejavelmente, agregada à diversidade de usos, a um eficiente sistema de transportes; densidades altas devem estar ligadas ao conceito de cidades compactas, aproveitando a infraestrutura disponível, sem sobrecarregá-la.

Para calcular este indicador deve-se tomar como base dados demográficos da região, normalmente fornecidos por agências governamentais, como o IBGE, no Brasil; com estes dados divide-se pela área (hectare) que a população ocupa, resultando em hab/hectare.

4.2.2.2. Diversidade

Para diversidade, o índice sugere a **proporção entre o uso residencial e outros usos**, proposta pelo ITDP (2014), é de fácil aplicação, além de ser muito representativa desta dimensão. A faixa proposta para o índice como boa diversidade de usos é bastante ampla e considera muitas possibilidades de arranjo urbano.

Embora um parâmetro mais equilibrado, próximo a 50%, possa ser considerado ideal, ele dificilmente ocorre, uma vez que o uso residencial é preponderante nas cidades e o uso comercial requer certa concentração para garantir vitalidade ao centro urbano. O estudo realizado pelo ITDP (2014) pondera que um percentual mínimo de 15% de uso não residencial num bairro residencial já é adequado; assim como 15% de uso residencial no centro comercial também é considerado um índice razoável, para que ocorram os efeitos esperados de viagens sustentáveis.

Esta dimensão pode ser facilmente observada que na grande maioria das cidades, a região central é reservada exclusivamente para uso comercial e de negócios, sendo intensamente utilizado no horário comercial, mas tornando-se deserto em outros horários, fora da hora do expediente e nos finais de semana. Este modelo, além de subutilizar uma área nobre, com boa infraestrutura de serviços, gerada pela segregação de usos aumenta a demanda de viagens pendulares (casa-trabalho-casa) e congestionando todo o sistema de transportes onde as pessoas gastam horas em deslocamentos.

Desta forma, para que equilibre os usos comercial e residencial nas áreas urbanas, propõe-se o intervalo entre 5% e 15% como moderada, considerando que não há mistura com menos que 5%, e entre 15% a 85% favorável um intervalo onde é possível um bom arranjo entre o comercial, serviços e residencial, conforme utilizado pelo ITPD (2014).

No cálculo deste indicador o índice propõe a construção de um mapa de uso do solo, identificando os usos residenciais, comerciais/serviços, mistos e institucionais, para identificar o equilíbrio entre tais usos. Depois de mapeados, calcula-se pela proporção entre os usos não residencial e residencial para aplica-la ao índice.

4.2.2.3. Desenho Urbano

Quanto ao desenho urbano, propõe-se a utilização do **tamanho do quarteirão**, expressando a conectividade da rede, proposto por vários pesquisadores, além de muito representativo, e permite a comparação entre diferentes ambientes urbanos. A escala recomendada combina o mínimo proposto por Cervero (2009) (100 m) com o máximo proposto por Rodrigues (2013) (180 m); é o indicador de obtenção mais simples, basta medir as laterais dos quarteirões na área em que se pretende aplicar o índice e calcular a média.

Todavia, esta dimensão possui uma riqueza de variáveis relevantes e que devem ser contempladas para uma análise qualitativa do ambiente em estudo. Desta forma, para a aplicação no índice, como já citado, o analista deve considerar os indicadores elencados no capítulo 2, caracterizando melhor as localidades, quanto os aspectos de amenidades, composto pela disponibilidade de calçadas regulares e de largura compatível, sombreadas; e pelo aspecto de atratividade representada pela disponibilidade de fachadas visualmente ativas, como as aberturas de vitrines, janelas ou portas e jardins.

4.2.2.4. Distância ao Sistema de Transportes

A dimensão distância ao sistema de transporte, da mesma forma, também envolve muitas variáveis, e deve ser avaliada tanto pela qualidade, oferta e cobertura do serviço de transporte, além da distância percorrida até o seu acesso.

Em algumas cidades esta dimensão assume uma maior complexidade, em particular pela falta de equidade e pelas deficiências do transporte público fornecido no território urbano. Em tal contexto o índice propõe, de maneira exploratória, como indicador a **distância de caminhada até o acesso ao sistema**, que varia entre 500 a 1000 metros, conforme a sua capacidade (ITDP, 2014). No entanto, é desejável que complementarmente, na avaliação desta dimensão, outras variáveis como a capacidade e qualidade do sistema, segurança, desenho urbano e facilidade no entorno das estações sejam consideradas pelos analistas na classificação, e atribuídas no Fator de Importância.

4.2.2.5. Destinos Acessíveis

Para a dimensão Destinos Acessíveis, o índice considera como indicador o **tempo de percurso por modo não motorizado até o centro do bairro da localidade analisada**, onde, geralmente, existem equipamentos urbanos de uso cotidiano, como supermercados, restaurantes, shopping, escolas, bancos (GEHL, 2010; ITDP, 2014).

Entretanto, geralmente as cidades contam com um centro mais forte, mais atrativo, onde a grande maioria dos trabalhadores se desloca. Segundo Ewing et al (2010), a tal força de atração, medida em tempo de percurso, é um dos indicadores que mais influenciam na decisão das viagens motorizadas, neste caso, o analista deve considerar o tempo de viagem até o Centro de Negócios (CDB).

A tabela 4.1 apresenta a composição do índice, destacam-se os indicadores de cada dimensão, a escala sugerida compreendendo o intervalo de notas para as 3 condições e o fator de importância (FI) no ambiente construído de cada dimensão.

4.2.3. Cálculo do índice

O próximo passo é o cálculo do índice, que a priori, possibilitará verificar às condições do ambiente construído em promover viagens sustentáveis em cada localidade pesquisada.

O índice adota um procedimento muito simples, e estruturado em 3 categorias de estímulo a mobilidade sustentável, gradativamente ponderadas, de acordo com a situação em que se enquadra a localidade diante dos indicadores especificados, que serão enquadrados nos Valores de Referência (VR):

Tabela 4.1: Categorias definidas para as condições dos indicadores

Desfavorável	Moderada	Favorável
VR = 1	VR = 2	VR = 3

Fonte: elaboração própria

É importante ressaltar que os Valores de Referência (VR) representam as condições que cada indicador apresenta dentro da escala sugerida, e que o uso de um único indicador por dimensão foi uma opção pela simplicidade e facilidade de aplicação, e representam as categorias Desfavoráveis, Moderada e Favorável de cada dimensão, de acordo com a tabela 4.1.

Entretanto, observa-se possíveis efeitos quando os valores dos indicadores se posicionam nos limites dos VR's. Nestes casos, deve-se ajustá-los, considerando outros indicadores registrados nas tabelas do capítulo 2, permitindo agregar outros elementos fundamentais para melhor refletir as condições locais, principalmente, quando se reconhece a complexidade para representar as dimensões, em especial as de “Desenho Urbano”, “Distância ao Sistema de Transporte” e “Destinos Acessíveis”, devido a sua abrangência e riqueza de indicadores que as configuram. Por exemplo, em relação ao tempo de caminhada, neste ajustamento deverá ser contemplado a influência de fatores como o nível de renda, condição das pessoas para o acesso ao sistema de transporte, e dificuldades nesse acesso como a falta de segurança.

Desta forma, os dados dos indicadores devem ser ajustados, considerando o conhecimento da equipe técnica que realiza o estudo, para melhor refletir as condições locais. Este ajustamento, dos valores de referência (VR), poderá rebaixar ou melhorar um nível de classificação,

passando, por exemplo, de Desfavorável para Moderada ou de Moderada para Favorável, e vice-versa, conforme a visão do analista.

Observa-se que o FI, que é um intervalo de 100 pontos deve ser distribuído entre as dimensões, e seus valores podem variar, de acordo com as especificidades locais, entretanto para efeito de composição do índice, adotou-se, como exemplo 20 pontos para cada dimensão, totalizando os 100 pontos do FI, conforme apresentado na tabela 4.2.

A Tabela 4.2 apresenta o índice proposto, as dimensões, os indicadores e suas métricas com os respectivos valores de referência para o cálculo final, cujo resultado se enquadrará no intervalo do Potencial de estímulo as Viagens Sustentáveis (PVS), apresentado na tabela 4.3.

Tabela 4.2: Proposta de indicadores e as variáveis para a determinação da classificação

Dimensão	Indicador	Escala sugerida e condições de promoção de viagens sustentáveis			FI	
		Desfavoráveis (VR=1)	Moderadas (VR=2)	Favoráveis (VR = 3)		
D1	Densidade	Habitantes/hectare	<100	100 – 200	>200	20
D2	Diversidade	Proporção de unidades não residenciais e residenciais (%)	<5%	5% - 15%	15% – 85%	20
D3	Desenho Urbano	Tamanho do quarteirão (m)	>180	180 – 100	<100	20
D4	Distância ao sistema de transporte	Acesso ao sistema de transportes (m)	>1000	1000 – 500	<500	20
D5	Destinos Acessíveis	Tempo ao centro do bairro por transporte não motorizado (minutos)	<30	30 – 10	10	20

Fonte: elaboração própria

De acordo com os dados disponíveis dos indicadores em cada localidade em análise, pode-se, finalmente, aplicar a fórmula (4.1) e obter a devida classificação, que é determinada através da soma dos valores calculados pela multiplicação dos VR's de cada um dos indicadores pelo fator de importância (FI) de cada dimensão.

4.3. RESULTADO DO POTENCIAL DE VIAGENS SUSTENTÁVEIS – PVS

Finalmente, a pontuação final será determinada pelo resultado do somatório da multiplicação entre o VR de cada dimensão com o FI, cujo resultado estabelece qual intervalo a área em análise se enquadrará, apresentada na equação 4.2:

$$PVS = (VR (D1) \times FI) + (VR (D2) \times FI) + (VR (D3) \times FI) + (VR (D4) \times FI) + (VR (D5) \times FI) \quad (4.1)$$

A tabela 4.3 representa os intervalos propostos da classificação final do Potencial de Viagens Sustentáveis – PVS.

Tabela 4.3: potencial de estímulo de viagens sustentáveis - PVS

BAIXO POTENCIAL	MÉDIO POTENCIAL	ALTO POTENCIAL
100 a 140 pontos	141 a 259 pontos	260 a 300 pontos

Fonte: elaboração própria

Para a simplicidade da concepção, o índice segue a abordagem usada para se estabelecer os padrões de iluminação das vias, proposta pela TAC (2006), e determina intervalos PVS de acordo com os possíveis resultados obtidos no cálculo (equação 4.1).

Para exemplificar, considerou-se que uma área com alto potencial ao estímulo de viagens sustentáveis precisa ter pelo menos:

- 3 dimensões apresentando condições favoráveis e nenhuma desfavorável, justificando a pontuação entre 260 (3 dimensões x 3 x 20 + 2 dimensões x 2 x 20) e 300 (5 dimensões x 3 x 20).

Já uma determinada área tem baixo potencial quando pelo menos:

- 3 dimensões apresentam condições desfavoráveis e nenhuma favorável, justificando a pontuação entre 100 (5 dimensões x 1 x 20) e 140 (3 dimensões x 1 x 20 + 2 dimensões x 2 x 20).

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como parte do objetivo deste trabalho, o presente capítulo tratou de sugerir um índice que é baseado em indicadores que representam as cinco dimensões do ambiente construído. Composto por indicadores de simples obtenção, o índice pode ser aplicado em qualquer área para identificar quais localidades possuem maior ou menor potencial para a geração de viagens sustentáveis, e determinar as mais críticas, bem como definir, para cada uma delas, as dimensões e respectivos indicadores que precisam ser melhorados e com que intensidade.

Contudo, o índice conceitual deve ser avaliado, para verificar sua exequibilidade e se os resultados obtidos são compatíveis com a realidade das nossas cidades. Com este propósito, o estudo busca uma área específica para aplicar o índice conceitual proposto e um outro índice (o de caminhabilidade proposto pelo *Walk Score*) e confrontá-los, observando se existem relações entre eles e se são representativos dos padrões de viagens.

Dentre os índices apresentados na revisão bibliográfica, foi observado que o índice *Walk Score* mais se assemelha com o índice aqui proposto, por medir as condições de micro acessibilidade relacionada um endereço, influenciando à promoção das viagens a pé.

Capítulo 5

5. ÍNDICE PROPOSTO X *WALK SCORE*

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Inicialmente, o capítulo 5 tem por objetivo aplicar o índice proposto a fim de se verificar a sua exequibilidade e servir de guia para futuros usos. Entretanto, pretende-se ainda comparar as estimativas do índice proposto com as notas do índice de caminhabilidade (*Walk Score*), que apesar de ter sido criado com o objetivo diferente do índice proposto, permitirá observar a correspondência entre eles.

A escolha do *Walk Score* se deu, não só por sua facilidade de utilização, como também por classificar individualmente a caminhabilidade e facilidade de acesso de pedestres as atividades cotidianas em cada endereço e sua área de influência, sendo um bom representante do grupo dos índices que tem o foco na micro acessibilidade.

O estudo é aplicado a 24 condomínios residenciais na Cidade de Niterói, onde serão apresentados os dados dos indicadores recomendados no índice proposto, levantados em campo e são referentes à densidade, uso do solo, tamanho do quarteirão, densidade, distância ao sistema de transportes e o tempo gasto a pé até o centro do bairro, na área de influência de cada um dos condomínios pesquisados. Apresenta também as notas do índice de caminhabilidade de cada condomínio, obtidas no acesso à página eletrônica www.walkscore.com e, finalmente, os resultados encontrados em tais índices são comparados observando-se o grau de aderência entre eles.

5.2. PROCEDIMENTO ADOTADO PARA A APLICAÇÃO DO ÍNDICE PROPOSTO.

Para efeito de avaliação do índice proposto, o estudo pretende primeiro analisar sua aderência a outros índices já testados e amplamente utilizados, comparando seus resultados. Neste sentido, com base na revisão bibliográfica o capítulo 4 identificou um índice que mais se assemelha ao índice conceitual proposto que é o de caminhabilidade *Walk Score*, disponível na página

eletrônica do *Front Seat*. A figura 5.1, mostra de forma esquemática, o procedimento de aplicação dos índices:

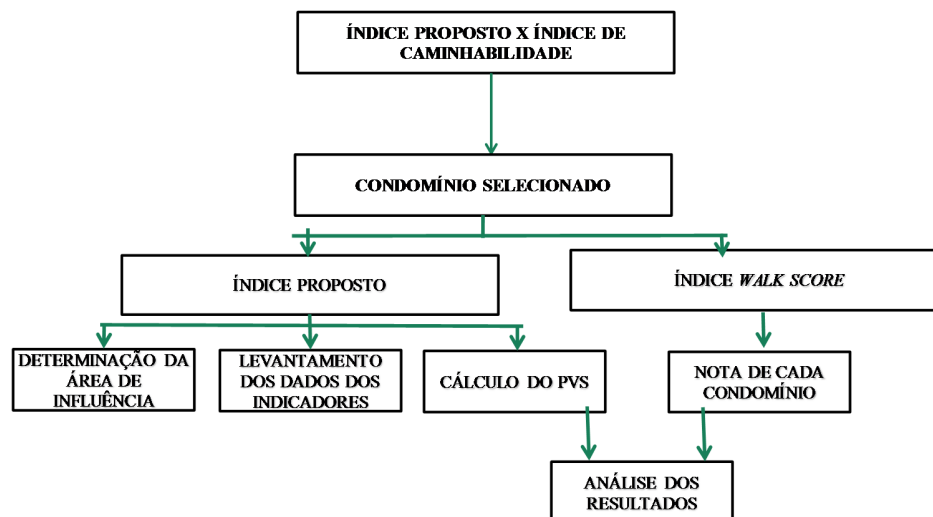


Figura 5.1: Figura esquemática do procedimento da aplicação dos índices

Como cenário real, busca-se um ambiente urbano onde pode-se coletar as informações dos indicadores do índice proposto e especificar endereços submetendo aos dois índices.

Desta forma, o estudo considerou 24 condomínios residenciais (endereços) distribuídos em 3 áreas da cidade de Niterói, RJ para a aplicação do índice conceitual e de caminhabilidade. E escolha foi motivada pela facilidade de coleta de informações, pelo trabalho já desenvolvido em tais áreas e pelas diferenças de características encontradas, tanto do ambiente construído, representadas pelas cinco dimensões, como pelos padrões de mobilidade que elas apresentam, representados pelas taxas de geração de viagens, que variam de maiores a menores taxas de geração de viagens sustentáveis, o que possibilitará melhor comparação entre o resultado da aplicação dos índices nas áreas.

Para a coleta de dados dos indicadores propostos no índice conceitual, o estudo adotou a definição de **área**, (Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica), que correspondem ao conjunto das **áreas de influência**, delineadas pelo entorno dos 24 condomínios, definido por um raio de 500 metros a partir de cada condomínio, considerando o indicador tempo de caminhada de 10 minutos (GEHL, 2010; FRONT SEAT, 2013; BRADSHAW, 1993 apud RODRIGUES, 2013).

O levantamento dos dados dos indicadores do índice proposto obedeceu ao seguinte procedimento a para cada área de influência:

- Para a densidade, os dados foram levantados a partir do censo demográfico realizado em 2010, pelo IBGE dividindo-se pela área total dos setores, em hectare. Os setores selecionados correspondem ao conjunto das áreas de influência dos condomínios, utilizando o valor da densidade da área como um todo;

Foram elaborados os mapas 5.1; 5.5; 5.9, a partir do *software* Quantum GIS que selecionou os setores censitários da área de influência (em verde) somando os atributos de população dos setores, dividindo pela área em hectare da área selecionada. Os condomínios foram localizados dentro de cada área de influência.

- Para a diversidade, foi construído mapa de uso do solo a partir de levantamento nos locais, observando as características do uso do solo nas áreas de influência, apresentados nas figuras 5.3; 5.4; 5.7; 5.8; 5.11; 5.12; 5.13; 5.14.

O mapa foi elaborado identificando os tipos de uso (residencial – amarelo; comercial – vermelho; misto – magenta; institucional - azul) localizando os condomínios. O procedimento para calcular o indicador foi determinado pela proporção entre o uso não residencial e residencial, calculando através da contagem dos edifícios não residenciais (misto, comercial e institucional) e residenciais, estabelecendo a proporção, em percentual, entre tais usos;

- O desenho urbano, apresentado nas figuras 5.2; 5. 5.6 e 5.10 foi levantado a partir da observação planta cadastral dos bairros. Foram medidas as laterais dos quarteirões para o cálculo da média do indicador, e adicionalmente, foram identificados, através de observação no local, as condições e largura das calçadas, sombreamento, características das fachadas com a presença de vitrines, janelas, grades, muros, assumindo que estes quesitos devem ser considerados no peso do indicador.

- Na mesma base cadastral, os dados da distância ao sistema de transportes foram levantados em cada condomínio (média de cada residência), observando as características do sistema como a quantidade de linhas e frequência.
- Destinos acessíveis, mediu-se o tempo de caminhada entre cada condomínio e os respectivos centros do bairro, mapeando em linhas isócronas de 5 e 10 minutos.

Com os dados dos indicadores das áreas de influência de cada condomínio, foi aplicado ao índice proposto, e adicionalmente, calculada a média ponderada, definindo assim, o potencial de cada área em estimular as viagens sustentáveis (PVS).

Já para a submissão ao índice de caminhabilidade do *Walk Score*, buscou-se o acesso a página eletrônica <https://www.walkscore.com> obtendo a nota de cada endereço, o cálculo das notas das áreas é o resultado das médias das notas dos condomínios pertencentes aquela área, apresentados nas tabelas 5.10 a 5.11.

5.3 DADOS DOS INDICADORES DO ÍNDICE PROPOSTO

Como mencionado no procedimento metodológico, a primeira etapa consistiu de levantar os dados dos indicadores que compõem o índice conceitual proposto, para cada uma das áreas analisadas, apresentadas a seguir:

5.3.1. Icaraí

A área analisada de Icaraí é composta pela área de influência de 12 condomínios residenciais que englobam 127 setores censitários (Figura 5.1), apresentando as seguintes características:

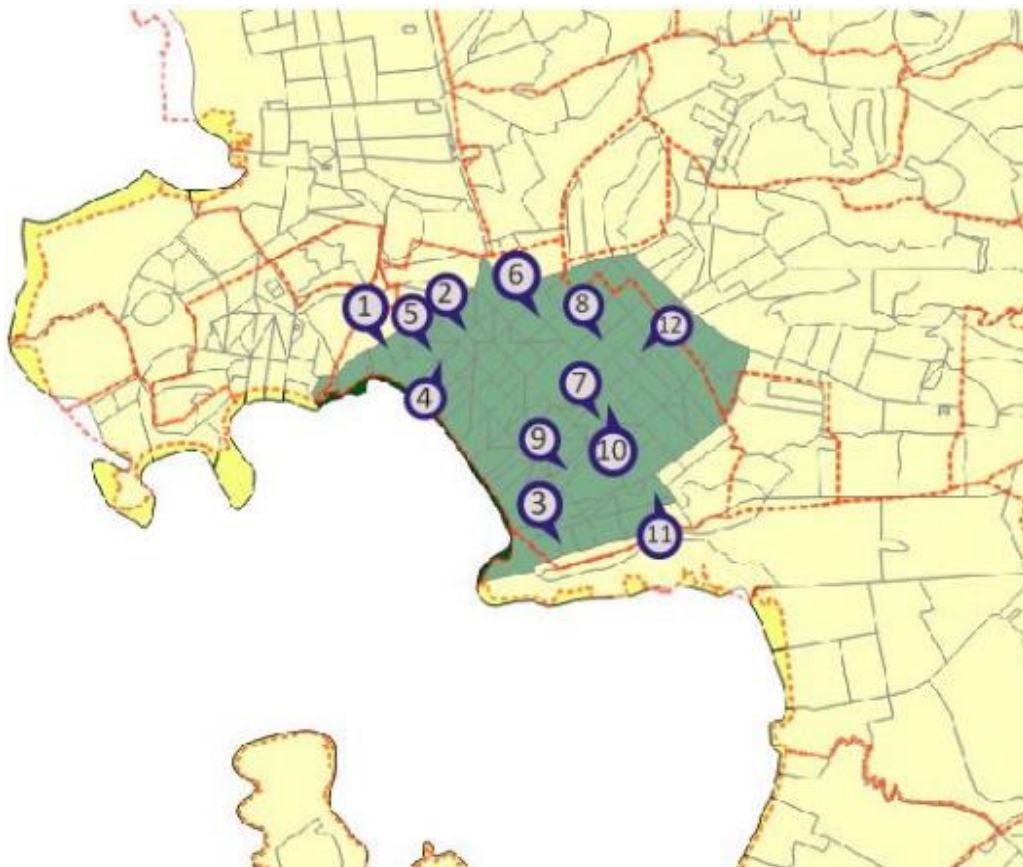


Figura 5.1: Área de Icaraí e a localização dos condomínios

Fonte: elaboração própria

População – 75.780 habitantes

Área – 221,92 hectares

Densidade populacional – 341,47 hab/ha

Desenho Urbano: o terreno é praticamente plano, com o traçado das ruas quadriculado, formando quarteirões retangulares com **120m x 130m**, em média (figura 5.2); a largura das ruas, na maioria, tem 7 metros com 3 metros de calçada, com exceção da Rua Gavião Peixoto com 9 metros de largura, as Avenidas Roberto Silveira e Jornalista Alberto Torres (praia) com 18 metros de largura. As edificações têm afastamentos frontais de 3 a 6 metros.

As ruas são arborizadas, as calçadas têm boa pavimentação, sem obstáculos, oferecem em alguns trechos, vitrines, restaurantes, mercados. As edificações altas são predominantes, pois o gabarito permitido é de 14 pavimentos, e são mescladas por edificações mais antigas, de altura menor (quatro pavimentos) e poucas casas isoladas. A maioria das edificações é colada às divisas do lote. O embasamento das edificações mais recentes é ocupado por pavimentos de garagem, e protegidas por grades, em ruas mais comerciais, como a Rua Gavião Peixoto, o embasamento é predominantemente comercial.



Figura 5.2: Mapa do traçado viário em Icaraí
Fonte: Nittrans, 2011

Uso do Solo – Possui uso misto e bastante diversificado, com predomínio do uso residencial, porém com grande oferta de comércio e serviços, com boas opções de lazer, como a Praia de Icaraí e Campo São Bento, que atendem não apenas à população residente, mas toda a cidade. As Figuras 5.3 e 5.4 apresentam a localização dos condomínios e o uso do solo na área de influência identificando os tipos de uso (residencial – amarelo; comercial – vermelho; misto – magenta; institucional – azul; praças - verde)



Figura 5.3: Mapa do Uso do Solo em Icaraí (parte)

Fonte: elaboração própria



Figura 5.4: Mapa do Uso do Solo em Icaraí (parte)

Fonte: elaboração própria

Sistema Viário e Transporte – Diversas vias arteriais cortam o Bairro de Icaraí como Av. Jornalista Alberto Torres, Rua Gavião Peixoto e Av. Roberto Silveira integram o sistema de corredores viários de transporte que liga os bairros de São Francisco, Santa Rosa e a Região

Oceânica ao Centro. Esta condição faz com que o bairro tenha muitas opções para diversas linhas do Sistema Municipal de Transporte Coletivo, segundo o SETRERJ (2011) apud Marcolini (2011) são 43 linhas que operam na Região, assim como por algumas linhas intermunicipais que ligam Niterói ao Rio de Janeiro.

A tabela 5. 1 mostra a área de Icaraí, os setores censitários que a compõe, e a localização dos condomínios. Os indicadores das áreas de influência e o valor do indicador representativo da área, calculado pela média dos valores encontrados em cada área de influência, são apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa de Icaraí

Condomínios Área de Icaraí		DADOS DOS INDICADORES				
		Densidade hab/hectare	Proporção de não residencial/ residencial (%)	Tamanho do quarteirão (m)	Acesso ao sistema de transportes (m)	Tempo ao centro do bairro não motorizado (min)
1	Chácara do Abaeté	341,17	60	120	320	5
2	Ed. Itaparica	341,17	60	120	400	5
3	Summer Time	341,17	40	300	240	10
4	Ed. Bonneville	341,17	60	120	400	5
5	Jd. Das Tulipas e das Acácias	341,17	60	120	200	5
6	Saint Paul	341,17	20	130	200	10
7	Park Avenue	341,17	20	130	200	20
8	Villa D'Este	341,17	30	130	200	20
9	Jardim Icaraí	341,17	40	180	400	25
10	Sutton Place	341,17	30	130	200	20
11	Ed. Courchevel	341,17	20	190	100	20
12	Bernini	341,17	20	130	250	20
MÉDIA DA ÁREA		341,17	38,33	150,00	259,17	13,75

Fonte: elaboração própria

5.3.2. Santa Rosa

A área de Santa Rosa é formada pela área de influência de 6 condomínios englobando 48 setores censitários (Figura 5.5), apresenta as seguintes características:

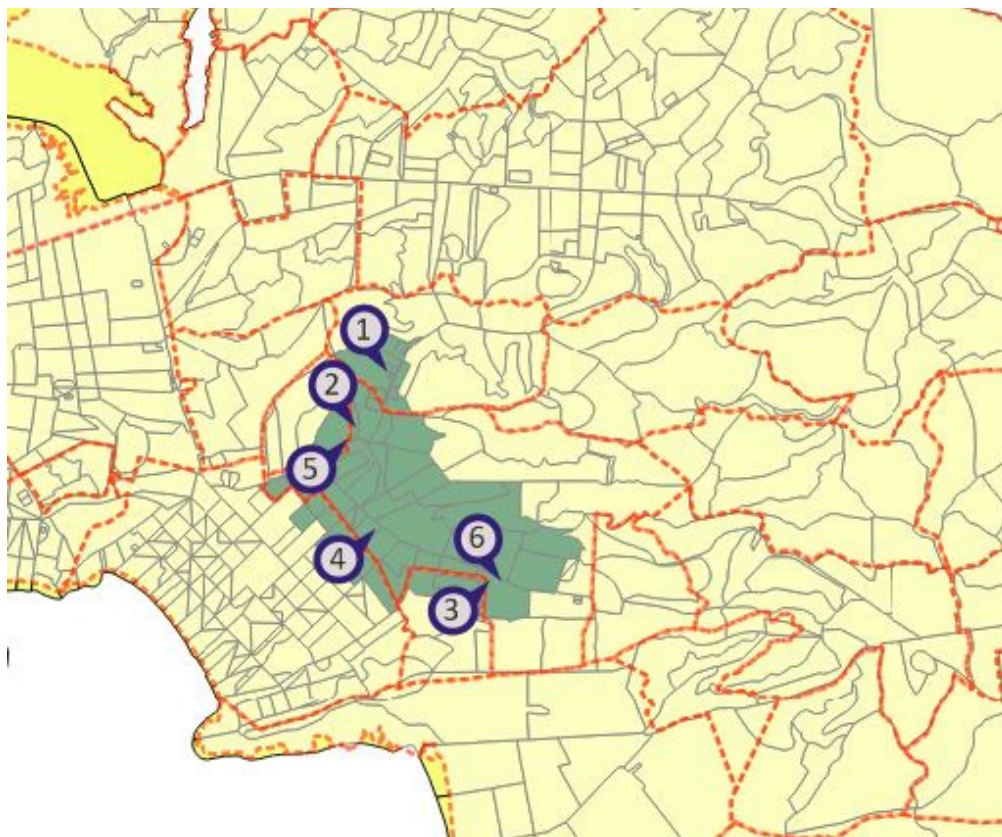


Figura 5.5: Área de Santa Rosa e a localização dos condomínios
Fonte: elaboração própria

População – 29.575 habitantes

Área – 181,27 hectares

Densidade Habitacional 163,15 hab/ha

Desenho Urbano – o desenho do sistema viário segue a topografia, formando grandes quarteirões alongados e irregulares, seguindo diferentes direções (Figura 5.6). As ruas são estreitas, com seis ou sete metros de caixa de rolamento, calçadas de 3 metros, razoavelmente pavimentadas, pouca ou nenhuma arborização.

Como um bairro de renovação das construções muito recente, Santa Rosa possui gabarito de 14 pavimentos, com edificações coladas nas divisas, embasamento ocupado por garagens, especialmente nos corredores viários. No interior dos quarteirões, predominam as casas com 2 a 3 pavimentos em terrenos pequenos.

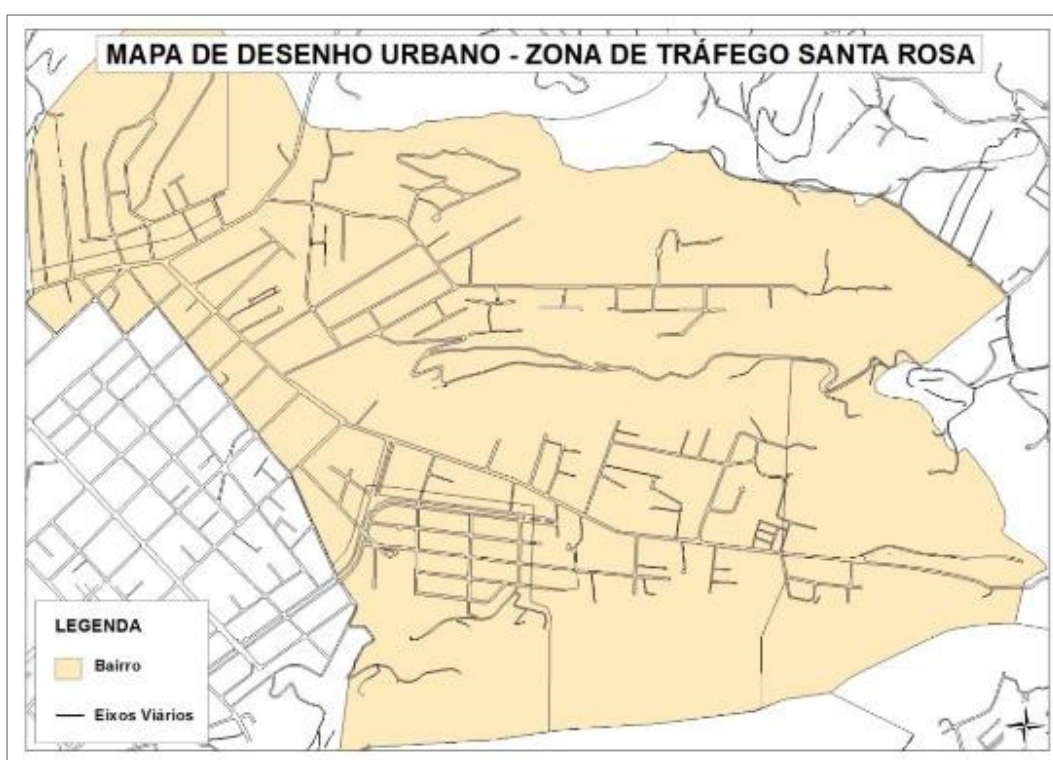


Figura 5.6: Mapa do Desenho traçado viário em Santa Rosa

Fonte: Nittrans, 2011

Uso do solo – Uso misto, bastante diversificado, com predomínio do uso residencial, porém com oferta de comércio e serviços que atendem, sobretudo, à população local, figuras 5.7 e 5.8 apresentam a localização dos condomínios e o uso do solo na área de influência identificando os tipos de uso (residencial – amarelo; comercial – vermelho; misto – magenta; institucional – azul; praças - verde).

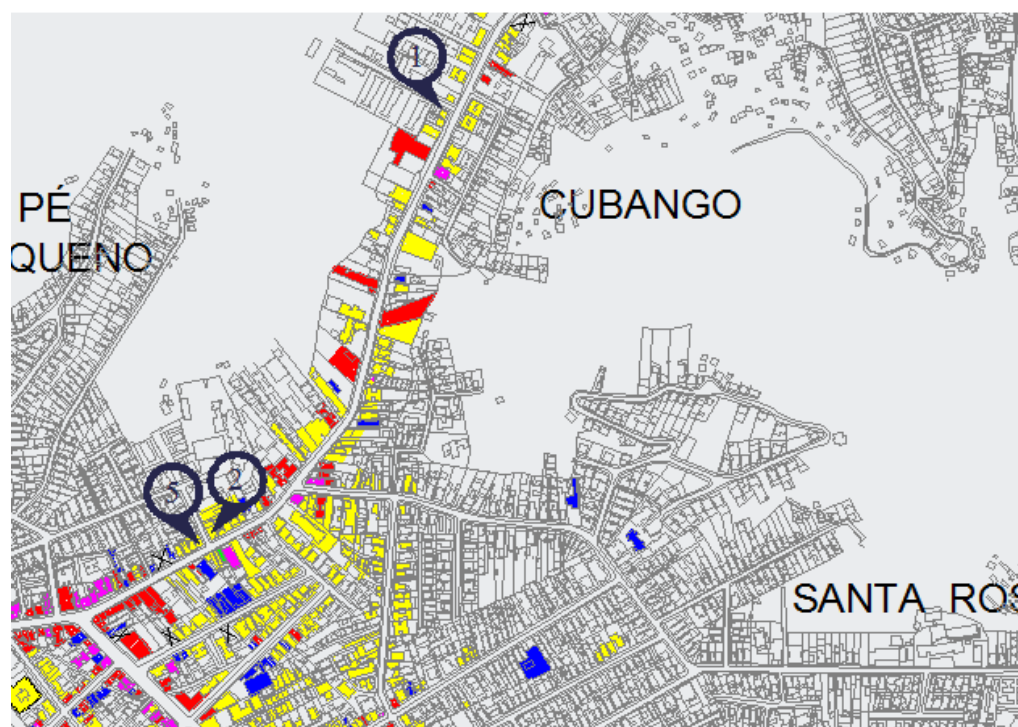


Figura 5.7: Mapa do Uso do Solo em Santa Rosa (parte)

Fonte: elaboração própria

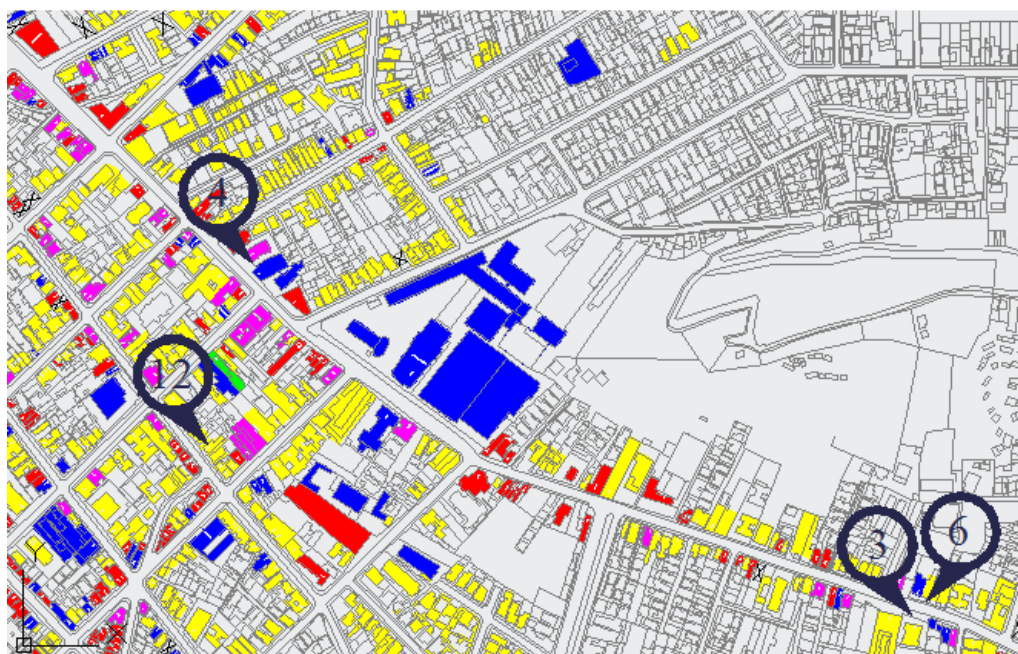


Figura 5.8: Mapa do Uso do Solo em Santa Rosa (parte)

Fonte: elaboração própria

Sistema Viário e Transporte – É cortado pelas vias arteriais (ruas Mário Viana, Santa Rosa, Noronha Torrezão e Dr. Paulo César), integrando um corredor viário e de transportes da cidade que liga o Largo da Batalha ao Centro, em Santa Rosa passam um total de 18 linhas municipais que levam ao Centro da Cidade (SETRERJ, 2011 apud Marcolini, 2011). As vias locais são ramificações das vias arteriais, ocupando as encostas dos vales.

Esta condição faz do Bairro uma passagem para diversas linhas do Sistema Municipal de Transporte Coletivo, assim como por algumas linhas intermunicipais que ligam Niterói ao Rio de Janeiro.

A figura 5.5 apresenta a área de Santa Rosa e os condomínios pesquisados, a tabela 5.2 mostra os indicadores nas áreas de influência dos 6 condomínios em Santa Rosa, calculando o valor do indicador representativo da área.

Tabela 5.2: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa da Zona de Tráfego Santa Rosa

Condomínios Santa Rosa		DADOS DOS INDICADORES				
		densidade hab/hectare	proporção de não residencial/residencial (%)	tamanho do quarteirão (m)	Acesso ao sistema de transportes (m)	tempo ao centro do bairro não motorizado (min)
1	Vivenda Santa Rosa	163,15	30	500	250	35
2	Ciudad de Vigo	163,15	40	330	100	5
3	Cond. Portobello	163,15	30	330	150	10
4	Castel Gandolfo	163,15	50	180	150	10
5	Vila Albani	163,15	60	330	150	5
6	Ed. Córsega	163,15	30	230	220	10
MÉDIA DA ÁREA		163,15	40	300,00	153,33	12,50

Fonte: elaboração própria

5.3.3. Região Oceânica

Esta área é composta por 6 condomínios que englobam 47 setores censitários (Figura 5.9), e tem as seguintes características:

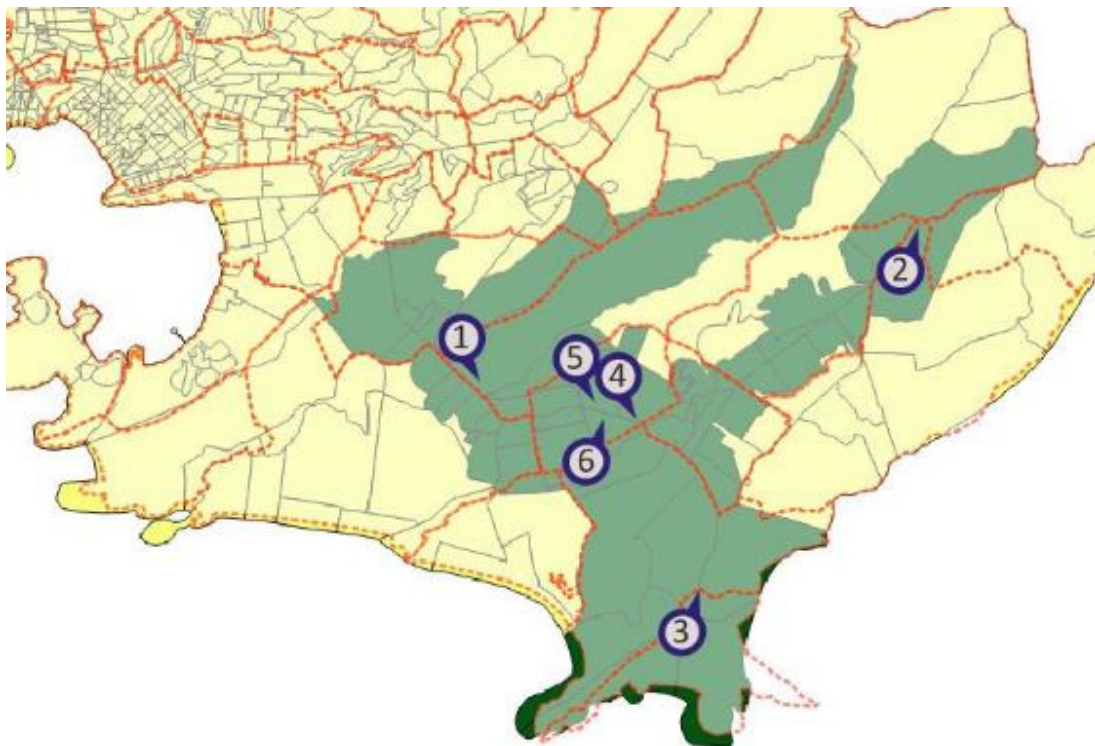


Figura 5.9: Área da Região Oceânica com a localização dos condomínios

Fonte: elaboração própria

População – 39.111 habitantes

Área – 3112,32 hectares

Densidade populacional – 12,26 hab/ha.

Desenho urbano – o terreno é caracterizado por uma extensa planície com a serra da Tiririca ao fundo, dividindo a Região Oceânica do restante do Município. O traçado das vias nas áreas planas, é reticulado em forma de xadrez com longas quadras retangulares, com a base alongada (200 m por 60 m). As ruas têm, na sua maioria, seis metros de caixa de rolamento e calçadas, razoavelmente arborizadas, com três metros de largura. A área das encostas, é ocupada por ruas

que seguem a topografia, que geralmente formam condomínios fechados, com quadras grandes, ruas estreitas e acesso reduzido, normalmente com uma só saída.

A tipologia construtiva é predominantemente de casas com 2 pavimentos e isoladas na divisa, os lotes são médios ou grandes, com mínimo de 360 metros quadrados. Nos corredores principais, onde o gabarito é de 04 pavimentos, é ocupado por prédios multifamiliares de pequeno porte especialmente em Piratininga e ao longo da Estrada Francisco da Cruz Nunes.



Figura 5.10: Mapa do Desenho traçado viário na Região Oceânica
Fonte: Nittrans, 2011

Uso do solo – Basicamente residencial e unifamiliar, com exceção da Estrada Francisco da Cruz Nunes, Av. Everton Xavier e Av. Almirante Tamandaré, que concentram atividades comerciais e de serviços, as figuras 5.11; 5.12; 5.13 e 5.14 apresentam a localização dos condomínios e o uso do solo na área de influência identificando os tipos de uso (residencial – amarelo; comercial – vermelho; misto – magenta; institucional – azul; praças - verde)

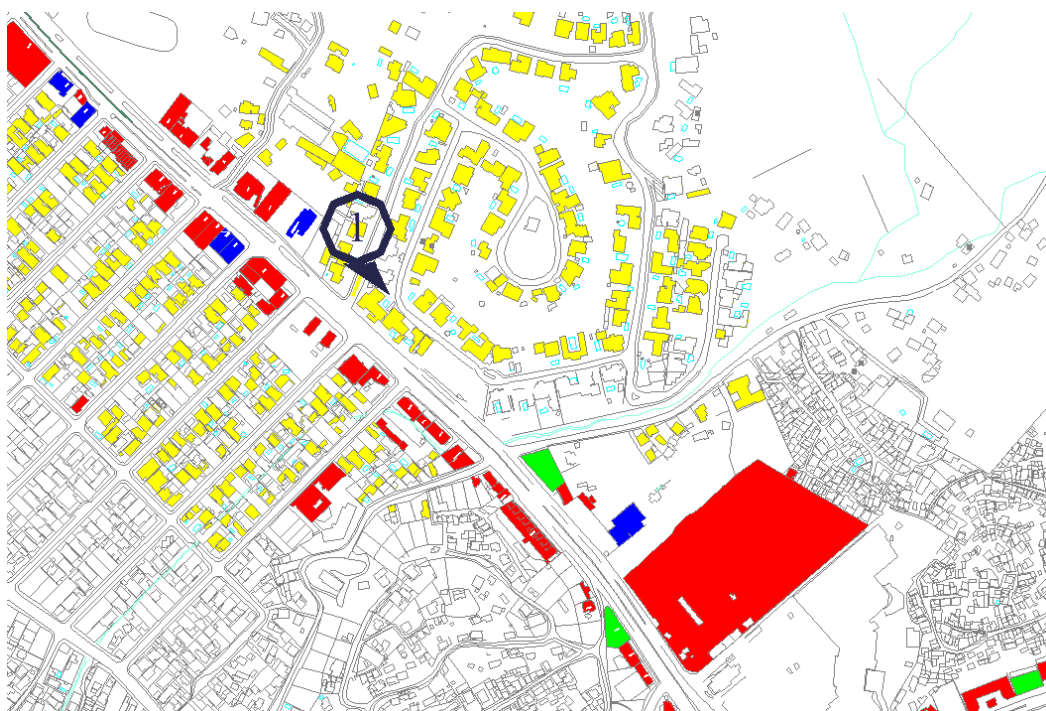


Figura 5.11: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)
Fonte: elaboração própria

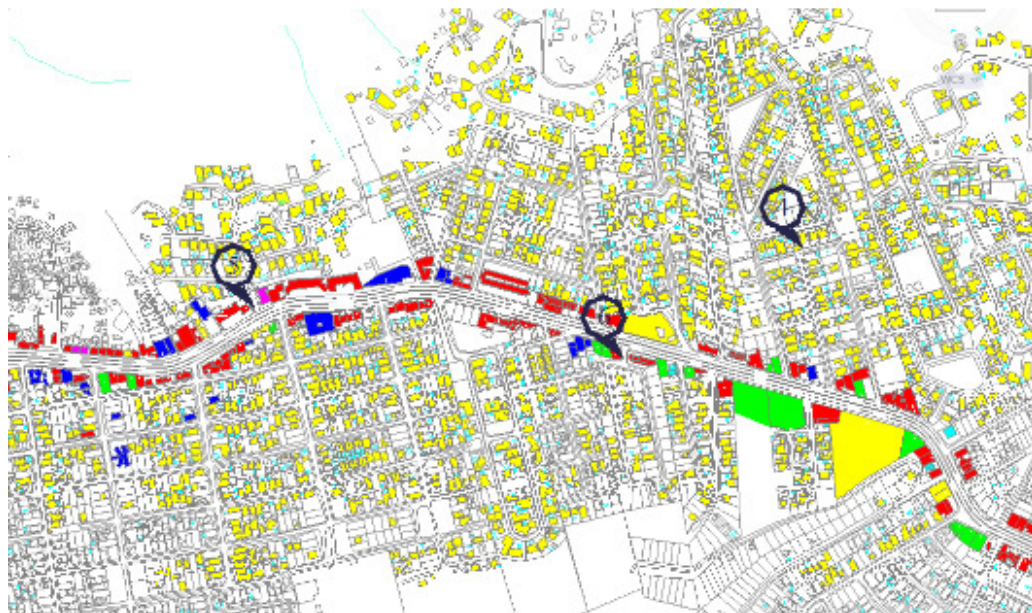


Figura 5.12: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)
Fonte: elaboração própria

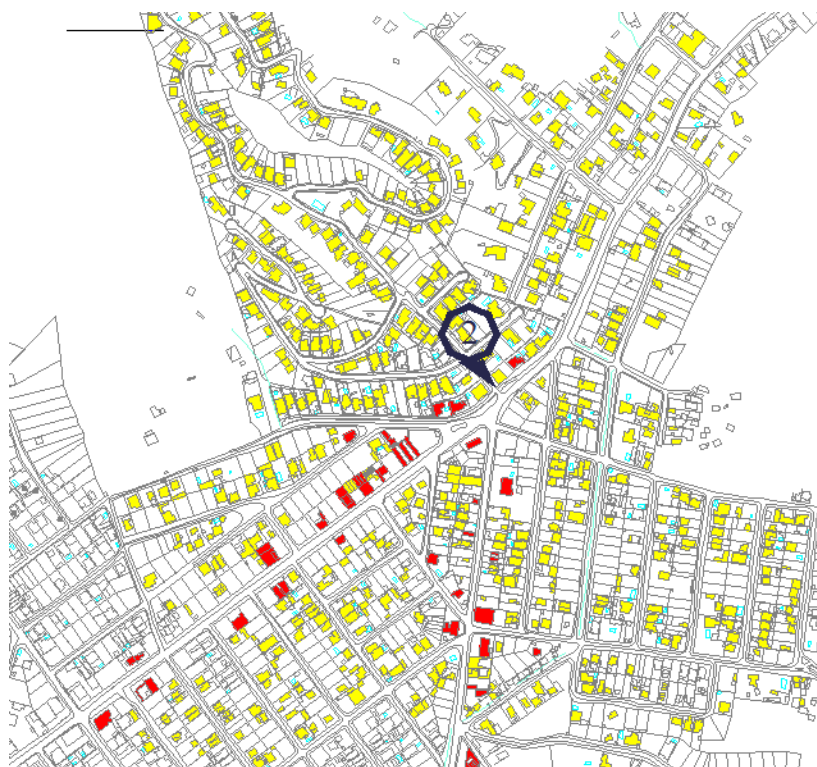


Figura 5.13: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)

Fonte: elaboração própria



Figura 5.14: Mapa do Uso do Solo na Região Oceânica (parte)

Fonte: elaboração própria

Sistema viário e transportes - O sistema viário é estruturado pela Estrada Francisco da Cruz Nunes, que atravessa toda a Região Oceânica, ligando Itaipu ao Largo da Batalha. As demais vias arteriais, Avenida Seis, Avenida Raul de Oliveira Rodrigues, Avenida Almirante Tamandaré, Avenida Acúrcio Torres, Avenida Everton Xavier e Estrada do Engenho do Mato completam a estrutura viária da região.

O serviço de transporte coletivo opera com 13 linhas e tem pouca capilaridade, sendo restrito às vias arteriais, o que deixa extensas áreas desprovidas deste serviço, obrigando o usuário a percorrer grandes distâncias para ter acesso ao transporte público. Como a região é bastante afastada do Centro da cidade, os itinerários das linhas são mais longos, segundo o SETRERJ (2011) apud Marcolini, 2011, os itinerários percorrem, em média 39,3 km, em 2011 realizou 1181 viagens dia, enquanto na Região das Praias da Baía, onde se localiza Icaraí e Santa Rosa, foram em média 3388 viagens/dia perfazendo um percurso médio de 15,1 km.

Tabela 5.3: Indicadores das áreas de influência dos condomínios e a média representativa da Região Oceânica

Condomínios Região Oceânica		DADOS DOS INDICADORES				
		densidade hab/hectare	proporção de não residencial/residencial (%)	tamanho do quarteirão (m)	Acesso ao sistema de transportes (m)	tempo ao centro do bairro - não motorizado (min)
1	Uba I	12,56	10	300	600	25
2	Uba II	12,56	5	550	1100	45
3	Uba Itacoatiara	12,56	5	570	1100	40
4	Green Park	12,56	10	300	550	25
5	Grotão	12,56	10	330	750	30
6	Aldeia	12,56	10	300	500	25
MÉDIA DA ÁREA		12,56	8,33	391,67	766,67	31,67

Fonte: elaboração própria

5.4. APLICAÇÃO AO ÍNDICE PROPOSTO

Conforme a recomendação da metodologia para a aplicação ao índice proposto, primeiramente foi atribuído o valor do FI – Fator de Importância das dimensões. É importante ressaltar que, neste caso, e para efeito do estudo, estipulou que cada uma das dimensões assumiria valores iguais a 20, totalizando 100 pontos e igualando, em importância, as cinco dimensões do ambiente construído, e considerando-se que não se dispõe de pesquisas determinando a influência de cada dimensão na geração de viagens sustentáveis.

Em seguida, calculou-se, para cada área de influência o PVS, enquadrando cada indicador na sua condição do ambiente construído em promover viagens sustentáveis em cada endereço, conforme os VR's considerados no índice proposto.

$$\text{PVS} = (\text{VR (D1)} \times \text{FI}) + (\text{VR (D2)} \times \text{FI}) + (\text{VR (D3)} \times \text{FI}) + (\text{VR (D4)} \times \text{FI}) + (\text{VR (D5)} \times \text{FI})$$

(4.1)

O resultado foi enquadrado dentro do intervalo determinando do devido potencial de estímulo à mobilidade sustentável (PVS) determinado na tabela 5.4.

Tabela 5.4 Intervalos da pontuação para indicação do potencial quanto ao estímulo à mobilidade sustentável

BAIXO POTENCIAL	MÉDIO POTENCIAL	ALTO POTENCIAL
100 a 140	141 a 259 pontos	260 a 300 pontos

Finalmente, pode-se calcular o potencial (PVS) das áreas de estudo calculado pela média dos resultados obtidos das áreas de influência de cada condomínio.

Tabela 5.5: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada - **Icaraí**.

Condomínios Icaraí	DADOS DOS INDICADORES - FATOR DE IMPORTÂNCIA											
	Densidade hab./hectare	FI	Proporção de Não residencial/ residencial (%)	FI	Tamanho do Quarteirão (m)	FI	Acesso ao sistema de transportes (m)	FI	Tempo ao centro do bairro (min)	FI	Resultado do Potencial – PVS	
1- Chácara do Abaeté	341,17		60		120		320		5			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	3	20	280	ALTO
2- Ed. Itaparica	341,17		60		120		400		5			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	3	20	280	ALTO
3- Summer Time	341,17		40		300		240		10			
VR	3	20	3	20	1	20	3	20	3	20	260	ALTO
4- Ed. Bonneville	341,17		60		120		400		5			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	3	20	280	ALTO
5- Jd. Tulipas e Acácias	341,17		60		120		200		5			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	3	20	280	ALTO
6- Saint Paul	341,17		20		130		200		10			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
7- Park Avenue	341,17		20		130		200		20			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
8- Villa D'Este	341,17		30		130		200		20			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
9- Jardim Icaraí	341,17		40		180		400		25			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
10-Sutton Place	341,17		30		130		200		20			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
11- Ed. Courchevel	341,17		20		190		100		20			
VR	3	20	3	20	1	20	3	20	2	20	240	MÉDIO
12- Bernini	341,17		20		130		250		20			
VR	3	20	3	20	2	20	3	20	2	20	260	ALTO
MÉDIA DA ÁREA	341,17		38,33		150,00		259,17		13,75		265	ALTO

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.6: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada – **Santa Rosa**

Condomínios Santa Rosa	DADOS DOS INDICADORES - FATOR DE IMPORTÂNCIA										Resultado do potencial PVS	
	Densidade hab/hectare	FI	Proporção de não residencial /residencial (%)	FI	Tamanho do quarteirão (m)	FI	Acesso ao sistema de transportes (m)	FI	Tempo ao centro do bairro (min)	FI		
1-Vivenda Santa Rosa	163,15		30		500		250		35			
VR	2	20	3	20	1	20	3	20	1	20	200	BAIXO
2- Ciudad de Vigo	163,15		40		330		100		5			
VR	2	20	3	20	1	20	3	20	3	20	240	MÉDIO
3- Cond. Portobello	163,15		30		230		150		10			
VR	2	20	3	20	1	20	3	20	3	20	240	MÉDIO
4- Castel Gandolfo	163,15		50		180		150		10			
VR	2	20	3	20	2	20	3	20	3	20	260	ALTO
5- Vila Albani	163,15		60		330		150		5			
VR	2	20	3	20	1	20	3	20	3	20	240	MÉDIO
6- Ed. Córsega	163,15		30		230		150		10			
VR	2	20	3	20	1	20	3	20	3	20	240	MÉDIO
MÉDIA DA ÁREA	163,15		40		300,00		158,33		12,50		236,67	MÉDIO

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.7: Resultados a aplicação dos dados dos indicadores em cada área de influência e a média a área de estudo considerada – **Região Oceânica**

Condomínios Região Oceânica	DADOS DOS INDICADORES - FATOR DE IMPORTÂNCIA										Resultado do potencial PVS		
	Densidade hab/hectare	FI	Proporção de não residencial/ residencial (%)	FI	Tamanho do quarteirão (m)	FI	Acesso ao sistema de transportes (m)	FI	Tempo ao centro do bairro (min)	FI			
1- Uba I	12,56		10		300		600		25				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	2	20	140	BAIXO	
2- Uba II	12,56		5		550		1100		45				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	1	20	120	BAIXO	
3- Uba Itacoatiara	12,56		5		570		1100		40				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	1	20	120	BAIXO	
4- Green Park	12,56		10		300		550		25				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	2	20	140	BAIXO	
5- Grotão	12,56		10		330		750		30				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	2	20	140	BAIXO	
6- Aldeia	12,56		10		300		500		25				
VR	1	20	2	20	1	20	1	20	2	20	140	BAIXO	
MÉDIA DA ÁREA	12,56		8,33		391,67		766,67		31,67		133,33	BAIXO	

Fonte: elaboração própria

Entre os condomínios, observa-se na tabela 5.8, maior dispersão nos resultados em Santa Rosa, entre os 6 condôminos, 1 é classificado como Alto PVS, 4 como Médio PVS e 1 como Baixo PVS, justificando este fato a localização dos condomínios. Enquanto Icaraí e a Região Oceânica apresentaram resultados com mais consistentes; Icaraí apresentou apenas 1 condomínio com médio potencial, o mais afastado, tendo a nota rebaixada pelo indicador tamanho do quarteirão na área de influência. A Região Oceânica, apesar dos condomínios apresentarem localização mais distante uns dos outros, apresentou o mesmo resultado entre os 6 condomínios, classificados como Baixo PVS, demonstra que o bairro possui uma configuração mais uniforme.

Tabela 5.8: Resultado do Potencial de Viagens Sustentáveis (PVS) para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica

	ICARAÍ	SANTA ROSA	R. OCEÂNICA
RESULTADO	265	236,67	133,33
Proporção dos Condomínios	(11) ALTO (91,67%) (1) MÉDIO (8,33%)	(1) ALTO (16,7%) (4) MÉDIO (66,6%) (1) BAIXO (16,7%)	(6) BAIXO (100%)
PVS	ALTO	MÉDIO	BAIXO

Fonte: elaboração própria

Os resultados obtidos nas áreas mostram claramente que as expectativas relacionadas às características do ambiente urbano que as áreas apresentam correspondem ao potencial em estimular as viagens sustentáveis. Icaraí apresentou maior potencial, expressando grande vitalidade, enquanto Região Oceânica recebeu a pior pontuação, classificada como baixo potencial, o que leva a considerar um ambiente pouco voltado para a movimentação das pessoas. Santa Rosa fica numa posição intermediária apresentando médio potencial.

Isto já foi observado em outros estudos, Marcolini (2011) utilizou as mesmas áreas para comparar as zonas de tráfego em Niterói sugerindo que Icaraí e Santa Rosa assumem características de TOD e a Região Oceânica característica de *Sprawl*. Neste estudo, foram avaliados os resultados mostrando as diferenças entre as taxas de geração de viagens por automóvel entre os dois modelos de ocupação do solo, apresentando significativas

diferenças entre as zonas de Icaraí e Santa Rosa, incluídas na categoria TOD, atribuindo tais diferenças a fatores socioeconômicos, como a renda.

Já na comparação entre os modelos de uso do solo compacto e disperso, o estudo apontou para resultados interessantes. Icaraí, de ocupação compacta e a Região Oceânica, de ocupação mais dispersa, apresentam características socioeconômicas bastante equivalentes, entretanto com taxas de geração de viagens muito diferentes (MARCOLINI, 2011).

Neste sentido, o resultado do índice proposto para as áreas se mostra coerente e deve ser verificado, se as diferenças entre as taxas são decorrentes de fatores sócio econômicos (MARCOLINI, 2011) ou se pelas características do ambiente construído que elas apresentam.

Para isso, optou-se por confrontar os resultados do índice proposto com os resultados de um método já reconhecido, representante da prática disponível, bem como deve ser confirmada mais adiante (capítulo 6) a partir de dados que procurem refletir a mobilidade sustentável com base em dados oriundos das especificidades locais.

5.5. APLICAÇÃO AO ÍNDICE *WALK SCORE*

Buscando a comparação com resultados de métodos já utilizados amplamente, recorreu-se a metodologia proposta pela página eletrônica do *Walk Score*, especialmente por estar ligada a um endereço e sua área de influência, atribuindo uma pontuação, que classifica tal endereço em um intervalo apresentado na tabela 3.1.

As tabelas 5.9 a 5.19 apresentam as notas recebidas em todos os endereços dos condomínios pesquisados, que foram obtidas através do acesso à página eletrônica. A nota representativa de cada área de estudo foi calculada pela média das notas atribuídas a cada endereço.

Tabela 5.9: Pontuação do índice de caminhabilidade *Walk Score* - Icarai

Condomínios		Pontuação	
1	Chácara do Abaeté	90	Paraíso do pedestre
2	Ed. Itaparica	96	Paraíso do pedestre
3	Summer Time	82	Muito Caminhável
4	Ed. Bonneville	96	Paraíso do pedestre
5	Jd. Das Tulipas e das Acácias	94	Paraíso do pedestre
6	Saint Paul	94	Paraíso do pedestre
7	Park Avenue	90	Paraíso do pedestre
8	Villa D'Este	93	Paraíso do pedestre
9	Jardim Icarai	91	Paraíso do pedestre
10	Sutton Place	93	Paraíso do pedestre
11	Ed. Courchevel	90	Paraíso do pedestre
12	Bernini	93	Paraíso do pedestre
MÉDIA		91,83	Paraíso do pedestre

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.10: Pontuação do índice de caminhabilidade *Walk Score* – Santa Rosa

Condomínios		Pontuação	
1	Vivenda Santa Rosa	71	Muito caminhável
2	Ciudad de Vigo	94	Paraíso do pedestre
3	Cond. Portobello	85	Muito Caminhável
4	Castel Gandolfo	93	Paraíso do pedestre
5	Vila Albani	94	Paraíso do pedestre
6	Ed. Córsega	85	Muito caminhável
MÉDIA		87	Muito caminhável

Fonte: elaboração própria

Tabela 5.11: Pontuação do índice de caminhabilidade *Walk Score* – Região Oceânica

Condomínios		Pontuação	
1	Uba I	77,00	Muito Caminhável
2	Uba II	63,00	Razoavelmente Caminhável
3	Uba Itacoatiara	49,00	Dependente do carro
4	Green Park	58,00	Razoavelmente Caminhável
5	Grotão	49,00	Dependente do carro
6	Aldeia	74,00	Muito Caminhável
MÉDIA		61,67	Razoavelmente Caminhável

Fonte: elaboração própria

De acordo com a pontuação dada pela página eletrônica, e calculando-se a média da pontuação de cada endereço, obtêm-se a classificação:

- Icaraí – Paraíso do Pedestre;
- Santa Rosa – Muito Caminhável;
- Região Oceânica – Razoavelmente Caminhável.

5.6. RELAÇÃO ENTRE OS ÍNDICES

Apesar dos índices apresentarem como objetivo a classificação do ambiente construído considerando seu efeito sobre a mobilidade, tendo como pano de fundo os indicadores e as dimensões que representam o espaço urbano, observa-se que os índices foram elaborados para diferentes aplicações.

De um lado tem-se o índice conceitual proposto, objeto da análise, elaborado com o propósito de classificar um ambiente urbano através das dimensões, sugerindo que os padrões propostos pelos indicadores promovam as viagens sustentáveis. De outro lado, avalia-se a proposta do *Walk Score*, criado para o mercado imobiliário, cujo objetivo é medir o grau de caminhabilidade atrelado a um endereço, utilizando alguns indicadores.

Observa-se que o *Walk Score* não tem a pretensão de apresentar a relação de seus indicadores e apresenta somente a pontuação final, além de não oferecer detalhadamente onde e como os indicadores ou dimensões devem ser trabalhados para melhorar o índice de caminhabilidade para a área analisada.

Para simplificar e facilitar a comparação entre os dois resultados, optou-se por estabelecer a correspondência entre as 3 categorias do Índice Proposto (Alto – 260 a 300; Médio – 141 a 259; Baixo - menor que 140) (Tabela 4.2) com as 5 categorias do *Walk Score* (Tabela 3.1), sugerindo uma equivalência entre os valores (Paraíso do pedestre = 100 – 90; Caminhável = 50 a 89; dependente do auto = menor que 49), como mostra a tabela 5.12.

Tabela 5.12: faixa de equivalência para ajustes entre os índices

ÍNDICE CONCEITUAL PROPOSTO	BAIXO PVS		MÉDIO PVS		ALTO PVS
		100 -140		141 - 259	
ÍNDICE DE CAMINHABILIDADE WALK SCORE	DEPENDENTE DO AUTO		CAMINHÁVEL		PARAÍSO DO PEDESTRE
	0-24	25- 49	50 - 69	70 - 89	90 - 100

Fonte: elaboração própria

Neste sentido, os resultados obtidos nas áreas também são ajustados entre os índices para facilitar a análise. Para isso, foi elaborada a tabela 5.13, comparando os resultados dos dois índices e estabelecendo um ajuste, proporcional, dos resultados do PVS com os resultados do *Walk Score*.

Tabela 5.13: Resultados do Potencial de Viagens Sustentáveis (PVS) e do *Walk Score* (WS) para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica

	ICARAÍ	SANTA ROSA	R. OCEÂNICA
Média PVS	265	236,67	133,33
(Média ajustada) *	(91,05)	(81,71)	(46,2)
Proporção dos Condomínios-PVS	91,6% alto e 8,4% médio	16,7% alto 66,6% médio 16,7% Baixo	100% Baixo
Classificação PVS	Alto	Médio	Baixo
Média WS	91,83	87	61,67
Proporção dos Condomínios-WS	91,7% Paraíso do Pedestre e 18,3% Caminhável	50% alto 50% Caminhável	67% Caminhável 33% Dependente do carro
Classificação WS	Paraíso do Pedestre	(Muito) Caminhável	(Razoavelmente) Caminhável

(*) média ajustada aos valores da escala *Walk Score*, ou seja: 0-140 ~ 0-49; 141-259 ~ 50-89; 260-300 ~ 90-100

Fonte: elaboração própria

De forma agregada, observando os resultados das áreas, o estudo mostra ligeira diferença entre os índices em Icaraí e Santa Rosa e uma diferença significativa entre os resultados na Região Oceânica.

Icaraí foi classificada como o Paraíso do Pedestre com nota 91,93 dada pelo *Walk Score*, e 91,05* pontos ajustando a pontuação dada (265 PVS) pelo índice proposto, observando que o índice de caminhabilidade eleva sua classificação com uma pequena diferença de 0,85%, neste caso, poderia considerar que os dois índices apresentaram os mesmos resultados.

Santa Rosa acompanha os resultados. Comparando os dois índices, a nota obtida foi classificada de Médio PVS com 236,67 pontos e 81,71* pontos obtidos, classificada como (Muito) Caminhável com 87 pontos dado pelo *Walk Score*, apresentando uma diferença de 6,08% entre os índices.

Já a comparação entre os dois índices aplicados na Região Oceânica mostra maior diferença, o índice proposto classificou como Baixo PVS, atribuindo a pontuação de 133, e de forma ajustada 42,2* pontos, enquanto a média das notas dadas pelo *Walk Score* foi de 61,67, aumentando as estimativas da classificação para (Razoavelmente) Caminhável. Destaca-se que o *Walk Score* atribuiu uma pontuação 25% superior que o do índice proposto para a Região.

Em uma análise por condomínio, os resultados apresentam uma amplitude de diferenças um pouco maior, observadas nas tabelas 5.14 a 5.16 as diferenças entre os resultados.

Apesar da média das diferenças em Icaraí ter apresentado valor muito baixo (0,85%) alguns condomínios apresentam diferenças de valores mais elevados (9,7 % e -8,1%). Dois condomínios obtiveram diferenças positivas, Chácara do Abaeté (1) e Summer Time (3) com percentuais de 5,5% e 9,7%, mostrando que o resultado do índice proposto dá uma classificação melhor para tais condomínios que o *Walk Score*.

Inversamente, os demais condomínios de Icaraí, apresentam diferenças em percentuais negativas, indicando que o *Walk Score* tem estimativas melhores que as do índice proposto. Com exceção de Park Avenue (7) que recebe a mesma pontuação entre os dois índices.

Destaca-se a diferença entre os índices nos condomínios do Ed. Courchevel (11) que em termos percentuais apresenta -8,1% de um lado o *Walk Score* atribui nota elevada e classifica como o Paraíso do Pedestre (90), do outro, o índice proposto pontua com nota 82,7 rebaixando a classificação quanto ao potencial de estimular viagens sustentáveis para Médio PVS.

Tabela 5.14: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Icaraí

	Condomínios	Índice Proposto PVS	Índice (*) Ajuste PVS x WC	Walk Score	Diferença (%)
1	Chácara do Abaeté	280	ALTO 95	90	Paraíso do pedestre 5,5
2	Ed. Itaparica	280	ALTO 95	96	Paraíso do pedestre -1,0
3	Summer Time	260	ALTO 90	82	Caminhável 9,7
4	Ed. Bonneville	280	ALTO 95	96	Paraíso do pedestre -1,0
5	Jd. das Tulipas das Acácias	280	ALTO 95	94	Paraíso do pedestre 1,0
6	Saint Paul	260	ALTO 90	94	Paraíso do pedestre -4,2
7	Park Avenue	260	ALTO 90	90	Paraíso do pedestre 0
8	Villa D'Este	260	ALTO 90	93	Paraíso do pedestre -3,2
9	Jardim Icaraí	260	ALTO 90	91	Paraíso do pedestre -1,1
10	Sutton Place	260	ALTO 90	93	Paraíso do pedestre -3,2
11	Ed. Courchevel	240	MÉDIO 82,7	90	Paraíso do pedestre -8,1
12	Bernini	260	ALTO 90	93	Paraíso do pedestre -3,2
	MÉDIA	265	ALTO 91,05	91,83	Paraíso do pedestre -0,85

Fonte: elaboração própria

Apesar de Santa Rosa apresentar diferença entre os índices (6,0%) na área, entre os condomínios observa-se maior coerência nos resultados. Entre os condomínios com menor diferença: Vivenda de Santa Rosa (1), Cond. Portobello (3) e Castel Gandolfo (4) que receberam a mesma classificação nos dois índices; entre os que tiveram maior diferença, destaca-se a Vila Albani, e Ciudad de Vigo que o índice proposto define com Médio PVS (82,7*) e o índice de caminhabilidade levanta sua classificação como Paraíso do Pedestre com 94 pontos, justificado pela proximidade entre os condomínios.

Tabela 5.15: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Santa Rosa

Condomínios		Índice Proposto	(*) Ajuste PVSxWC	Walk Score	Diferença (%)		
1	Vivenda Santa Rosa	200	MÉDIO	69,5	71	Muito Caminhável	-2,1
2	Ciudad de Vigo	240	MÉDIO	82,7	94	Paraíso do pedestre	-12,0
3	Cond. Portobello	240	MÉDIO	82,7	85	Muito Caminhável	-2,7
4	Castel Gandolfo	260	ALTO	90	93	Paraíso do pedestre	-3,3
5	Vila Albani	240	MÉDIO	82,7	94	Paraíso do pedestre	-12,0
6	Ed. Córsega	240	MÉDIO	82,7	85	Muito Caminhável	-2,7
MÉDIA		236,67	MÉDIO	81,71	87	Muito Caminhável	-6,0

Fonte: elaboração própria

Já a região Oceânica apresenta expressiva diferença entre os índices. Entre os condomínios observa-se que o índice *Walk Score* eleva todas as estimativas, com exceção do condomínio Grotão que recebeu a mesma nota nos dois índices. Entretanto, os demais têm diferenças muito altas, na classificação mudam de Baixo PVS no índice proposto para Caminhável no índice de caminhabilidade, sendo observada a menor diferença (-14,3%) do condomínio Ubá Itacoatiara (3), com Baixo PVS (42*pontos) e Dependente do Carro e nota 49.

Tabela 5.16: Relação entre os resultados obtidos nos índices - Região Oceânica

Condomínios		Índice Proposto	(*) Ajuste PVSxWC	Walk Score	Diferença (%)		
1	Uba I	140	BAIXO	49	77,00	Caminhável	-36,4
2	Uba II	120	BAIXO	42	63,00	Razoavelmente Caminhável	-33,3
3	Uba Itacoatiara	120	BAIXO	42	49,00	Dependente do carro	-14,3
4	Green Park	140	BAIXO	49	58,00	Razoavelmente Caminhável	-15,5
5	Grotão	140	BAIXO	49	49,00	Dependente do carro	0
6	Aldeia	140	BAIXO	49	74,00	Caminhável	-33,8
MÉDIA		133	BAIXO	46,2	61,67	Razoavelmente Caminhável	-25,0

Fonte: elaboração própria

A avaliação entre os resultados dos índices revela diferenças, observando que o índice *Walk Score* tende a superestimar as áreas, com avaliações relativamente melhores, especialmente nas áreas onde o ambiente construído é menos favorável à mobilidade sustentável. Este fato é observado claramente no indicador Distância do Sistema de Transportes, que como

os condomínios da região Oceânica são horizontais, o índice proposto toma como dado a média das distâncias de cada residência, dentro do condomínio, enquanto o *Walk Score* utiliza o dado do endereço da portaria de cada condomínio.

Da mesma forma, é observado divergências quando analisado individualmente entre os condomínios, este fato pode ser atribuído as características individuais de cada entorno e da forma como são medidos os indicadores que as representam. Entretanto, de uma forma geral, apresentaram compatibilidade quando a definição conceitual do potencial em estimular mobilidade sustentável, enfatizando que a leitura de tais elementos pode caracterizar os padrões de mobilidade de determinada área, confirmando a relação entre o ambiente construído e a mobilidade.

5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo tratou da aplicação do índice conceitual proposto, avaliando e usando como exemplo 3 áreas na Cidade de Niterói, RJ. Foram levantados os dados dos indicadores recomendados referentes ao uso do solo, tamanho do quarteirão, densidade, distância ao sistema de transportes e o tempo gasto a pé até o centro do bairro, na área de influência de cada um dos condomínios pesquisados, aplicando o índice para cada área.

Tais áreas foram submetidas à aplicação ao índice proposto e ao índice de caminhabilidade acessado na página eletrônica www.walkscore.com, cujos resultados foram analisados, observando que o resultado das médias das áreas, apesar de apresentarem diferenças percentuais, definem as áreas com os mesmos potenciais em estimular as viagens sustentáveis. Destaca-se que as nas áreas onde o ambiente construído é menos favorável à mobilidade sustentável, as diferenças entre os índices são mais significativas, tendendo a ser superestimadas pelo *Walk Score*.

Neste sentido, ressalta-se e a necessidade de aprofundar a comparação entre os dois índices. Sugere-se a verificação entre o resultado dos índices e a prática local, confrontando tais resultados com outras variáveis, que correspondem à dados de geração de viagens sustentáveis, ou seja, viagens geradas por modos a pé e por transporte público, de modo a observar se são compatíveis e representam a realidade nas áreas analisadas.

Capítulo 6

6. OS ÍNDICES X VIAGENS SUSTENTÁVEIS

6.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para verificar se os resultados do índice proposto e do *Walk Score* correspondem ao potencial de viagens sustentáveis, ou seja, viagens a pé ou por transporte público, recorreu-se a dados levantados em 2010 pela Nittrans, Niterói, Transito e Transporte SA, apresentados no Caderno Técnico 01. Além dos dados relativos às taxas de geração de viagens por automóveis e a pé, foram levantados dados do percentual de viagens em outros modos; tempo de viagem; destino e motivo. Tais dados foram obtidos por meio de pesquisa realizada na porta dos mesmos condomínios aqui apresentados, e que fazem parte deste estudo.

O capítulo 6 trata de fazer esta correspondência entre os resultados do índice proposto, com os do índice de caminhabilidade do *Walk Score* e com os padrões das viagens que são geradas nas áreas do estudo, verificando sua representatividade na relação entre o ambiente construído e mobilidade.

A figura 6.1 mostra as variáveis escolhidas para representar a mobilidade sustentável e que serão utilizadas na verificação dos índices em relação aos padrões de viagens nas áreas do estudo. As taxas de geração de viagens por unidades residenciais, que representam uma estimativa de potencial de produção de viagens por unidade residencial; o percentual de viagens sustentáveis, consideradas aquelas que são realizadas por meios não motorizados e por transporte público; e o percentual das viagens que são realizadas em menos de 30 minutos, assumindo que é o tempo aceitável para viagens sustentáveis (SCOVINO, 2008) e decisivas para o uso do transporte individual, segundo Kockelman (1997), apud Litman (2014).

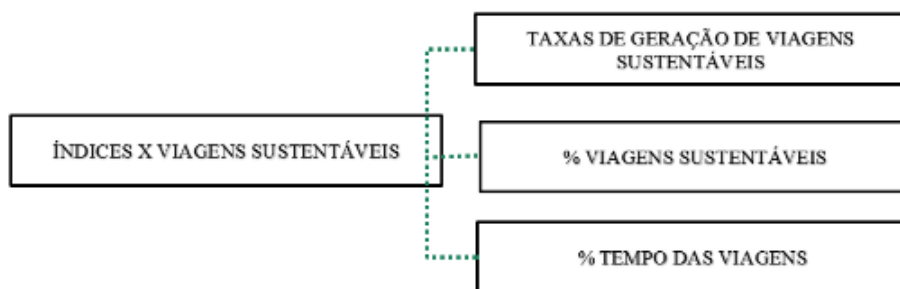


Figura 6.1. Variáveis selecionadas para representar a mobilidade sustentável

Fonte: elaborado pelo autor

6.2. DADOS DAS VIAGENS SUSTENTÁVEIS

Com o propósito de verificar se os resultados do índice proposto e do *Walk Score* correspondem à realidade quanto ao potencial de cada área em estimular viagens em modos a pé ou por transporte público, buscou-se uma base de dados que indicasse os padrões e características das viagens nas áreas analisadas, que pudessem refletir a mobilidade sustentável.

Para caracterizar o padrão de mobilidade, são apresentados dados das taxas de geração de viagens tanto por automóveis particulares como por modos sustentáveis, definido pela movimentação (viagens) de pessoas por modos não motorizados e coletivos. As variáveis escolhidas para representar as viagens sustentáveis são:

- Taxa de geração de viagens sustentáveis, que expressa quantas viagens são realizadas por unidade residencial/dia, representando uma estimativa de potencial de produção de tais viagens;
- Percentual de viagens sustentáveis, consideradas aquelas que são realizadas por meios não motorizados e por transporte público, em relação ao modo motorizado individual, representando a participação destes modais no total de viagens (autos + sustentáveis);
- Percentual das viagens sustentáveis que são realizadas em menos de 30 minutos, como um tempo razoável para a caminhada ou para a integração com o transporte público, e consideradas viagens aceitáveis e decisivas para o uso do transporte individual (SCOVINO, 2008; KOCKELMAN, 1997, apud LITMAN, 2014).

A comparação entre as taxas (autos e sustentáveis), o percentual das viagens sustentáveis no total das viagens geradas e o percentual de viagens sustentáveis feitas em menos de 30 minutos permitem verificar a magnitude do padrão de mobilidade, refletindo a prática nas áreas em análise.

Ressalta-se que este estudo, optou-se por denominar de **Viagens Sustentáveis** as viagens que saíram a pé dos condomínios, assumindo que muitas delas optam por usar o ônibus, bicicleta ou outros. As viagens que saíram a pé e continuaram pé, são aqui denominadas de **Viagens a pé**.

A base de dados escolhida foi a pesquisa de geração de viagens realizada em 2010, pela Nittrans (2011) adotando como metodologia a mesma utilizada aplicada pelo *ITE - Institute of Transportation Engineers*, escolhendo como variável independente o número de unidades residenciais (UR) e número de vagas de garagem (NV). O Caderno Técnico 01 utilizou a base residencial como uso do solo para cálculo das taxas de geração de viagens, foram pesquisados condomínios residenciais em cinco zonas definidas, e contados manualmente todos os movimentos de entrada e saídas de veículos e de pessoas, no período compreendido entre 6:00 h e 20:00 h. Para se entender a origem e destino das viagens foi aplicado questionário com perguntas a respeito além do motivo; modo; e duração das viagens geradas ou atraídas pelo condomínio pesquisado.

No estudo da Nittrans (2011), a Cidade de Niterói foi dividida em zonas de tráfego de acordo com as características razoavelmente homogêneas dos bairros e dos setores censitários, em relação ao uso do solo; fatores socioeconômicos, tipologia construtiva; configuração viária; e oferta do sistema de transporte público; divisão territorial estabelecida no Plano Diretor (NITERÓI, 1992) e nos Planos Urbanísticos Regionais (NITERÓI, 2002; NITERÓI, 2005).

Com as contagens e o questionário aplicado, foi possível calcular as taxas de geração de viagens por automóveis e a pé. Apesar do Caderno Técnico 01 (NITTRANS, 2011) apresentar muitos dados de geração de viagens, foram extraídos, especialmente, os dados das taxas de geração de viagens produzidas (atraídas + geradas) pelo modo a pé ou

sustentáveis (que saíram + chegaram dos condomínios caminhando) e pelo modo auto (saíram + chegaram ao condomínio de carro).

Observa-se que, para a análise e aplicação ao índice conceitual proposto, o presente estudo não utilizou a delimitação das Zonas de Tráfego apresentadas no Caderno Técnico 01, adotando a definição de área de estudo, assumido que os indicadores levantados foram obtidos somente nas áreas de influências de cada condomínio, e não representam a totalidade das Zonas de Tráfego definida pelo Caderno Técnico (NITTRANS, 2011).

As tabelas 6.1 a 6.3 apresentam o volume de viagens de autos e das viagens sustentáveis, e as taxas estimadas de geração de tais viagens, considerando a variável independente Unidade Residencial (UR). Apresenta também o percentual das viagens sustentáveis em relação ao total de viagens (autos e sustentáveis), as que saíram a pé (viagens sustentáveis) e continuaram a pé (viagens a pé) ou que decidiram usar outro meio de transporte para completar sua viagem. Os percentuais são tabelados para cada condomínio calculando a média para representar os padrões de viagens de cada área.

Tabela 6.1: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens a pé - Icaraí

Condomínio	Viagens autos (absolutas)	Tx viagens autos/UR	Viagens sustentáveis (absolutas)	Tx viagens sustentáveis/UR	% viagens sustentáveis	% viagens a pé	% bicicletas	% ônibus	% outros
1- Chácara do Abaeté	414	3,45	1624	13,53	80	61,7	2,6	26,6	9,1
2- Ed. Itaparica	212	1,7	1282	10,26	86	77,8	4,2	17,6	0,4
3- Summer Time	280	2,09	928	6,93	77	44,3	6,8	42,2	6,8
4- Ed. Bonneville	105	1,25	988	11,76	90	75,2	3,8	18,8	2,2
5- Jd.Tulipas e Acácias	112	1,27	955	10,85	90	78,5	5,4	9,9	6,2
6- Saint Paul	80	1,28	855	7,13	91	66,7	6	24,9	2,4
7- Park Avenue	162	1,59	794	7,75	83	49,4	5,9	39,2	5,5
8- Villa D'Este	113	1,41	795	9,94	88	63,7	6,8	26,9	2,6
9- Jardim Icaraí	81	0,68	601	5,01	88	65,2	3,1	27	4,7
10- Sutton Place	111	3,08	469	13,03	81	66,4	5,6	23,4	4,7
11- Ed. Courchevel	70	1,06	381	5,77	84	48,4	13,5	35,4	2,6
12- Bernini	65	2,03	389	12,16	86	60,9	12,2	24,4	2,5
Total de Viagens	1879		10061						
MÉDIA PONDERADA		1,7		9,09	84	63,18	6,32	26,36	4,15

Fonte: NITTRANS, 2011

Tabela 6.2: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens a pé - Santa Rosa

Condomínio	Viagens autos (absolutas)	Tx viagens autos/UR	Viagens sustentáveis (absolutas)	Tx viagens sustentáveis/ UR	% viagens sustentáveis	% viagens a pé	% bicicletas	% ônibus	% outros
1-Vivenda Santa Rosa	732	1,53	1309	2,73	64	39,1	1,13	56,77	2,9
2-Ciudad de Vigo	130	1,02	669	5,23	84	48,04	20,85	24,47	5,4
3-Cond. Portobello	103	1,3	410	5,19	80	42,51	5,8	51,21	0,48
4-Castel Gandolfo	53	0,95	438	7,82	89	54,86	6,29	34,86	3,4
5-Vila Albani	94	1,68	285	5,09	75	68,18	3,25	27,92	0,65
6-Ed. Córsega	72	1,31	272	4,95	79	41,3	3,8	44,57	9,3
Total de Viagens	1184		3383						
MÉDIA PONDERADA		1,39		3,96	74	49	6,85	39,97	3,7

Fonte: NITTRANS, 2011.

Tabela 6.3: Taxas de geração de Viagens e percentual de distribuição das viagens- Região Oceânica

Condomínio	Viagens autos (absolutas)	Tx viagens autos/UR	Viagens sustentáveis (absolutas)	Tx viagens sustentáveis /UR	% viagens sustentáveis	% viagens a pé	% bicicletas	% ônibus	% outros
1-Uba I	810	7,5	624	5,78	44	35,51	18,22	43,46	2,3
2- Uba II	942	4,17	436	1,93	32	17,41	10,12	60,73	11,7
3- Uba Itacoatiara	698	6,98	318	3,18	31	10,53	18,42	64,04	7,0
4- Green Park	717	7,47	267	2,78	27	12,4	5,79	68,6	13,2
5- Grotão	550	6,11	223	2,48	29	14,56	9,71	66,02	9,7
6- Aldeia	347	6,8	225	4,41	39	14,43	14,43	70,1	1,0
Total de Viagens	4064	6,06	2093	3,12					
MÉDIA PONDERADA		6,06		3,12	34	17,47	12,78	62,16	7,5

Fonte: NITTRANS, 2011.

A distribuição modal foi calculada com base nas viagens absolutas por autos e as sustentáveis, considerando aquelas que declaram utilizar outro meio de transporte para completar o percurso; o tempo de viagem que os respondentes declaravam gastar normalmente no trajeto. Destaca-se que a taxa das viagens por automóvel representa o número de automóveis, e não o de pessoas, como é feito pelo ITE, desta maneira, divisão modal foi simplificada assumindo que a ocupação de uma pessoa para cada auto.

Tabelas 6.4 a 6.6 mostram o tempo médio das viagens a pé, representando o tempo assumido por cada respondente ao questionário na portaria dos condomínios.

Tabela 6.4: Tempo das viagens a pé –Icaraí

Condomínios	TEMPO DAS VIAGENS		
	< 10 minutos (%)	Entre 10 a 30 minutos (%)	>30 minutos (%)
1 Chácara do Abaeté	54,0	21,7	24,3
2 Ed. Itaparica	67,7	21,4	10,9
3 Summer Time	40,2	27,4	32,4
4 Ed. Bonneville	67,0	20,2	12,8
5 Jd. Das Tulipas e das Acácias	81,6	11,7	6,7
6 Saint Paul	52,9	28,5	18,6
7 Park Avenue	43,5	26,7	29,8
8 Villa D'Este	53,0	28,2	18,8
9 Jardim Icaraí	56,6	22,3	21,1
10 Sutton Place	52,8	24,8	22,4
11 Ed. Courchevel	44,3	31,8	24,0
12 Bernini	53,2	31,4	15,4
Total de Viagens- 10061			
MÉDIA	55,58	24,66	19,77

Fonte: NITTRANS, 2011.

Tabela 6.5: Tempo das viagens a pé –Santa Rosa

Condomínios	TEMPO DAS VIAGENS		
	< 10 minutos (%)	Entre 10 a 30 minutos (%)	>30 minutos (%)
1 Vivenda Santa Rosa	24,06	44,55	31,39
2 Ciudad de Vigo	64,65	24,17	11,18
3 Cond. Portobello	45,41	42,51	12,08
4 Castel Gandolfo	48,57	30,29	21,14
5 Vila Albani	57,79	24,03	18,18
6 Ed. Córsega	47,28	29,89	22,83
Total de Viagens - 3383			
MÉDIA	47,96	32,57	19,47

Fonte: NITTRANS, 2011.

Tabela 6.6: Tempo das viagens a pé –Região Oceânica

Condomínios	TEMPO DAS VIAGENS		
	< 10 minutos (%)	Entre 10 a 30 minutos (%)	>30 minutos (%)
1 Uba I	40,19	31,78	28,04
2 Uba II	22,67	45,75	31,58
3 Uba Itacoatiara	16,67	28,07	55,26
4 Green Park	14,88	31,40	53,72
5 Grotão	11,65	48,54	39,81
6 Aldeia	23,71	27,84	48,45
Total de Viagens - 2093			
MÉDIA	21,63	35,56	42,81

Fonte: NITTRANS, 2011.

Outros dados retirados do Caderno Técnico 01 (NITTRANS, 2011), apresentados no anexo 1 a 3, foram os dados dos destinos e do motivo das viagens produzidas, observando que estes representam as respostas das pessoas que saíam a pé a pergunta: para onde você vai? E vai fazer o que?

6.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ÍNDICES

Nesta etapa, os resultados da aplicação dos índices (o proposto e do *Walk Score*) são confrontados com as três variáveis relacionadas às viagens consideradas sustentáveis, e foram escolhidas para facilitar a análise.

As tabelas 6.7 a 6.9 apresentam os resultados de cada condomínio e a média encontrada em cada área de estudo:

6.3.1. Icaraí

Tabela 6.7: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do Walk Score) e as três variáveis para análise - Icaraí

Condomínios		Índice Proposto PVS		Walk Score	Taxas Viagens Sust/UR	% Viagens Sustentáveis	% viagens até 30 min	
1	Chácara do Abaeté	280	95*	ALTO	90	13,53	80	75,73
2	Ed. Itaparica	280	95*	ALTO	96	10,26	86	89,11
3	Summer Time	260	90*	ALTO	82	6,93	77	67,57
4	Ed. Bonneville	280	95*	ALTO	96	11,76	90	87,19
5	Jd. Tulipas e das Acácias	280	95*	ALTO	94	10,85	90	93,27
6	Saint Paul	260	90*	ALTO	94	7,13	91	81,40
7	Park Avenue	260	90*	ALTO	90	7,75	83	70,20
8	Villa D'Este	260	90*	ALTO	93	9,94	88	81,20
9	Jardim Icaraí	260	90*	ALTO	91	5,01	88	78,91
10	Sutton Place	260	90*	ALTO	93	13,03	81	77,57
11	Ed. Courchevel	240	82,7*	MÉDIO	90	5,77	84	76,04
12	Bernini	260	90*	ALTO	93	12,16	86	84,62
MÉDIA		265	91,05*	ALTO	91,83	9,09	84	80,23

(*) Média ajustada aos valores da escala Walk Score, ou seja: 0-140 ~ 0-49; 141-259 ~ 50-89; 260-300 ~ 90-100

Em Icaraí, o índice proposto caracteriza o ambiente como ALTO Potencial de estimular viagens sustentáveis, com média de 265 pontos ou 91,05 pontos ajustados, resultado semelhante ao dado pelo índice de caminhabilidade do *Walk Score*, intitulado como o Paraíso do Pedestre com nota média de 91,83. Apresenta ligeira diferença entre os dois índices (-0,85) representando um ambiente construído com vitalidade e altamente favorável à mobilidade sustentável.

Isto reflete a realidade das viagens que acontecem no bairro, que apresenta a maior taxa de mobilidade (autos + sustentáveis) total (10,98/Unidade residencial), com taxa de viagens sustentáveis é 5,34 vezes maior que as viagens geradas por automóveis, com taxas de geração de viagens sustentáveis de 9,09/UR e de autos 1,70 por cada unidade residencial (NITTRANS, 2011).

Apresenta densidade populacional bastante alta, com edificações de grandes gabaritos e, apesar das ruas estreitas, 84% dos moradores saem dos condomínios a pé, destas Viagens Sustentáveis, em média 63,18% continuam a pé (viagens a pé) e 66 % ficam no próprio

bairro. Das Viagens Sustentáveis 26,36% andam de ônibus, 6,32 % de bicicleta e apenas 4,15% de outros modos. (NITTRANS, 2011).

Característico de bairros com grande vitalidade, o tempo gasto nas caminhadas é curto, em Icaraí, em média 80,23% das viagens a pé são realizadas em menos que 30 minutos, observando que 55,58% são feitas em até 10 minutos, e apenas 19,77% gastam mais que 30 minutos de caminhada (Tabela 6.4).

Embora Icaraí seja um bairro de renda alta, com média de 20,6 salários mínimos (Marcolini, 2011), os deslocamentos são feitos, preferencialmente a pé, por motivos diversos e em percentuais bem equilibrados: 18,6% para o trabalho, 17,5% para casa, 16% para estudos, 15,8% para compras e o mesmo percentual para o lazer (NITTRANS, 2011).

Além disso, o bairro tem boas opções de lazer, como a Praia de Icaraí e Campo São Bento, estes equipamentos e as características de desenho urbano, com boa conectividade, ruas arborizadas e muitas opções de transporte público, convidam os moradores a realizarem suas atividades a pé, para compras, serviços ou simplesmente para caminhadas ou exercícios físicos. Este resultado confere a localidade de Icaraí como um ambiente propício ao estímulo da mobilidade não motorizada, que não depende do uso do automóvel para realizar suas atividades.

Individualmente, quando se observa cada condomínio, as variáveis analisadas seguem a um padrão de preferência para as viagens sustentáveis, em relação as viagens de autos. Alguns condomínios tem uma elevada taxa de viagens sustentáveis, como a Chácara do Abaeté (13,53), Ed. Itaparica (10,26), Jardim das Tulipas e das Acácias (10,85) e Ed. Bonneville (11,76), possuem localização próxima, e o percentual de viagens sustentáveis varia entre 80 % a 90 % e o percentual de viagens com menos de 30 minutos é maior para o Jardim das Tulipas e Acácias (93,27%) cuja localização é mais central; o menor percentual é encontrado na Chácara do Abaeté (75,73%), justificado por ser um pouco mais isolado do centro do bairro, confirmando diferença entre os resultados dos índices (5,5).

Os condomínios Park Avenue e Sutton Place também são localizados próximos uns dos outros, apesar de apresentarem taxas bem diferentes (7,75 e 13,03) o índice proposto pontua igualmente, com 260 pontos e o *Walk Score*, atribui notas 90 e 93 respectivamente,

embora observa-se uma pequena variação no percentual de viagens sustentáveis, 83% para o Park Avenue e 81 % para o Sutton Place, justificando, assim, a diferença encontrada entre os índices neste condomínio (-3,2).

Já o condomínio Summer Time, apresentou o menor percentual de viagens sustentáveis (77%), e o menor percentual de viagens com menos de 30 minutos (67,57%), fato confirmado na nota dada pelo *Walk Score* (82), a menor de Icaraí, embora o índice proposto tenha atribuído sua localização como ALTO PVS (260) com diferença entre os dois índices de 9,7, sugerindo que o índice proposto estime a localidade com um melhor potencial.

Os condomínios Saint Paul, Villa D’Este e Jardim Icaraí são distantes uns dos outros, mas sua localização apresenta ALTO PSV (260) e notas atribuídas pelo *Walk Score* varia entre 88 e 91. Os padrões de viagens são semelhantes, confirmados pelas taxas que também variam entre 5,01 e 7,75.

6.3.2. Santa Rosa

Santa Rosa é caracterizada pelo índice proposto como MÉDIO Potencial de estimular viagens sustentáveis, com média de 233 pontos ou 80,5 pontos ajustados *, apresentado resultado semelhante ao dado pelo índice de caminhabilidade do *Walk Score*, intitulado como Caminhável com nota média de 87. Observa-se que o índice *Walk Score* atribui melhores resultados para Santa Rosa, com diferença maior entre os índices (-6,0).

Tabela 6.8: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do *Walk Score*) e as três variáveis para análise - Santa Rosa

Condomínios	Índice Proposto PVS	Walk Score	taxas Viagens Sust /UR	% Viagens Sustentáveis	% viagens até 30 min		
1 Vivenda Santa Rosa	200	69,5*	BAIXO	71	2,73	64	68,61
2 Ciudad de Vigo	240	82,7*	MÉDIO	94	5,23	84	88,82
3 Cond. Portobello	240	82,7*	MÉDIO	85	5,19	80	87,92
4 Castel Gandolfo	260	90*	ALTO	93	7,82	89	78,86
5 Vila Albani	240	82,7*	MÉDIO	94	5,09	75	81,82
6 Ed. Córsega	240	82,7*	MÉDIO	85	4,95	79	77,17
MÉDIA	236,67	81,71*	MÉDIO	87	3,96	74	80,53

(*). Média ajustada aos valores da escala *Walk Score*, ou seja: 0-140 ~ 0-49; 141-259 ~ 50-89; 260-300 ~ 90-100

Santa Rosa é a área que apresenta a menor taxa de mobilidade (Taxas de autos + sustentáveis) apresentado taxa de 5,35 por Unidades Residenciais, sendo que a taxa de geração de viagens por automóveis é 1,38/UR e por modo sustentável é de 3,96/UR, representado 2,8 vezes maior que as motorizadas (NITTRANS, 2011). Marcolini (2011) justifica este fato à renda, um pouco menor em Santa Rosa 13,3 salários mínimos; entretanto, a avaliação dos índices e das variáveis sugere que o padrão de mobilidade também sofre influência das características do ambiente construído.

O bairro possui poucas opções de lazer; embora tenha o uso misto, o comércio é pouco diversificado e limita-se ao abastecimento do próprio bairro. Seu desenho urbano oferece poucas opções de conectividade, devido ao traçado das vias, que acompanha a topografia as suas calçadas são mais estreitas com pouco sombreamento.

A densidade é alta, com edificações recentes de grandes gabaritos, as viagens são distribuídas entre os modos a pé (sustentáveis) (74%), carro (26 %), 40% andam de ônibus, 6,85 % de bicicleta e apenas 3.70 em outros modos (Tabela 6.2); dos moradores que saem a pé, 40% permanecem no próprio bairro (NITTRANS, 2011).

Quanto ao tempo de viagem, 80,53% das viagens sustentáveis são realizadas em menos que 30 minutos, apenas 19,47% gasta mais que 30 minutos de caminhada (tabela 6.5) e são feitos, por motivos diversos, preferencialmente para o trabalho 24,6%, 18,5% para casa, 18,4% para estudos, 11,9% para compras e 8,2 para o lazer ou ginástica (NITTRANS, 2011).

Nesta localidade pode-se observar a ausência de pedestres e ciclistas circulando, principalmente nos corredores principais, vias arteriais que ligam o Largo da Batalha com o Centro, onde o trânsito é intenso com muitos ônibus e caminhões, com exceção do Largo do Marrão, considerado o subcentro do bairro. Entretanto, no Largo do Marrão onde observa-se grande vitalidade devido a oferta de comércio e serviços numa ambiência mais compatível com a escala humana, apresentando um conjunto arquitetônico uniforme, de 2 pavimentos e embasamento comercial.

Quando analisados os condomínios individualmente, a relação entre as taxas, a nota *Walk Score* e a pontuação dada pelo índice proposto. Com destaque para o condomínio Vivendas

de Santa Rosa, que possui a menor taxa de viagens a pé (2,73), menor nota *Walk Score* (85) e considerada com Baixo PSV (200) pelo índice proposto. O percentual de viagens sustentáveis também é o mais baixo (64%) acompanhada pelo baixo percentual de viagens a pé que são feitas em menos de 30 minutos (68,61%). Este fato pode ser explicado pelo indicador tamanho do quarteirão (500m) e distância do Centro do Bairro (30 min) que obtiveram os piores pesos.

Por outro lado, o Castel Gandolfo recebeu a melhor pontuação pelo índice proposto (260-ALTO PVS) e apresenta a maior taxa de geração de viagens (7,82) e o maior percentual de viagens sustentáveis (89%), confirmado pelo *Walk Score* que atribui nota 93; entretanto o *Walk Score* também atribui nota semelhante à Vila Albani (94) e Cuidad de Vigo (94) que, embora apresentassem taxas de geração de viagens menores (5,09 e 5,23), Vila Albani tem menor percentual de viagens sustentáveis (75%) do que Cuidad de Vigo (84%), confirmado pelo índice proposto que o pontua ambos em 240 (MEDIO PVS), o que justifica a maior diferença entre os índices.

Já os condomínios Cond. Portobello e Ed. Córsega, são muito próximos e possuem características bastante semelhantes, obtendo a mesma classificação tanto pelo índice proposto como no *Walk Score*, apresentam taxas semelhantes com 5,19 e 4,95 e percentual de viagens sustentáveis 80 e 79 %.

6.3.3. Região Oceânica

A Região Oceânica é caracterizada pelo índice proposto BAIXO Potencial de estimular viagens sustentáveis, com média de 133 pontos, com resultado semelhante ao dado pelo índice de caminhabilidade do *Walk Score*, intitulado como Razoavelmente Caminhável com nota média de 61,67.

Tabela 6.9: O resultado da aplicação dos índices (proposto e do *Walk Score*) e as três variáveis para análise - Região Oceânica

Condomínios	Índice Proposto PVS			Walk Score	Taxas Viagens Sustentáveis/UR	% Viagens Sustentáveis	% viagens até 30 min
1 Uba I	140	49*	BAIXO	77,00	5,78	44	71,96
2 Uba II	120	42*	BAIXO	63,00	1,93	32	68,42
3 Uba Itacoatiara	120	42*	BAIXO	49,00	3,18	31	44,74
4 Green Park	140	49*	BAIXO	58,00	2,78	27	46,28
5 Grotão	140	49*	BAIXO	49,00	2,48	29	60,19
6 Aldeia	140	49*	BAIXO	74,00	4,41	39	51,55
MÉDIA	133	46,2*	BAIXO	61,67	3,12	34	57,19

(*) Média ajustada aos valores da escala *Walk Score*, ou seja: 0-140 ~ 0-49; 141-259 ~ 50-89; 260-300 ~ 90-100

De fato, a Região Oceânica possui uma taxa de mobilidade alta (9,18/UR), porém, ao contrário de Icaraí, a maior parte das viagens é feita de carro, apresentado taxas de viagens sustentáveis 3,12/UR e por carro de 6,06/UR (NITTRANS, 2011); tem baixa densidade populacional consequência da ocupação predominantemente de condomínios residenciais horizontais com gabarito de apenas 2 pavimentos. O traçado das vias, sem conectividade produzem distâncias são muito longas e as calçadas não são favoráveis ao pedestre; em muitas ruas as calçadas não são adequadas e as pessoas preferem caminhar pela faixa de rolamento das ruas.

Dentro dos condomínios normalmente as calçadas são de grama, visualmente agradáveis, mas muito desconfortáveis para caminhadas. Com a pior PSV (120), o condomínio Ubá II, apresenta a menor taxa de geração de viagem da zona (1,93) e o índice de caminhabilidade 63, dada pelo *Walk Score*, observando que o indicador acesso ao sistema de transporte e distancia ao Centro do Bairro contribuíram para o rebaixamento da classificação, tendo em vista a qualidade e quantidade de oferta de transporte na área.

Neste contexto, observa-se a distribuição modal da região, que apresenta 66 % dos deslocamentos feitos por automóveis, apenas 6% anda a pé, 21% utilizam ônibus, 4% bicicletas, 7,5 % por outros modais (Tabela 6.3); das pessoas que se deslocam a pé, 46% ficam na própria região (NITTRANS, 2011), entretanto, gastam mais tempo nas viagens, são 42,81% de viagens com mais de 30 minutos (tabela 6.6).

O comportamento dos índices em cada condomínio é compatível com os dados das variáveis analisadas, Uba I é o condomínio que apresenta maior taxa de geração de viagens sustentáveis (5,78), maior percentual de viagens sustentáveis (44%) e um maior contingente de pedestres fazem seu percurso com menor de 30 minutos (71,76%), o índice proposto aponta este condomínio como BAIXO PVS (140), (maior que a média da Região) e Muito Caminhável (77) pelo *Walk Score*. Este deve ao fato de sua localização mais próxima ao Shopping center e ao centro do bairro.

Por outro lado, os condomínios que receberam a pior pontuação pelo índice proposto, o Uba II e o Uba Itacoatiara (120 PVS) possuem taxas com grande variação, Ubá II apresenta a menor taxa (1,93) e 32% de viagens sustentáveis e um razoável percentual de viagens com menos de 30 minutos (68,42) em comparação aos padrões da região, entretanto recebeu a nota de 63 pelo *Walk Score* com Caminhável. Já Uba Itacoatiara, recebe a nota 49 dada pelo *Walk Score* e é considerada dependente do carro, embora suas taxas de viagens sejam maiores (3,18) e 31% de viagens sustentáveis, semelhante ao Uba II.

Estas características conferem a Região Oceânica um ambiente que induz ao maior uso do automóvel, fato observado na aplicação do índice proposto e confirmado com a aplicação do índice de caminhabilidade do *Walk Score*.

Tabela 6.10: Síntese dos resultados dos índices e das variáveis para as três áreas de estudo

	ICARAÍ	SANTA ROSA	REGIÃO OCEÂNICA
PVS	265 ALTO (91,05*)	236,67 MÉDIO (81,71*)	133 BAIXO (46,2*)
<i>WALK SCORE</i>	91,5 Paraíso do Pedestre	87 Muito Caminhável	61,67 Razoavelmente Caminhável
TAXAS VIAGENS SUSTENTÁVEIS	9,09 viagens/UR	3,96 viagens/UR	3,12 viagens/UR
% VIAGENS SUSTENTÁVEIS	84%	74%	34
% VIAGENS >30 MINUTOS	80,23%	80,53%	57,19

Fonte: elaboração própria

A tabela 6.10 sintetiza os resultados obtidos nos dois índices para as áreas, com isso, pode-se verificar a correspondência entre os índices com as variáveis. Icarai mostrou que tem ALTO PVS para o estímulo das viagens sustentáveis, tanto no índice conceitual proposto no Capítulo 4, como na escala do *Walk Score*, que intitula a localidade como o “Paraiso do Pedestre”.

O índice proposto classifica Santa Rosa como MÉDIO PVS para estimular a mobilidade sustentável, confirmado pelo índice *Walk Score* que confere a posição de “Muito Caminhável”, onde o ambiente é bastante acessível e todos podem caminhar ou utilizar o transporte público.

A Região Oceânica obteve os piores resultados quanto à promoção de mobilidade sustentável, suas características do ambiente construído não contribuem para estimular as caminhadas ou as pedaladas, fato comprovado nas altas taxas de geração de viagens por automóveis em relação às taxas pelo modal a pé.

O índice proposto classifica a Região Oceânica como BAIXO PVS e o *Walk Score* como “razoavelmente caminhável”, demonstrando que o bairro é acessível para alguns tipos de pedestres, em algumas horas.

Quanto as dimensões do ambiente construído, ao analisá-las através dos indicadores utilizados no índice proposto, pode-se observar que Icarai possui muitas vantagens em relação à Região Oceânica quanto à mobilidade sustentável.

No indicador densidade a Região Oceânica é 16 % inferior que a densidade recomendada pelo índice; o desenho urbano, apesar de a Região Oceânica possuir traçado reticulado, seus quarteirões são muito longos, o dobro que os de Icarai; a distância do transporte também contribui para a decisão do uso do automóvel, pois a distância deve ser atribuída desde a porta de cada residência (geralmente é um longo caminho dentro dos condôminos até a portaria) até o ponto do ônibus, e a caminhada feita em calçadas estreitas ou até mesmo inexistentes; o percentual para diversidade é razoável, demonstrando que a Região Oceânica está se transformando em um subcentro para a população local, revelando uma região com potencial de vitalidade, fato comprovado que 46% dos pedestres caminham pela própria região.

Santa Rosa, que foi classificada como médio potencial, o quesito que recebeu o pior peso foi o desenho urbano, por possuir quadras muito extensas, consequência da ocupação no talvegue dos vales.

De uma forma agregada, apesar das diferenças entre os índices, evidente na Região Oceânica, pode-se considerar que os dois índices apresentaram o mesmo conceito de mobilidade nas três áreas estudadas. Quando analisado por condomínio, foi observado poucos casos mais discrepantes, mas, qualitativamente, o comportamento dos índices nos condomínios foi compatível com as variáveis.

Neste contexto, para induzir a mobilidade sustentável, o índice proposto pode auxiliar a observação dos indicadores que tiveram menores pontuações para a adoção de políticas que contribuam para que este cenário seja transformado.

Por exemplo, no Bairro de Santa Rosa deve-se estimular subcentros, áreas próximas às residências que abasteçam a população local, reduzindo o tempo de caminhada para as atividades cotidianas, já que no quesito desenho urbano (tamanho do quarteirão) é mais difícil haver de mudanças devido a topografia e a consolidação da malha urbana.

Da mesma forma, na Região Oceânica, pode-se incentivar maiores densidades e mistura de usos nos núcleos dos bairros, através de regulamentação de zoneamento misto, e principalmente, a melhoria da qualidade e a oferta do sistema de transporte.

Finalmente, observa-se que o índice proposto, construído a partir de indicadores que representam as cinco dimensões do ambiente construído, apresentou estimativas compatíveis com as viagens sustentáveis, especialmente com as taxas de geração de viagens sustentáveis e, podem traduzir, de maneira simples, a dinâmica da mobilidade a nível local, observando sua aderência aos padrões de viagem.

6.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a bibliografia, existem muitos trabalhos científicos que tratam das relações entre o ambiente construído e a mobilidade sustentável, porém, a maioria dos trabalhos tem uma abordagem mais qualitativa do que quantitativa.

Observa-se que alguns trabalhos sugerem indicadores para cada uma das dimensões estudadas, mas, mesmo nestes casos, não se estabelece uma relação clara entre as características do ambiente construído e a geração de viagens. Outros, sugerem índices para classificar áreas urbanas, porém tal diagnóstico demanda de estudos mais sofisticados.

Como o objetivo principal da dissertação é propor um índice mais simples, baseado nas cinco dimensões do ambiente construído, como também confrontar com outro índice e com dados locais, para verificar sua correspondência com a realidade das cidades,

Neste sentido, o capítulo 6 tratou de avaliar os resultados da aplicação do índice conceitual proposto no Capítulo 4 e o índice de caminhabilidade com os padrões de mobilidade apresentadas nas áreas de estudo, representadas pelas variáveis escolhidas das viagens sustentáveis.

A análise dos resultados confirma que fatores do ambiente construído exercem influência sobre a mobilidade, especialmente quando observado a correspondência entre os índices e as taxas, e mais detalhadamente os intervalos dos indicadores recomendados pelo índice proposto.

Capítulo 7

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As cidades são estruturas vivas, elas se desenvolvem, constroem suas histórias, e planejar-las é uma tarefa social. É no ambiente construído que vida urbana se desencadeia, e onde é possível criar um cenário que priorize as pessoas, as interações comunitárias, o sentimento de pertencimento com o lugar.

Para a formação de tal cenário, cada vez mais, mostra-se insustentável a hierarquia urbana centrada em veículos particulares. Evidencia-se a necessidade da busca de soluções mais sustentáveis e do desenvolvimento pautado em uma cidade mais humana e vibrante, onde todos possam optar pelo uso do transporte a pé, de bicicleta ou público, garantindo o amplo acesso a bens e serviços.

Neste sentido, o planejamento urbano deve priorizar tanto a acessibilidade, em todas as escalas territoriais, por meio de redes bem estruturadas e integradas, e do aproveitamento das estruturas já existentes e obsoletas da cidade, readequando e promovendo a mistura de usos, aproximando pessoas e destinos, tornando as cidades mais compactas e eficientes.

O presente estudo é um esforço para entender as relações recíprocas entre o ambiente construído e a mobilidade, assumindo que influenciam na qualidade de vida da população, indo de encontro com outros tantos estudos, aqui relacionados.

Buscou-se na revisão bibliográfica, quais são as dimensões do ambiente construído, seus indicadores mais usuais e os índices que foram elaborados relacionando à mobilidade e o ambiente construído. O objetivo do estudo se concretiza no índice conceitual proposto apresentado, e traz uma tentativa de instrumentar técnicos para a percepção de suas cidades, de modo a adequá-las e torna-las mais acessíveis, aumentando a dinâmica urbana, elevando o padrão da mobilidade.

O desenvolvimento desta pesquisa foi pautado nas dimensões propostas por Cervero et al. (2009), elaborando um índice com indicadores que expressam tais dimensões, mostrando

ser exequível quando se comparou com outro índice, *Walk Score*, largamente utilizado. Os dois índices foram aplicados em 3 locais específicos da cidade de Niterói, Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica.

Apesar dos resultados dos índices, ao se confrontarem, apresentarem pequenas diferenças percentuais, mostraram-se bem compatíveis com os dados locais. Ambos caracterizam Icaraí como um ambiente construído com vitalidade e altamente favorável à mobilidade sustentável; Santa Rosa com médio potencial em estimular viagens sustentáveis e a Região Oceânica com baixo potencial.

Observou-se a limitação do *Walk Score* quanto à percepção de quais são os indicadores a serem trabalhados, para a melhoria da caminhabilidade. Enquanto, no índice proposto foi possível verificar, claramente, quais as dimensões que podem ser melhoradas em cada área: Santa Rosa deve estimular maior diversidade, oferecendo facilidades para pedestres e ciclistas, tendo em vista que o tamanho do quarteirão não pode mais ser alterado. Da mesma forma, observa-se em relação a Região Oceânica, que além da criação de facilidades para os pedestres e ciclistas, a diversidade e a densidade devem ser estimuladas e, fundamentalmente, deve ser viabilizado a melhoria do sistema de transportes.

O estudo busca contribuir, além de aspectos conceituais teóricos sobre o tema, mas também com aspectos metodológicos trazendo ferramentas que contribuam para a leitura das cidades, especialmente na percepção da relação entre os indicadores que compõe o índice e os impactos que cada um deles exercem sobre a mobilidade.

Para planejadores, essa leitura é fundamental para determinar o potencial desejado de uma área em relação à acessibilidade, ou mesmo servir como instrumentos para induzir, através do planejamento urbano, a valorização dos espaços de convivência e a adoção de políticas que associem o uso do solo com a mobilidade urbana com o objetivo de criar ambientes que tenham boa qualidade de vida.

Sugere-se, para trabalhos futuros, que novos estudos em outras localidades sejam feitos, contribuindo para o seu aperfeiçoamento, aprofundando o conhecimento sobre o ambiente construído e mobilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACIOLY, C., FORBES, D., **Densidade Urbana “Densidade Urbana e Gestão Urbana”**. Mauad Editora, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- BARBIERI J. C., VASCONCELOS I. F. G., ANDREASSI T., VASCONCELOS F. C. **Inovação e Sustentabilidade: Novos Modelos e Proposições**, RAE - Revista de Administração de Empresas, vol. 50, núm. 2, Fundação Getúlio Vargas Brasil, 2010.
- BIAGINI, T. G., **Mobilidade não motorizada, Morfologia Urbana e Legislação: Diretrizes para qualificar o Espaço Urbano**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana. UFRJ, Rio de Janeiro, 2014.
- BRADSHAW, C., *Creating – and Using – a Rating System for Neighbourhood Walkability: Towards an Agenda for “Local Heroes”*, Ottawa, Canada, 1993.
- BRASIL, **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988.
- BRASIL, **II Plano Nacional de Desenvolvimento**, 1974.
- BRASIL, Ministério das Cidades *PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana*, 2007.
- BRASIL, Presidência da República, Casa Civil, **Lei 12587/2012**
- BROADDUS, A.; LITMAN, T; MENON, G. *Gestion de la Demanda de Transporte*, GTZ, 2009.
- CALTHORPE, P. *Urbanism in age of climate change*, Washington, Island Press. 2011.
- CERVERO, R. *Linking urban transport and land use in developing countries*, The Journal of Transport and Land Use. Volume 6, 2013.
- CERVERO, R. GUERRA, E. **Transit and the “D” Word**, Access, no. 40, 2012
- CERVERO, R., **5D’s and Transit**, Winnipeg, slides, 2011
- CERVERO, R.; ARRINGTON, G. B., *Vehicle Trip Reduction Impacts of Transit-Oriented Housing*, Journal of Public Transportation, 2008.
- CERVERO, R; DUNCAN, M, *Walking, Bicycling and Urban Landscapes: Evidence form San Francisco Bay Area*; American Journal of Public Health, 2003.
- CERVERO, R; KOCHELMAN. K, *Travel demand and 3D’s: density, diversity and design*. Transportation Research, 1997

- CERVERO, R; Sarmiento, O; Jacoby, E; Gomes, L.F; Neiman, A. **Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá**. International Journal of Sustainable Transportation <http://www.tandfonline.com/loi/ujst20>, 2009.
- CHIARAVALLLOTI, R.M.; PADUA C.V., **Escolhas Sustentáveis: discutindo biodiversidade, uso da terra, água e aquecimento global**. Editora Urbana. São Paulo. 2011.
- CHOAY, Françoise. **O Urbanismo**. São Paulo: Perspectiva, 1992.
- CLOUTIERA, S., JAMBECKA, J., SCOTTB, N. **The Sustainable Neighborhoods for Happiness Index (SNHI): A metric for assessing a community's sustainability and potential influence on happiness**. Elsevier Ltd. 2014.
- COSTA, M. S. **Um Índice de Mobilidade Urbana Sustentável**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Carlos, 2008.
- DCED, U.S. EPA's Development, Community, and Environment Division. **EPA's Smart Growth Index, In 20 Pilot Communities: Using GIS Sketch Modeling to Advance Smart Growth**, 2003. Disponível em www.epa.gov/smartgrowth. Acesso em 26/10/2014.
- DUANY, A e SPECK, J. **The Smart Growth Manual**, New York. 2010.
- EWING R., HAMIDI S., ABSETZ, S., ANDERSON G., BERRIGAN D., CHESTER C., DODDS A., PREUSS I., TATALOVICH Z. **Measuring Sprawl 2014**. 2014. Disponível em <http://www.smartgrowthamerica.org/documents/measuring-sprawl-2014.pdf>. Acesso em 10/08/2014.
- EWING R., PENDALL R., CHEN D., **Measuring Sprawl and its Impact**, 2002, disponível em <http://www.smartgrowthamerica.org/documents/MeasuringSprawl.PDF> . Acesso em 10/08/2014.
- EWING, R. E CERVERO, R. **Travel and the Built Environment: A Meta-Analysis**, Journal of the American Planning Association, USA, 2010.
- FRONT SEAT. **Walk Score Methodology**. 3503 NE 45th St. Suite 2W, Seattle. USA, 2010.
- GALLI A.; BORUCKE M.; MOORE D.; CRANSTON G; GRACEY K.; LARSON K. I., J.; LAZARUS E.; MORALES J. C.; WACKERNAGE M.; **Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework**, Ecological Indicators, Volume 24, USA, 2013.
- GEHL, Jan, **Cities for People**. Washington. Island Press. 2010.
- GRIECO E. P; PORTUGAL L. S.; ALVES R.M **Proposta de Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável**, Anais do XXIX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes -ANPET) disponível em: <http://www.anpet.org.br/xxixanpet/site/index.php/anais>
- GTZ, **Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-Makers in Developing Cities**, 2004.
- HALL, R, **Understanding and Applying the Concept of Sustainable Development to Transportation Planning and Decision-making in US**, Massachusetts Institute of Technology, 2006.

- HOOK, Walter. *History and Political Economy of Transport*. Niterói: Universidade Federal Fluminense. Agosto de 2011.
- IACONO, M; KRIZEK, J, K, EL-GENEIDY, A. *Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution*. Journal of Transport Geography, 2010.
- IBGE, Gestão do Território, Rio de Janeiro, 2014.
- IBGE. **Brasil em Números. Centro de Documentação e Disseminação de Informações**. Rio de Janeiro, 2013 e 2014.
- ITPD, *TOD Standard*, Institute for Transportation and Development Policy - ITDP, 2014 disponível em www.itdp.org
- JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- KODRANKSY, M. *Europe's Parking U-Turn: From Accommodation to Regulation*, ITDP, 2011.
- KUNIEDA, M; GUALTHIER, A. *Género y Transporte Urbano Inteligente y Asequible*. Texto de Referência para formuladores de políticas públicas em cidades de desarrollo. GTZ, 2007.
- KUZMYAK, J. R. *Land Use and Traffic Congestion*. Research Center of Arizona Department of Transportation, 2012.
- LITMAN, T A. *Well Measured. Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. 2014. Disponível em www.vtpi.org . Acesso em 20/10/2014.
- LITMAN, T A. *Where We Want to Be – Home Location Preferences and Their Implications For Smart Growth*. Victoria Transport Policy Institute. 2009. Disponível em www.vtpi.org . Acesso em 29/04/2014.
- LITMAN, T. A. *Short and Sweet: Analysis of Shorter Trips Using National Personal Travel Survey*, VTPI. 2010.
- MACEDO, A.C . **A Carta ao Novo Urbanismo norte-americano**. Integração, no. 48, 2007.
- MACHADO, L. **Índice de Mobilidade Sustentável Para Avaliar a Qualidade de Vida Urbana. Estudo de Caso Região Metropolitana de Porto Alegre - RMPA**. UFRGS, Programa de Pós Graduação em Planejamento Urbano e Regional, 2010.
- MARCOLINI, S. **Geração de Viagens em Condomínios Residenciais. Niterói – Um Estudo de Caso**. UFRJ. Programa de Engenharia Urbana - Escola Politécnica, 2011.
- MEES, Paul, *Density and sustainable transport in US, Canadian and Australian cities: another look at the data* – 12th WCTR, Lisboa, 2010.
- MELLO, A. J. R., **A Acessibilidade ao Emprego e sua Relação com o a Mobilidade e o Desenvolvimento Sustentáveis: o Caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese de Doutorado. PET/COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro. 2015.

NAÇÕES UNIDAS, **Declaração de Estocolmo**, 21ª. seção planária, 1972.

NAÇÕES UNIDAS, **World Urbanization Prospects: The 2014 Revision, Highlights**, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2014.

NARC. **Livability Literature Review: A Synthesis of Current Practice**. National Association of Regional Councils. Washington. Disponível em www.narc.org.

NEWMAN, P. W. G. AND J. R. KENWORTHY. **Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence**. Washington, DC: Island Press.1999.

NITERÓI. **Plano Urbanístico da Região Norte. Lei 2233 de 19 de outubro de 2005**, alterada pela Lei 2358, de 30 de junho de 2006. Niterói: Secretaria Municipal de Urbanismo. Disponível em www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br Acesso em 22/07/14.

NITERÓI. Plano Diretor de Niterói, Lei n. 1757/92. Niterói. Sec. Mun. de Urbanismo e Meio Ambiente, 1993.

NITERÓI. **Plano Urbanístico da Região das Praias da Baía. Lei 1967 de 4 de abril de 2002**. Niterói: Secretaria Municipal de Urbanismo. Disponível em www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br Acesso em 20/07/14.

NITERÓI. **Plano urbanístico da Região Oceânica. Lei 1968 de 4 de abril de 2002**, modificada pela Lei 2113 de 05 de dezembro de 2003. Niterói: Secretaria Municipal de Urbanismo. disponível em www.urbanismo.niteroi.rj.gov.br Acesso em 20/07/14.

NITTRANS, Niterói, Transporte e Trânsito. Caderno Técnico 01/2011. Disponível em <http://www.nittrans.niteroi.rj.gov.br> / Acesso em 10/01/2012.

PASTOR, A.G.; PINEDO, J.C. **Urban planning and development at a close-up level** – Nodes. European Commission Research and Innovation, 2014.

PORTAL, **Promotion of Results in Transport Research and Learning**”. UNIÃO EUROPÉIA, 2003. Disponível em www.eu.portal.net. Acesso em 03/04/2014

RIBEIRO, L. C, Q RIBEIRO M. G., **IBEU índice de bem-estar urbano**. Observatório das Metrôpoles, IPPUR, UFRJ, Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013.

RODRIGUES, A. R. P. **A mobilidade dos pedestres e a influência da configuração da rede de caminhos**. Dissertação COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2013.

SCHUMACHER. E. F., **Small is Beautiful Economics as if People Mattered**, Blond & Briggs, 1973.

SCOVINO, A. S. **As viagens a pé na cidade do Rio de Janeiro: Um estudo da mobilidade e exclusão social**. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Rio de Janeiro, 2008.

SINGH. Y.J; LUKMAN. A.; HE. P.; FLACKE. J.; ZUIDGEEST. M.; MAARSEVEEN. M. **Planning for Transit Oriented Development (TOD) using a TOD index**. Transport Research Board 94th Annual Meeting. Washington D.C, 2015.

SPECK, J. **Walkable City**, *How downtown can save America, one step at a time*. New York, Farrar, Straus and Giroux, 2012.

URBAN LAND INSTITUTE. Smart Growth Alliances Information Network. Disponível em: <http://www.uli.org/CommunityBuilding/Smart%20Growth%20Alliances.aspx> Acesso em 16/6/2013.

TAC, *Guide for the Design of Roadway Lighting*, Transportation Association of Canada Volume 1 – Fundamentals and Volume 2 – Design January 2006. Disponível em <https://sunshinecoastastronomy.files.wordpress.com/2015/01/dmd-roadway-lighting.pdf>, acesso em 05/12/2015.

WEINBERGER, R. *U.S. Parking Policies: An Overview of Management Strategies*, ITDP, 2010.

ZEGRAS, P. C. *Sustainable Urban Mobility: Exploring the Role of the Built Environment*, MIT, 2005

SITES CONSULTADOS:

<http://footprintnetwork.org> acessado em 23/10/2014.

<http://www.vtpi.org/tdm/tdm116.htm>, acessado em 01/05/2014.

<https://www.walkscore.com/methodology.shtml> - acesso em 04/06/2014.

www.oregon.gov Oregon Department of Transportation. Acesso em 23/10/2014.

www.smarthgrowthamerica.org acessado em 23/10/2014.

<https://www.itdp.org/what-we-do/eight-principles/>, acessado em 11/10/2015.

ANEXOS

ANEXO 1: Destinos (em percentuais) das Viagens Sustentáveis produzidas nas Zonas de Tráfego.

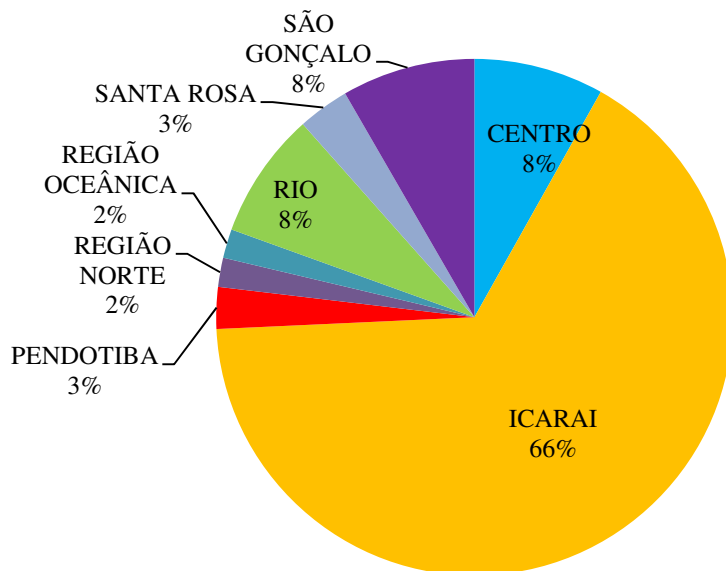


Gráfico 1A: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Icarai
Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

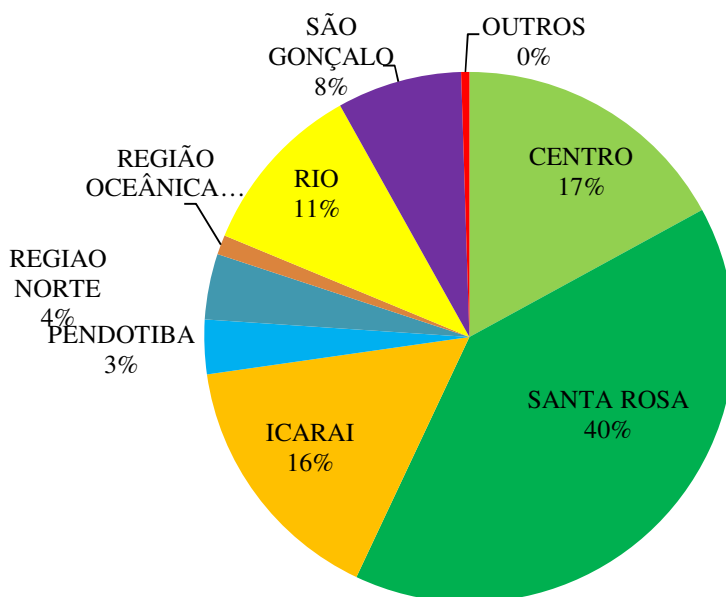


Gráfico 1B: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Santa Rosa
Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

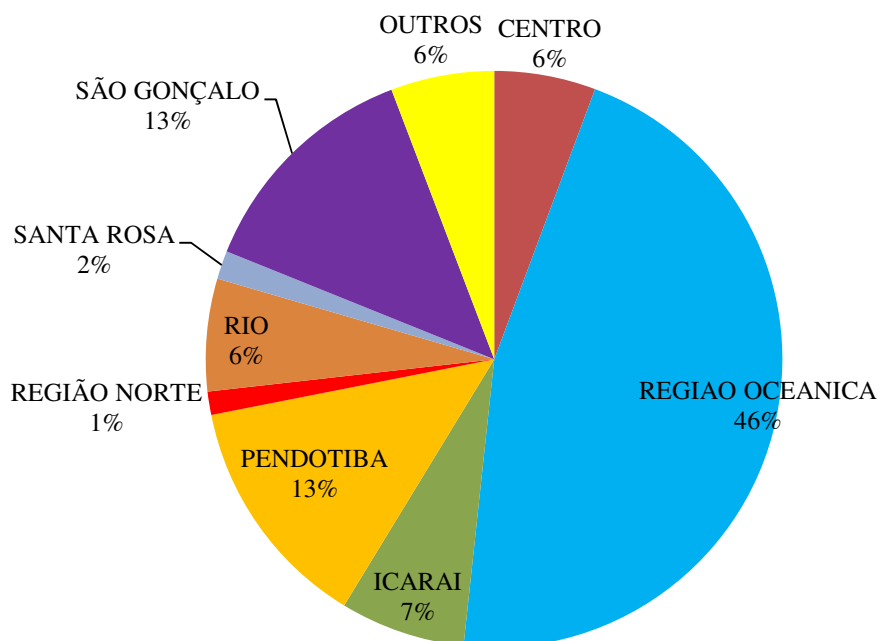


Gráfico 1C: Destinos das Viagens Sustentáveis em percentual – Zona de Tráfego Região Oceânica
Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

ANEXO 2: Motivo (em percentuais) das Viagens a pé produzidas nas Zonas de Tráfego.

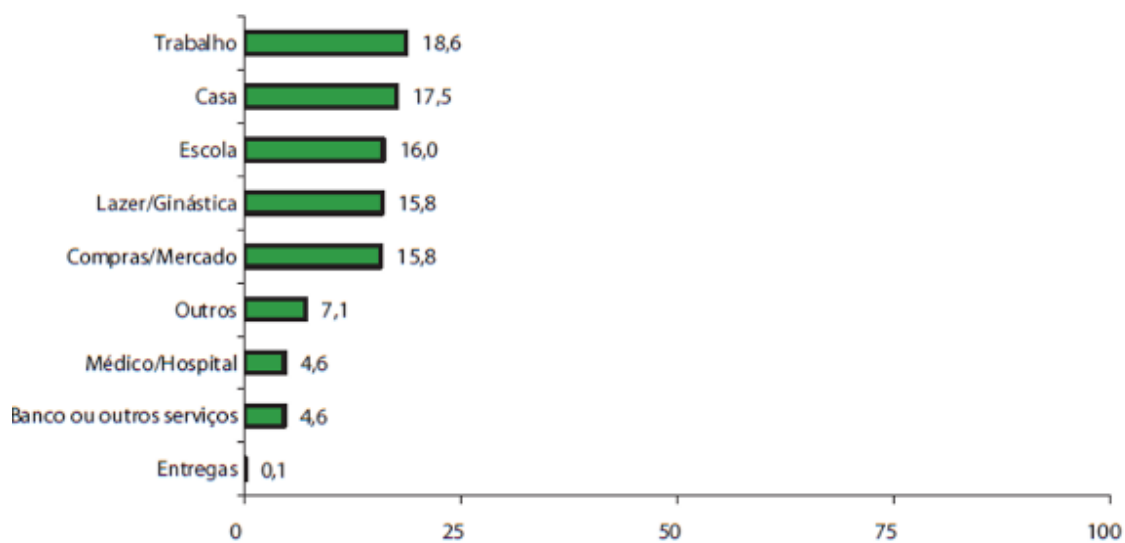


Gráfico 2A: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Icaraí

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

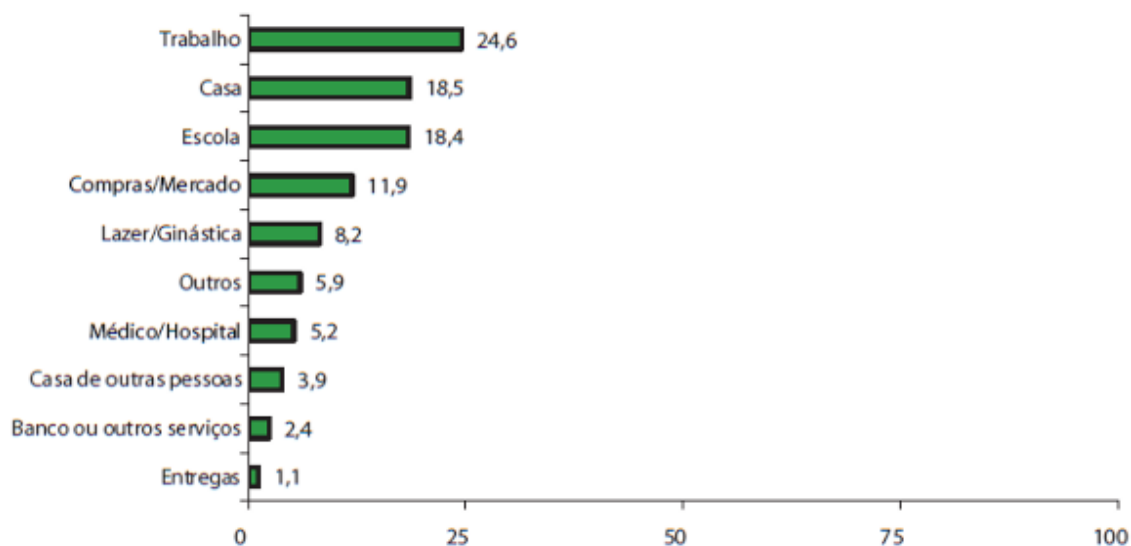


Gráfico 2B: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Santa Rosa

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

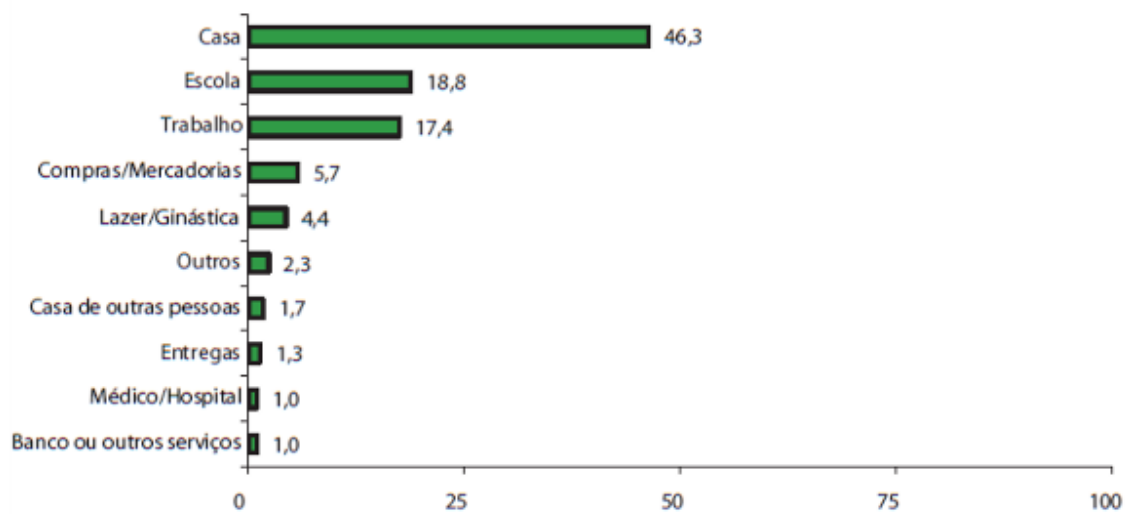


Gráfico 2C: Motivos das viagens a pé em percentual – Zona de Tráfego Região Oceânica
Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

ANEXO 3: Destino das viagens Produzidas e Origem das viagens atraídas

Tabela 3 A: Icaraí

ICARAI - Destino das Viagens Produzidas e Origem das Viagens Atraídas pela Zona de Tráfego						
Zonas de Tráfego	Carro		A Pé		Carro + A Pé	
	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)
Centro	26,7	19,4	8,1	7,3	11,3	9,0
Icaraí	22,2	25,5	65,8	70,1	58,4	63,6
Largo da Batalha	0,2	0,6	1,2	1,1	1,0	1,0
Pendotiba	1,4	3,5	0,9	1,0	0,9	1,4
Região Leste	0,0	0,4	0,5	0,3	0,4	0,3
Região Norte	2,8	2,7	1,8	2,1	2,0	2,2
Região Oceânica	3,7	3,6	0,9	0,4	1,3	0,9
Rio Baixada	1,4	2,4	0,4	0,1	0,5	0,4
Rio Centro / Zona Sul	13,8	10,4	6,2	4,6	7,5	5,5
Rio Zona Norte / Oeste	6,1	5,7	1,3	1,5	2,1	2,1
Santa Rosa	6,8	8,1	3,2	2,4	3,8	3,3
São Francisco	3,2	5,4	1,2	1,4	1,5	2,0
São Gonçalo / Itaboraí	9,8	9,2	8,3	7,2	8,6	7,5
Outros	1,8	3,3	0,3	0,5	0,6	0,9

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 3 B: Santa Rosa

SANTA ROSA - Destino das Viagens Produzidas e Origem das Viagens Atraídas pela Zona de Tráfego						
Zona de Tráfego	Carro		A Pé		Carro + A Pé	
	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)
Centro	25,6	21,2	17,0	13,9	19,4	15,7
Icaraí	21,3	24,5	14,8	17,7	16,5	19,4
Largo da Batalha	2,0	0,5	2,1	1,4	2,1	1,2
Pendotiba	1,7	2,2	1,2	1,1	1,3	1,4
Região Leste	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Região Norte	6,3	8,7	4,0	3,3	4,6	4,6
Região Oceânica	2,0	1,6	1,2	0,8	1,4	1,0
Rio Baixada	0,7	0,0	0,7	0,6	0,7	0,4
Rio Centro / Zona Sul	12,0	6,0	8,7	6,6	9,6	6,4
Rio Zona Norte / Oeste	3,3	6,5	1,2	1,0	1,8	2,3
Santa Rosa	13,3	16,3	39,9	46,6	32,7	39,2
São Francisco	5,6	3,8	0,9	1,7	2,2	2,2
São Gonçalo / Itaboraí	5,3	6,5	7,6	5,2	7,0	5,5
Outros	0,7	2,2	0,5	0,1	0,6	0,6

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 3C: Região Oceânica

REGIÃO OCEÂNICA - Destino das Viagens Produzidas e Origem das Viagens Atraídas pela Zona de Tráfego						
Zona de Tráfego	Carro		A Pé		Carro + A Pé	
	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)	Destino (%)	Origem (%)
Centro	10,6	6,9	5,7	3,1	9,1	5,5
Icaraí	11,5	6,1	4,7	3,8	9,4	5,2
Largo da Batalha	1,1	1,3	7,4	6,8	3,0	3,4
Pendotiba	1,5	2,6	2,7	2,5	1,8	2,6
Região Leste	0,0	0,8	3,1	2,2	1,0	1,3
Região Norte	1,1	1,6	1,3	1,9	1,1	1,7
Região Oceânica	54,8	62,2	46,0	42,0	52,0	54,8
Rio Baixada	0,0	0,3	0,7	1,1	2,3	1,0
Rio Centro / Zona Sul	8,7	5,5	4,0	1,4	0,2	0,6
Rio Zona Norte / Oeste	2,5	1,1	1,6	1,0	7,2	4,0
Santa Rosa	0,6	0,8	1,6	1,4	1,0	1,0
São Francisco	3,2	2,4	2,3	1,4	2,9	2,0
São Gonçalo / Ilaborai	3,0	6,1	13,1	24,6	6,1	12,9
Outros	1,4	2,4	5,8	6,8	2,8	4,0

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

ANEXO 4: Taxas de geração de viagens por Unidades Residenciais (UR) e por Número de Vagas (NV) - AUTOS**Tabela 4 A: Icaraí**

Condomínio	Entradas	Saídas	Total	UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa Entrada / UR	Taxa Saída / UR	Taxa UR / Total	NV - Numero de Vagas	Taxa Entradas / NV	Taxa Saídas / NV	Taxa NV / Total
Chacara do Abaeté	195	219	414	120	1,63	1,83	3,45	360	0,54	0,61	1,15
Ed. Itaparica	96	116	212	125	0,77	0,93	1,70	125	0,77	0,93	1,70
Summer Time	101	179	280	134	0,75	1,34	2,09	144	0,70	1,24	1,94
Ed. Bonneville	48	57	105	84	0,57	0,68	1,25	168	0,29	0,34	0,63
Jd. Das Tulipas e das Acácias	48	64	112	88	0,55	0,73	1,27	106	0,45	0,60	1,06
Saint Paul	74	80	154	120	0,62	0,67	1,28	128	0,58	0,63	1,20
Park Avenue	66	96	162	102	0,65	0,94	1,59	102	0,65	0,94	1,59
Villa D'Este	57	56	113	80	0,71	0,70	1,41	120	0,48	0,47	0,94
Jardim Icaraí	39	42	81	120	0,33	0,35	0,68	100	0,39	0,42	0,81
Sutton Place	52	59	111	36	1,44	1,64	3,08	72	0,72	0,82	1,54
Ed. Courchevel	28	42	70	66	0,42	0,64	1,06	66	0,42	0,64	1,06
Bernini	26	39	65	32	0,81	1,22	2,03	64	0,41	0,61	1,02
Total de Viagens	830	1049	1879	1107	0,75	0,95	1,70	1555	0,53	0,67	1,21
DESVIO PADRÃO%				34,3	0,39	0,45	0,82	79,05	0,15	0,26	0,39
MÉDIA PONDERADA				92,3	0,75	0,95	1,70	129,6	0,53	0,67	1,21

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 4 B: Santa Rosa

ZONA DE TRÁFEGO SANTA ROSA - VIAGENS DE CARRO (06:00 h até 20:00 h)											
	NUMERO DE VIAGENS			UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa			NV - Numero de Vagas	Taxa		Total / NV
	Entradas	Saídas	Total		Entrada / UR	Saída / UR	Total / UR		Entradas / NV	Saídas / NV	
Vivenda Santa Rosa	312	420	732	480	0,65	0,88	1,53	480	0,65	0,88	1,53
Ciudad de Vigo	53	77	130	128	0,41	0,60	1,02	128	0,41	0,60	1,02
Cond. Portobello	38	65	103	79	0,48	0,82	1,30	81	0,47	0,80	1,27
Castel Gandolfo	19	34	53	56	0,34	0,61	0,95	56	0,34	0,61	0,95
Vila Albani	41	53	94	56	0,73	0,95	1,68	60	0,68	0,88	1,57
Ed. Córsega	27	45	72	55	0,49	0,82	1,31	63	0,43	0,71	1,14
Total	490	694	1184	854				868			
MÉDIA PONDERADA	192,50	262,22	454,72	142,33	0,57	0,81	1,39	144,67	0,56	0,80	1,36
DESVIO PADRÃO	113,45	149,85	263,26	167,79	0,15	0,14	0,28	166,42	0,14	0,13	0,26
COEF. DE VAR. OU DESVIO PADRÃO %	58,94	57,15	57,89	117,89	25,63	17,55	20,40	115,04	24,46	15,80	18,97

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 4 C: Região Oceânica

ZONA TRÁFEGO R.O. - VIAGENS DE CARRO (06:00 h até 20:00 h)											
Condomínio	NUMERO DE VIAGENS			UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa			NV - Numero de Vagas	Taxa		Total / NV
	Entradas	Saídas	Total		Entrada / UR	Saída / UR	Total / UR		Entradas / NV	Saídas / NV	
Uba I	371	439	810	108	3,44	4,06	7,50	216	1,72	2,03	3,75
Uba II	442	500	942	226	1,96	2,21	4,17	452	0,98	1,11	2,08
Uba Itacoatiara	337	361	698	100	3,37	3,61	6,98	200	1,69	1,81	3,49
Green Park	328	389	717	96	3,42	4,05	7,47	192	1,71	2,03	3,73
Grotao	257	293	550	90	2,86	3,26	6,11	180	1,43	1,63	3,06
Aldeia	161	186	347	51	3,16	3,65	6,80	102	1,58	1,82	3,40
Total	1896	2168	4064	671				1342			
MÉDIA PONDERADA	352,44	401,96	754,40	111,83	2,83	3,23	6,06	223,67	1,41	1,62	3,03
DESVIO PADRÃO	96,95	110,85	207,36	59,36	0,57	0,69	1,25	118,72	0,29	0,34	0,63
COEF. DE VAR. OU DESVIO PADRÃO %	27,51	27,58	27,49	53,08	20,21	21,31	20,69	53,08	20,21	21,31	20,69

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

ANEXO 5: Taxas de geração de viagens por Unidades Residenciais (UR) e por Número de Vagas (NV) - SUSTENTÁVEIS

Tabela 5A: Icaraí

Condomínio	Entradas	Saídas	Total	UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa Entrada / UR	Taxa Saída / UR	Taxa UR / Total	NV - Numero de Vagas	Taxa Entradas / NV	Taxa Saídas / NV	Taxa NV / Total
Chacara do Abaeté	843	781	1624	120	7,03	6,51	13,53	360	2,34	2,17	4,51
Ed. Itaparica	632	650	1282	125	5,06	5,20	10,26	125	5,06	5,20	10,26
Summer Time	432	496	928	134	3,22	3,70	6,93	144	3,00	3,44	6,44
Ed. Bonneville	478	510	988	84	5,69	6,07	11,76	168	2,85	3,04	5,88
Jd. Das Tulipas e das Acácias	476	479	955	88	5,41	5,44	10,85	106	4,49	4,52	9,01
Saint Paul	387	468	855	120	3,23	3,90	7,13	128	3,02	3,66	6,68
Park Avenue	379	415	794	102	3,72	4,07	7,78	102	3,72	4,07	7,78
Villa D'Este	373	422	795	80	4,66	5,28	9,94	120	3,11	3,52	6,63
Jardim Icaraí	286	315	601	120	2,38	2,63	5,01	100	2,86	3,15	6,01
Sutton Place	242	227	469	36	6,72	6,31	13,03	72	3,36	3,15	6,51
Ed. Courchevel	177	204	381	66	2,68	3,09	5,77	66	2,68	3,09	5,77
Bernini	185	204	389	32	5,78	6,38	12,16	64	2,89	3,19	6,08
Total de Viagens	4890	5171	10061	1107	4,42	4,67	9,09	1555	3,14	3,33	6,47
DESVIO PADRÃO%				34,3	1,57	1,36	2,90	79,05	0,78	0,78	1,55
MÉDIA PONDERADA				92,3	4,42	4,67	9,09	129,6	3,14	3,33	6,47

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 5 B: Santa Rosa

ZONA DE TRÁFEGO SANTA ROSA - (06:00 h até 20:00 h)											
Condomínio	NUMERO DE VIAGENS			UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa Entrada / UR	Taxa Saída / UR	Total / UR	NV - Numero de Vagas	Taxa Entradas / NV	Taxa Saídas / NV	Total / NV
	Entrada	Saídas	Total								
Vivenda Santa Rosa	544	765	1309	480	1,13	1,59	2,73	480	1,13	1,59	2,73
Ciudad de Vigo	314	355	669	128	2,45	2,77	5,23	128	2,45	2,77	5,23
Cond. Portobello	190	220	410	79	2,41	2,78	5,19	81	2,35	2,72	5,06
Castel Gandolfo	199	239	438	56	3,55	4,27	7,82	56	3,55	4,27	7,82
Vila Albani	126	159	285	56	2,25	2,84	5,09	60	2,10	2,65	4,75
Ed. Córsega	137	135	272	55	2,49	2,45	4,95	63	2,17	2,14	4,32
Total	1510	1873	3383	854				868			
MÉDIA PONDERADA	400,54	538,33	938,86	142,33	1,77	2,19	3,96	144,67	1,74	2,16	3,90
DESVIO PADRÃO	158,03	234,77	392,11	167,79	0,77	0,86	1,62	166,42	0,78	0,89	1,66
COEF. DE VAR. OU DESVIO PADRÃO %	39,45	43,61	41,76	117,89	43,56	39,38	40,80	115,04	44,63	41,45	42,48

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)

Tabela 5 C: Região Oceânica

ZONA DE TRÁFEGO R.O (06:00 h até 20:00 h)											
Condomínio	NUMERO DE VIAGENS			UR - Nº de Unidades Residenciais	Taxa Entrada / UR	Taxa Saída / UR	Total / UR	NV - Numero de Vagas	Taxa Entradas / NV	Taxa Saídas / NV	Total / NV
	Entradas	Saídas	Total								
Uba I	325	299	624	108	3,01	2,77	5,78	216	1,50	1,38	2,89
Uba II	239	197	436	226	1,06	0,87	1,93	452	0,53	0,44	0,96
Uba Itacoatiara	162	156	318	100	1,62	1,56	3,18	200	0,81	0,78	1,59
Green Park	148	119	267	96	1,54	1,24	2,78	192	0,77	0,62	1,39
Grotao	116	107	223	90	1,29	1,19	2,48	180	0,64	0,59	1,24
Aldeia	124	101	225	51	2,43	1,98	4,41	102	1,22	0,99	2,21
Total	1114	979	2093	671				1342			
MÉDIA PONDERADA	203,11	176,78	379,89	111,83	1,66	1,46	3,12	223,67	0,83	0,73	1,56
DESVIO PADRÃO	81,11	75,65	156,29	59,36	0,74	0,68	1,42	118,72	0,37	0,34	0,71
COEF. DE VAR. OU DESVIO PADRÃO %	39,93	42,80	41,14	53,08	44,82	46,90	45,61	53,08	44,82	46,90	45,61

Fonte: Caderno Técnico Nittrans (2011)