

# Aplicação de um índice do ambiente construído para avaliação da mobilidade sustentável

*Application of a built environment index for evaluation of sustainable mobility*

Elisabeth Poubel Grieco  
Licínio da Silva Portugal  
Rosane Martins Alves

## Resumo

Diferentes pesquisas têm investigado as dimensões que compõem o ambiente construído de uma dada área da cidade e confirmam a sua forte influência nos padrões de viagens. Neste artigo pretende-se aplicar o índice proposto por Grieco, Portugal e Alves (2015), baseado no ambiente construído, para se avaliar o potencial de três bairros na cidade de Niterói, RJ (Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica) para estimular viagens sustentáveis. Nessa aplicação os indicadores propostos para as cinco dimensões que compõem o índice (densidade, desenho urbano, diversidade, distância do sistema de transportes e destinos acessíveis), estabelecidos a partir de revisão bibliográfica, foram levantados e calculados em cada bairro. Os resultados revelam que as expectativas relacionadas às características do ambiente urbano nas áreas analisadas correspondem ao potencial em estimular as viagens sustentáveis. O índice proposto mostrou-se exequível e aparentemente aderente às especificidades locais, podendo contribuir como ferramenta no processo de planejamento das cidades e para a adoção de políticas que fomentem um cenário urbano mais acessível e adequado ao estímulo das viagens sustentáveis.

**Palavras-chaves:** Índice. Ambiente construído. Mobilidade sustentável.

## Abstract

*Different studies have investigated and confirmed the influence that the dimensions that make up the built environment characteristics of a given city area have on journey patterns. This paper presents the application of the index proposed by Grieco, Portugal and Alves (2015), based on the built environment, to verify the potential of three neighborhoods in the city of Niterói, RJ (Icaraí, Santa Rosa and Região Oceânica) to stimulate sustainable journeys. In this application, the indicators composing the five dimensions of the index (Density, Design, Diversity, Distance to transit and Destination accessibility) were collected and calculated in each neighborhood. The results show that the expectations related to the characteristics of the urban environment in the analyzed areas correspond to the potential to encourage sustainable journeys. The proposed index proved feasible and apparently adaptable to local specificities. It can be a useful tool in the city planning process and in the promotion of sustainable journeys.*

**Keywords:** Index. Built environment. Sustainable mobility.

Elisabeth Poubel Grieco  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Licínio da Silva Portugal  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Rosane Martins Alves  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

Recebido em 04/03/15  
Aceito em 19/05/16

## Introdução

Nas últimas décadas tem se tornado visível que os investimentos realizados em infraestrutura de transportes, apesar de necessários, não são suficientes para enfrentar o desafio da mobilidade nas cidades (CERVERO *et al.*, 2009; GEHL, 2010). A GTZ (GESELLSCHAFT..., 2004) afirma que os investimentos devem ser redirecionados para dar prioridade ao transporte público e ao não motorizado e alerta que investir somente na infraestrutura viária induz ao aumento do uso do automóvel e, conseqüentemente, não resolve o problema da mobilidade.

Segundo Gehl (2010) e a GTZ (GESELLSCHAFT..., 2004), deve-se buscar alternativamente soluções que considerem mudanças na própria estrutura urbana, na forma como as cidades se desenvolvem, levando em conta que o planejamento do ambiente construído deve facilitar, ou mesmo induzir, novos hábitos de locomoção por modos ambientalmente e socialmente mais sustentáveis.

Novas tendências aliam o planejamento dos transportes ao planejamento urbano, dando grande importância às características do ambiente construído, tais como a densidade e diversidade do uso do solo, articuladas a bons sistemas de transporte e restrições ao uso do automóvel. Regiões com essas características criam condições para o estímulo da mobilidade sustentável, refletindo diretamente na qualidade de vida nas cidades (CERVERO *et al.*, 2009; LITMAN, 2009; GEHL, 2010; INSTITUTE..., 2014).

Nesse contexto, como identificar se uma cidade, um bairro ou uma região está adotando boas práticas de desenvolvimento urbano, no sentido da mobilidade sustentável? Como medir se o ambiente construído tem potencial para o estímulo à mobilidade sustentável?

Para essas questões, Grieco, Portugal e Alves (2015) tiveram a preocupação de relacionar características do ambiente urbano – como densidade, diversidade, desenho urbano, distância ao sistema de transporte e destinos acessíveis, ou as cinco *dimensões do ambiente construído* como são chamadas na literatura (CERVERO *et al.*, 2009; CALTHORPE, 2011; CERVERO, 2013) – com os padrões de mobilidade, e elaboraram um índice que traduzisse o potencial de determinada área em estimular viagens sustentáveis, consideradas aquelas feitas por transporte não motorizado ou público.

Nesse sentido, este artigo tem por objetivo aplicar o índice apresentado por Grieco, Portugal e Alves (2015) a fim de verificar sua exequibilidade e

servir de guia para futuros usos. A aplicação foi feita na cidade de Niterói, RJ, por meio do levantamento dos indicadores propostos para as cinco dimensões que compõem o índice.

Para a aplicação, foram escolhidos 24 condomínios residenciais distribuídos nos bairros de Icaraí, Santa Rosa e na Região Oceânica, em Niterói, RJ, motivada pela facilidade de coleta de informações e pelo trabalho já desenvolvido em tais áreas. Também se justifica pelas diferenças de características do ambiente construído observadas nesses três bairros, considerando-se que Icaraí reflete uma configuração com uso do solo mais compacto e diverso, diferentemente da Região Oceânica, ficando Santa Rosa numa situação intermediária.

## Índices de avaliação do potencial da mobilidade sustentável e a proposta de Grieco, Portugal e Alves (2015)

A mobilidade sustentável – que explicita os atributos qualitativos das viagens (MELLO, 2015) e enfatiza o uso de transporte público ou do não motorizado, que inclui a caminhada – pode ser medida por indicadores e índices (EWING; PENDALL; CHEN, 2002; INSTITUTE..., 2014). Nesse sentido, Grieco, Portugal e Alves (2015), após vasta revisão bibliográfica, identificaram dois índices elaborados a partir de indicadores do ambiente construído, que se destacam na bibliografia para qualificar a mobilidade. O primeiro observado foi elaborado pelo *Smart Growth America*, que, por meio de indicadores, confere notas às cidades com características de *sprawl* (espalhadas) ou de mais compactas, de acordo com os padrões norte-americanos (EWING; PENDALL; CHEN, 2002). Outro índice identificado foi elaborado pelo *Institute for Transportation & Development Policy* (ITDP) e relaciona o ambiente urbano aos padrões de mobilidade, criando um padrão de qualidade, e ranqueia os projetos de *transit-oriented development* (TOD) considerados mais eficientes em todo o mundo. O método é baseado em oito princípios que norteiam o desenvolvimento sustentável, que inclui as cinco dimensões do ambiente construído, com utilização de indicadores simples para representá-las (INSTITUTE..., 2014).

Após a identificação dos índices já elaborados e dos seus respectivos indicadores, Grieco, Portugal e Alves (2015) conceberam um índice conceitual e de natureza simples que busca representar as cinco

dimensões do ambiente construído apresentadas por Cervero *et al.* (2009), assumindo que tais dimensões, juntas, caracterizam condições que favorecem as viagens sustentáveis.

Segundo Grieco, Portugal e Alves (2015), tal escolha foi derivada da observação dos indicadores utilizados com maior frequência e seus padrões recomendados, obedecendo aos critérios de representatividade e de relativa facilidade de obtenção. Dessa forma, o índice proposto, apresentado na Tabela 1, utiliza os seguintes indicadores com as escalas recomendadas, que expressam cada uma das cinco dimensões:

(a) densidade: medida pelo indicador utilizado em muitos estudos, **habitante por hectare**, e como padrão recomenda uma escala de densidade acima de 200 hab./ha por tornar mais eficiente e equitativa a infraestrutura urbana (ACIOLY; FORBES, 1998);

(b) diversidade: adota o intervalo 5% a 85% de **proporção entre o uso residencial e outros usos**, considerando um arranjo urbano no intervalo de 5% a 15% como moderado e entre 15% a 85% como favorável (INSTITUTE..., 2014);

(c) desenho urbano: propõe a utilização do **tamanho do quarteirão** (medida em metros lineares nas laterais dos quarteirões), que representa a conectividade da rede, com um padrão recomendado entre o mínimo, de 100 m, proposto por Cervero *et al.* (2009), e o máximo de 180 m, proposto por Rodrigues (2013);

(d) distância ao sistema de transportes: expressa pela **distância de caminhada** até o acesso ao sistema de transportes, que varia entre 500 m a 1000 m, proposto pelo ITDP (INSTITUTE..., 2014); e

(e) destinos acessíveis: adota como indicador o **tempo de percurso de caminhada até o centro do bairro** da localidade analisada, onde geralmente existem equipamentos urbanos de uso cotidiano, como supermercados, restaurantes, shopping, escolas, bancos (GEHL, 2010; INSTITUTE..., 2014).

A abordagem usada para se estabelecer o potencial de viagens sustentáveis (PVS) em uma dada área procurou seguir uma concepção simples com base na proposta da TAC (TRANSPORTATION..., 2006). Nesse sentido, o índice proposto é estruturado em três categorias: **baixo, médio e alto PVS**. Cada uma dessas três categorias é caracterizada por parâmetros referentes às cinco dimensões do ambiente construído e aos respectivos indicadores. Na medida em que essas dimensões podem influenciar diferentemente na geração de viagens, sugere-se um fator que reflita

tal importância, que pode variar, de cidade para a cidade, dependendo das suas especificidades. Dessa forma, o índice propõe o fator de importância (FI) que tem por finalidade representar o grau de interferência de cada dimensão na geração de viagens sustentáveis, expresso por pesos, num total de 100 pontos distribuídos entre as dimensões proporcionalmente a tal interferência.

Os pesos 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 isso não for possível, uma alternativa seria aproveitar os resultados de estudos existentes na literatura que tratam da importância relativa de cada dimensão (EWING; PENDALL; CHEN, 2002; EWING; CERVERO, 2010; FRONT SEAT, 2010; INSTITUTE..., 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; ALVES, 2015).

Para exemplificar nesta proposta exploratória, considera-se que todas as dimensões tenham a mesma importância, e, portanto, os 100 pontos do FI distribuem-se igualmente entre as cinco dimensões, assumindo cada uma delas 20 pontos.

A partir da determinação do FI, os dados de cada indicador devem se enquadrar no respectivo intervalo proposto, atribuindo-se valores absolutos (1, 2 ou 3) de referência (VRs), de acordo com sua condição, correspondendo a desfavorável (1), moderado (2) ou favorável (3). Para a pontuação final, calculada pela soma dos valores obtidos na multiplicação dos valores de referência (VRs) pelos pesos (FI) de cada dimensão, chegou-se ao intervalo de classificação do PVS da localidade analisada.

Ressalta-se que na concepção do índice o uso de um único indicador por dimensão foi uma opção pela simplicidade e facilidade de aplicação. Entretanto, reconhece-se possíveis efeitos para representar as dimensões, em especial as de “desenho urbano”, “distância ao sistema de transporte” e “destinos acessíveis”, devido a sua complexidade, abrangência e riqueza de indicadores que as configuram (GRIECO, PORTUGAL, ALVES, 2015).

Por exemplo, em relação ao tempo de caminhada, nesse ajustamento deverá ser contemplada a influência de fatores como nível de renda, condição das pessoas para o acesso ao sistema de transporte e dificuldades nesse acesso, como a falta de segurança.

Dessa forma, os dados dos indicadores devem ser ajustados, considerando o conhecimento da equipe técnica que realiza o estudo, para melhor refletir as condições locais. O ajustamento dos VRs 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. A Tabela 1 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 PVS, apresentado na Tabela 2.

De acordo com a proposta do índice, os intervalos PVS foram determinados pelos possíveis resultados obtidos entre as dimensões como, por exemplo, pode-se considerar que uma área com alto potencial ao estímulo de viagens sustentáveis teria que apresentar pelo menos três dimensões com condições favoráveis e nenhuma desfavorável, justificando a pontuação entre 260 (3 dimensões x 3 x 20 + 2 dimensões x 2 x 20) e a máxima de 300 (5 dimensões x 3 x 20). Enquanto uma determinada área tem baixo potencial quando pelo menos três dimensões apresentem condições desfavoráveis e nenhuma favorável, justificando a pontuação entre a mínima de 100 (5 dimensões x 1 x 20) e 140 (3 dimensões x 1 x 20 + 2 dimensões x 2 x 20), como sugerido na Tabela 2 (GRIECO, PORTUGAL, ALVES, 2015).

Nesse sentido, Grieco (2015) observou a necessidade de aplicar o índice em um cenário real, levantando os dados dos indicadores em três áreas específicas na cidade de Niterói, RJ, a fim de verificar sua exequibilidade e observar os pontos a serem aprimorados.

## Aplicação do índice

Para a aplicação do índice, Grieco (2015) selecionou 24 condomínios residenciais distribuídos em três bairros da cidade de Niterói, RJ: Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica. A partir da delimitação da área de influência em cada um dos condomínios, foram levantados em campo os dados dos indicadores recomendados no índice PVS, ou seja: densidade, uso do solo, tamanho do quarteirão, distância ao sistema de transportes e tempo gasto a pé até o centro do bairro.

A Figura 1 apresenta esquematicamente a estrutura adotada na aplicação do índice conceitual. Observa-se que após a determinação do cálculo do PVS os resultados encontrados são analisados, verificando-se a correspondência entre os PVSs de cada área e as características de mobilidade que as áreas apresentam, considerando intervenções que promoveriam mudanças nas características dos bairros.

Tabela 1 - Estrutura proposta para o cálculo do PVS

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

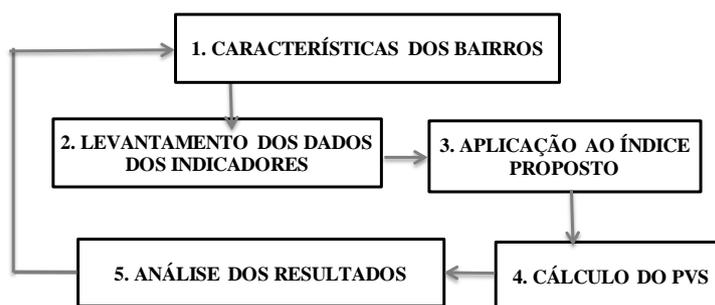
Fonte: Grieco, Portugal e Alves (2015).

Tabela 2 - Classificação do PVS

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

Fonte: Grieco, Portugal e Alves (2015).

Figura 1 - Estrutura esquemática proposta para a aplicação do índice



O estudo adotou o **bairro** como recorte espacial, considerando Icarai, Santa Rosa e Região Oceânica, que correspondem ao conjunto das **áreas de influência**, delimitadas pelo entorno dos 24 condomínios, definido por um raio de 500 m a partir de cada condomínio, considerando o indicador tempo de caminhada de 10 min (BRADSHAW, 1993; GEHL, 2010).

## Características dos bairros

### Icarai

Icarai é o bairro que apresenta maior densidade, composto pelas áreas de influência de 12 condomínios residenciais que englobam 127 setores censitários, apresentando as seguintes características:

*Densidade populacional* – 341,47 hab./ha (IBGE, 2014).

*Desenho urbano* – o terreno é praticamente plano, com o traçado das ruas quadriculado, formando quarteirões retangulares com 120 m x 130 m, em média; a largura das ruas, na maioria, tem 7 m com 3 m de calçada. 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. O embasamento das edificações, construído junto às divisas dos lotes, é ocupado por pavimentos de garagem e protegido por grades, embora, nas ruas mais comerciais, como a Rua Gavião Peixoto, o embasamento é composto de fachadas predominantemente comerciais.

*Uso do solo* – Possui uso misto e bastante diversificado, com predomínio do uso residencial, porém com grande oferta de comércio e serviços, configurando-se como centro de bairro. Tem boas opções de lazer, como a Praia de Icarai e Campo São Bento, que atendem não apenas à população residente, mas toda a cidade.

*Sistema viário e transporte* – Diversas vias arteriais cortam o bairro de Icarai como Av. Jornalista Alberto Torres, Rua Gavião Peixoto e Av. Roberto Silveira, que integram o sistema de corredores viários de transporte que liga os bairros de São Francisco, Santa Rosa e a Região Oceânica ao Centro. Essa condição faz com que o bairro tenha muitas opções com diversas linhas de transporte coletivo. De acordo com o site do Sindicato das Empresas de Transportes Rodoviários do Estado do Rio de Janeiro (SETRERJ) (2016), acessado em 2016, são 43 linhas operando na região, assim como algumas linhas intermunicipais que ligam Niterói ao Rio de Janeiro.

### Santa Rosa

É formado pela área de influência de seis condomínios englobando 48 setores censitários, apresentando as seguintes características:

*Densidade habitacional* – 163,15 hab./ha (IBGE, 2014).

*Desenho urbano* – o desenho do sistema viário segue a topografia, formando grandes quarteirões alongados e irregulares, seguindo diferentes direções. As ruas são estreitas, com 6 m ou 7 m de caixa de rolamento, calçadas de 3 m, razoavelmente pavimentadas, pouca ou nenhuma arborização. Como é um bairro em que a renovação das construções ocorreu muito recentemente, Santa Rosa possui gabarito de 14 pavimentos, com edificações construídas junto às divisas, embasamento ocupado por garagens, especialmente nos corredores viários. No interior dos quarteirões, predominam as casas com 2 a 3 pavimentos em terrenos pequenos.

*Uso do solo* – Uso misto, com predomínio do uso residencial, porém com oferta de comércio e serviços de atividades diversificadas, concentrados no Largo do Marrão, considerado o centro do bairro e atendem especialmente à população local.

*Sistema viário e transporte* – O bairro 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, conforme informações do SETRERJ, passa um total de 18 linhas municipais que levam ao centro da cidade. As vias locais são ramificações das vias arteriais, ocupando as encostas dos vales. Essa 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.

### Região Oceânica

É composta pela área de influência de seis condomínios que englobam 47 setores censitários, e tem as seguintes características:

*Densidade populacional* – 12,26 hab./ha (IBGE, 2014).

*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, 6 m de caixa de rolamento e calçadas, razoavelmente arborizadas, com 3 m de largura. A área das encostas é ocupada por ruas que seguem a topografia, e que geralmente formam condomínios fechados, com quadras grandes, ruas estreitas e acesso restrito.

A tipologia construtiva é constituída predominantemente por casas com 2 pavimentos e isoladas nas divisas, seus lotes são médios ou grandes, com mínimo de 360 m<sup>2</sup>. Os corredores principais, onde o gabarito é de 4 pavimentos, são ocupados por prédios multifamiliares de pequeno porte especialmente em Piratininga e ao longo da Estrada Francisco da Cruz Nunes.

*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 (centro do bairro).

*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. O serviço de transporte coletivo opera com 13 linhas e tem pouca capilaridade, sendo restrito às vias arteriais, o que deixa extensas áreas desprovidas desse 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, os itinerários percorrem, em média 39,3 km, enquanto em Icaraí e Santa Rosa o percurso médio é de 15,1 km.

### Levantamento de dados dos indicadores propostos e cálculo do PVS

Nas áreas de influência referentes aos 24 condomínios analisados, o levantamento dos dados dos indicadores obedeceu ao seguinte procedimento:

- (a) 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;
- (b) para a diversidade, foi construído mapa de uso do solo a partir de levantamento nos locais, observando-se os tipos de uso dentro das áreas de influência, e calculando-se a proporção entre o uso não residencial e residencial;
- (c) o desenho urbano foi levantado a partir da observação da planta cadastral, medindo-se as laterais dos quarteirões em metros lineares, e foram identificados, através de observação no local, as condições e largura das calçadas, o sombreamento, as características das fachadas com a presença de vitrines, janelas, grades, muros, assumindo que esses quesitos devem ser considerados na determinação do valor de referência (VR) do indicador;
- (d) na mesma base cadastral, os dados da distância ao sistema de transportes foram levantados em cada condomínio (média de cada residência), observando-se as características do sistema como a quantidade de linhas e frequência;
- e
- (e) para a dimensão dos destinos acessíveis, mediu-se o tempo de caminhada entre o acesso de cada condomínio e os respectivos centros do bairro, mapeando-se em linhas isócronas de 5 min e 10 min.

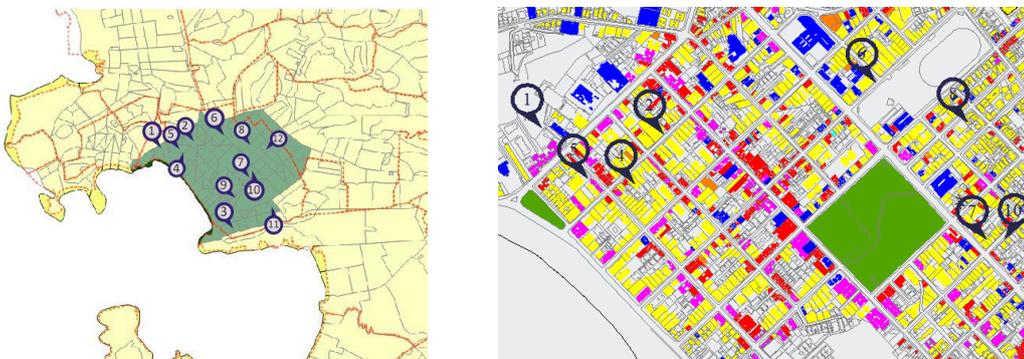
As Figuras 2 a 4 apresentam mapas elaborados por Grieco (2015), que representam a localização dos condomínios nos setores censitários e suas respectivas áreas de influência (mapas à esquerda); e parte dos mapas (à direita), que auxiliaram no levantamento do uso do solo nas áreas de influência de cada condomínio. Para identificar os tipos de uso, o autor utilizou as cores: amarelo para o uso residencial, vermelho para uso comercial, magenta para uso misto, azul para uso institucional, verde para uso em praças.

Com os dados dos indicadores levantados nas áreas de influência de cada condomínio, procedeu-

se ao cálculo do índice PVS, conforme abordagem proposta anteriormente. Primeiro foram calculados os PVSs de cada condomínio, para em seguida

determinar o PVS da área, obtido pela média dos resultados das áreas de influência, conforme é apresentado na Tabela 3.

Figura 2 - Icarai - à esquerda mapa com os setores censitários e a localização de todos os condomínios e à direita parte do mapa de uso do solo com a localização de alguns condomínios



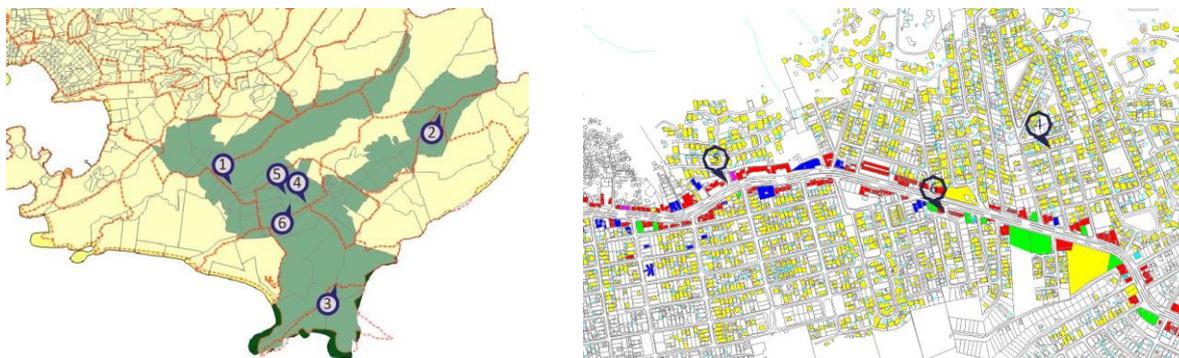
Fonte: Grieco (2015).

Figura 3 - Santa Rosa - à esquerda mapa com os setores censitários e a localização de todos os condomínios e à direita parte do mapa de uso do solo com a localização de alguns condomínios



Fonte: Grieco (2015).

Figura 4 - Região Oceânica - à esquerda mapa com os setores censitários e a localização de todos os condomínios e à direita parte do mapa de uso do solo com a localização de alguns condomínios



Fonte: Grieco (2015).

Tabela 3 - Resultado do PVS para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica

	Densidade hab/hectare	Proporção de residencial e não residencial (%)	Tamanho do quarteirão (m)	Acesso ao sistema de transportes (m)	Tempo ao centro do bairro (min)	PVS
<b>Icaraí</b>	341,17	38,33	150,00	259,17	13,75	<b>265,00 ALTO</b>
<b>Santa Rosa</b>	163,15	40,00	300,00	153,33	12,50	<b>236,67 MÉDIO</b>
<b>Região Oceânica</b>	12,56	8,33	391,67	766,67	31,67	<b>133,33 BAIXO</b>

Fonte: Grieco (2015).

## Análise dos resultados da aplicação do índice

Observam-se os resultados do índice PVS em cada bairro, destacando-se diferentes características quanto aos indicadores. Icaraí apresenta resultados de forma expressiva na densidade e no tamanho do quarteirão, enquanto Santa Rosa, no acesso ao sistema de transportes. Nos dois outros indicadores (proporção de residência e não residência e tempo ao centro do bairro) as duas áreas apresentam valores equivalentes. A Região Oceânica apresentou os piores valores para os cinco indicadores, indicando um ambiente construído menos favorável à geração de viagens sustentáveis.

O índice proposto caracteriza Icaraí como tendo um ALTO potencial de estimular viagens sustentáveis, com média de 265 pontos, indicando um ambiente construído com vitalidade, altamente favorável à mobilidade sustentável. Esse resultado reflete a dinâmica do bairro, que oferece boas opções de lazer, como a Praia de Icaraí e Campo São Bento. No bairro é observada a presença de muitos pedestres caminhando em ruas arborizadas, que possuem desenho urbano com boa conectividade e muitas opções de transporte público. Essas características convidam os moradores a realizarem suas atividades a pé, para compras, serviços ou simplesmente para caminhadas ou exercícios físicos. O resultado, observado nas ruas do bairro, confere à localidade de Icaraí um ambiente propício ao estímulo da mobilidade não motorizada, em que os moradores não dependem do uso do automóvel para realizar suas atividades.

Santa Rosa foi caracterizada pelo índice proposto como de MÉDIO potencial para estimular viagens

sustentáveis, com média de 236,67 pontos. Observa-se que o bairro possui poucas opções de lazer e, embora tenha o uso misto, o comércio é pouco diversificado e limita-se ao abastecimento do próprio bairro. O desenho urbano oferece poucas opções de conectividade devido ao traçado das vias, que acompanham a topografia, as calçadas são mais estreitas e com pouco sombreamento. Nessa localidade, com exceção do Largo do Marrão, considerado o centro do bairro, 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.

A Região Oceânica é caracterizada pelo índice proposto como de BAIXO potencial para estimular viagens sustentáveis com média de 133,33 pontos. Apresenta baixa densidade populacional, consequência do uso do solo predominantemente de condomínios residenciais horizontais com gabarito de apenas 2 pavimentos. O traçado das vias, sem conectividade, produz distâncias muito longas e as calçadas não são favoráveis aos pedestres, alguns dos quais preferem caminhar pela faixa de rolamento das ruas. Dentro dos condomínios normalmente as calçadas são de grama, visualmente agradáveis, mas muito desconfortáveis para caminhadas. Destaca-se que o indicador distância ao sistema de transporte e distância ao centro do bairro contribuiu para o rebaixamento da classificação, tendo em vista a qualidade e quantidade de oferta de transporte na área. Essas características conferem à Região Oceânica um ambiente que induz ao maior uso do automóvel.

Tabela 4 - Resultado do PVS para as áreas de Icaraí, Santa Rosa e Região Oceânica

	ICARAÍ	SANTA ROSA	R. OCEÂNICA
<b>RESULTADO</b>	<b>265,00</b>	<b>236,67</b>	<b>133,33</b>
Proporção dos condomínios por classe de PVS	11 ALTO (91,67%) 1 MÉDIO (8,33%)	1 ALTO (16,7%) 4 MÉDIO (66,6%) 1 BAIXO (16,7%)	6 BAIXO (100%)
<b>PVS</b>	<b>ALTO</b>	<b>MÉDIO</b>	<b>BAIXO</b>

Fonte: Grieco (2015).

Isso já foi observado no estudo de Marcolini (2011) que 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*. Nesse estudo, foram avaliados os resultados mostrando as diferenças entre as taxas de geração de viagens comparando os dois modelos de ocupação do solo, apresentando alguma diferença entre as zonas de Icaraí (1,70 viagens por autos/unidade residencial) e Santa Rosa (1,39 viagens por autos/unidade residencial), e concluindo que tais diferenças poderiam ser atribuídas a fatores socioeconômicos, como a renda, maior em Icaraí. A Região Oceânica, apesar de apresentar características socioeconômicas similares a de Santa Rosa, apresenta taxa de geração de viagens por automóvel muito maior: 6,06 viagens por autos/unidade residencial, cerca de 4,4 vezes superior, o que representa que, em média, cada unidade residencial da Região Oceânica gera diariamente 4,67 viagens por automóvel a mais do que em Santa Rosa. No que diz respeito às taxas de viagens sustentáveis (não motorizadas e por transporte público), Icaraí, com 9,09 viagens por unidade residencial, supera significativamente Santa Rosa, com 3,96 viagens, e a Região Oceânica, com apenas 3,12 viagens.

Entre os condomínios (Tabela 4), Grieco (2015) observou maior dispersão nos resultados em Santa Rosa, pois entre os 6 que integram o conjunto, 1 é classificado como alto PVS, 4 como médio PVS e 1 como baixo PVS. Icaraí e a Região Oceânica apresentaram resultados mais consistentes. Dos condomínios analisados, Icaraí apresentou apenas 1 com médio potencial, o mais afastado do núcleo central do bairro, tendo a nota rebaixada pelo indicador tamanho do quarteirão na área de influência. A Região Oceânica, apesar da maior distância entre eles, apresentou o mesmo resultado entre os 6 condomínios classificados como baixo PVS, mostrando que o bairro possui uma configuração mais homogênea.

Cabe ressaltar que, apesar da diferença dos resultados PVS entre a média de Santa Rosa (236,67) distar apenas 11% da média de Icaraí (265,00), sua classificação se enquadra com médio

potencial, de acordo com a classificação proposta na Tabela 2, e é reforçada pelo predomínio de condomínios desse bairro considerados como médio PVS, conforme mostra a Tabela 4.

## Conclusões

Os resultados obtidos mostraram claramente que as expectativas relacionadas às características do ambiente urbano, observadas nos três bairros, correspondem ao potencial em estimular as viagens sustentáveis estimado pelo índice proposto por Grieco, Portugal e Alves (2015). Tais resultados permitiram hierarquizar as localidades, determinando quais são as mais críticas, bem como definiram, para cada uma delas, as dimensões e os respectivos indicadores que precisam ser melhorados e com que intensidade.

Icaraí apresentou maior potencial, expressando grande vitalidade, fato observado nas ruas do bairro, enquanto a Região Oceânica recebeu a pior pontuação, classificada como baixo potencial, o que leva a considerar um ambiente pouco adequado para a movimentação das pessoas a pé ou de bicicleta. Santa Rosa fica numa posição intermediária, apresentando médio potencial.

Da mesma forma, as estimativas previstas no índice proposto por Grieco, Portugal e Alves (2015) mostraram-se coerentes com os padrões de mobilidade verificados por Marcolini (2011), elas apresentaram resultados compatíveis com as taxas de geração de viagens calculados para as mesmas áreas.

Como contribuição metodológica, o índice proposto pode ser uma ferramenta para a observação dos indicadores e suas pontuações, auxiliando no processo de planejamento das cidades e na adoção de políticas que fomentem um cenário urbano mais acessível e adequado ao estímulo das viagens sustentáveis. Além disso, mostrou-se exequível e de aplicação relativamente fácil, envolvendo informações tipicamente disponíveis, embora se observe que a sua concepção, de natureza simples e baseada em um único indicador por dimensão, enfatiza a

importância do conhecimento local por parte da equipe técnica que realiza o estudo.

No entanto, embora o índice proposto por Grieco, Portugal e Alves (2015) tenha apresentado estimativas compatíveis com as dinâmicas de mobilidade observadas em tais áreas, recomenda-se que os resultados encontrados sejam avaliados por outros índices e metodologias, o que permite uma análise comparativa deles, o que contribuiria para seu aprimoramento e validação.

## Referências

- ACIOLY, C.; FORBES, D. **Densidade Urbana e Gestão Urbana**. Rio de Janeiro: Mauad Editora, 1998.
- BRADSHAW, C. **Creating – and Using – a Rating System for Neighbourhood Walkability: Towards an Agenda for “Local Heroes”**. Ottawa, 1993.
- CALTHORPE, P. **Urbanism in Age of Climate Change**. Washington: Island Press, 2011.
- CERVERO, R. Linking Urban Transport and Land Use in Developing Countries. **Journal of Transport and Land Use**, v. 6, n. 1, 2013.
- CERVERO, R. *et al.* Influences of Built Environments on Walking and Cycling: Lessons from Bogotá. **International Journal of Sustainable Transportation**, v. 3, n. 4, p. 203-226, 2009.
- EWING R.; PENDALL R.; CHEN D. **Measuring Sprawl and its Impact**. 2002. Disponível em: <<http://www.smartgrowthamerica.org/documents/MeasuringSprawl.PDF>>. Acesso em: 10 ago. 2014.
- EWING, R.; CERVERO, R. Travel and the Built Environment: a meta-analysis. **Journal of the American Planning Association**, v. 76, n. 3, p. 265-294, 2010.
- FRONT SEAT. **Walk Score Methodology**. 3503 NE 45th St. Suite 2W, Seattle, 2010.
- GEHL, J. **Cities for People**. Washington: Island Press, 2010.
- GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT. **Sustainable Transport: a sourcebook for policy-makers in developing cities**. Eschborn: GTZ, 2004.
- GRIECO, E. P.; PORTUGAL, L.S.; ALVES, R. M. Proposta de Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 29., Ouro Preto, 2015. **Anais...** Ouro Preto, 2015.
- GRIECO, E. P. **Índice do Ambiente Construído Orientado à Mobilidade Sustentável**. Rio de Janeiro, 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil em Números: Centro de Documentação e Disseminação de Informações**. Rio de Janeiro, 2014.
- INSTITUTE FOR TRANSPORTATION AND DEVELOPMENT. **TOD Standard**. 2014. Disponível em: <<http://www.itdp.org>>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- LITMAN, T. A. **Where We Want to Be: home location preferences and their implications for smart growth**. Victoria Transport Policy Institute, 2009. Disponível em: <<http://www.vtpi.org>>. Acesso em: 29 abr. 2014.
- MARCOLINI, S. **Geração de Viagens em Condomínios Residenciais: Niterói, um estudo de caso**. Rio de Janeiro, 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- MELLO, A. J. R. **A Acessibilidade ao Emprego e Sua Relação Com a Mobilidade e o Desenvolvimento Sustentáveis: o caso da Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.
- RODRIGUES, A. R. P. **A Mobilidade dos Pedestres e a Influência da Configuração da Rede de Caminhos**. Rio de Janeiro, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Programa de Engenharia de Transportes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.
- SINDICATO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES RODOVIÁRIOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. [Sobre]. Disponível em: <<http://www.setrerj.org.br>>. Acesso em: 31 mar. 2016.
- TRANSPORTATION ASSOCIATION OF CANADA. **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: 5 dez. 2015.

## Agradecimentos

Pelo apoio do CNPq e da Rede Ibero-Americana de Estudo em Polos Geradores de Viagens (<http://redpgv.coppe.ufrj.br>).

### **Elisabeth Poubel Grieco**

Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Rua Murilo Portugal, 322/702, São Francisco | Niterói - RJ - Brasil | CEP 24360-410 | Tel.: (21) 2612-7940 | E-mail: [bethgrieco@poli.ufrj.br](mailto:bethgrieco@poli.ufrj.br)

### **Licínio da Silva Portugal**

Programa de Engenharia de Transportes, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós Graduação e Pesquisa de Engenharia | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Caixa Postal 68512 | Ilha do Fundão | Rio de Janeiro - RJ - Brasil | CEP 21945-970 | Tel.: (21) 3938-8181 | E-mail: [licinio@pet.coppe.ufrj.br](mailto:licinio@pet.coppe.ufrj.br)

### **Rosane Martins Alves**

Programa de Engenharia Urbana, Escola Politécnica | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Centro de Tecnologia, Bloco D, Sala 101, Ilha do Fundão | Rio de Janeiro - RJ - Brasil | CEP 21941-909 | Tel.: (21) 3938-8046 | E-mail: [rosane.alves@poli.ufrj.br](mailto:rosane.alves@poli.ufrj.br)

### ***Revista Ambiente Construído***

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído  
Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro  
Porto Alegre - RS - Brasil  
CEP 90035-190  
Telefone: +55 (51) 3308-4084  
Fax: +55 (51) 3308-4054  
[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)  
E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)