

METODOLOGIA PARA ANÁLISE DO NÍVEL DE SERVIÇO DOS CAMINHOS PARA PEDESTRES NO ACESSO AO TRANSPORTE DE MASSA

Fernanda Borges Monteiro
Vânia Barcellos Gouvêa Campos
Instituto Militar de Engenharia
Mestrado em Engenharia de Transportes

RESUMO

Neste artigo apresenta-se uma metodologia que tem como objetivo analisar os espaços urbanos para pedestres no acesso a estações de transporte de massa. Para tanto foram propostos indicadores relacionados à ocupação e às características dos caminhos de pedestres baseados em estudos das metodologias existentes e na pesquisa com usuários do Metrô-RJ. Estes indicadores associados a ferramentas de análise espacial, como a plataforma de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), possibilitam uma análise dos aspectos e das relações das viagens a pé com o meio urbano no acesso às estações de transporte de massa.

ABSTRACT

This paper presents a methodology to analyze the pedestrian accessibility to mass transit stations. Therefore, we propose indicators related to urban occupation and the characteristics of pedestrian paths based on existing methodologies and on a survey with users of the subway in Rio de Janeiro city. These indicators when used with spatial analysis tools, as the platform for Geographic Information Systems (GIS), makes possible to assess the aspects of urban occupation and walking trips in access to mass transit stations.

1. INTRODUÇÃO

Um das bases principais da mobilidade sustentável é o transporte não motorizado, isto é, o deslocamento por bicicletas ou a pé. Estes modos de transporte além de promoverem uma melhor qualidade ambiental, também, possibilitam um ganho em saúde e qualidade de vida. Assim, é importante identificar os fatores dentro do ambiente urbano que possam incentivar este tipo de deslocamento, principalmente em viagens pendulares; estabelecendo diretrizes de mobilidade urbana para a construção de cidades sustentáveis, que têm como um de seus propósitos o incentivo à circulação dos meios não motorizados _ a pé e a bicicleta, além do uso de transportes de massa.

Segundo ANTP/BNDES (2007(a)), *“caminhar e andar de bicicleta, além de serem modos de transporte eficientes em relação ao consumo de energia, vai ao encontro de atuais demandas ecológicas, ambientais e sanitárias”*. A redução de veículos em circulação diminui a emissão de gases poluentes, os índices de ruídos e a poluição visual nas grandes cidades.

Neste contexto, a integração de sistemas de transporte de massa com o uso do solo urbano e com os meios de transporte não motorizados representa o suporte em meio a esses esforços para melhorar a qualidade de vida urbana de todos os segmentos da sociedade, especialmente para oferecer maior igualdade entre toda população ao contribuir com a inclusão social no transporte.

As estações de integração com o transporte público de massa (BRT, VLT, Metrô, Trem Urbano) ao serem implantadas devem considerar todo o ambiente de entorno visando atrair o usuário do modo a pé, bicicleta e aqueles que usualmente utilizam o automóvel.

Para se obter sucesso neste sistema integrado é necessário analisar os diversos aspectos associados aos modos de transporte não motorizado, como a qualidade da infraestrutura, identificar os fatores que levam os indivíduos a optarem pelas caminhadas em seus percursos rotineiros e as características do meio urbano que possam incentivar estes modos de transporte. A acessibilidade universal também deve ser tratada com seriedade a fim de atender as necessidades e expectativas das pessoas com mobilidade reduzida.

Portanto, é necessário estudar as melhores práticas de promoção do deslocamento a pé nas cidades, identificando os elementos da infra-estrutura que tornam o ambiente mais amigável, entender o quanto as pessoas normalmente andam a pé, por quais motivos, e relacionar a disponibilidade de infra-estrutura ao aumento das viagens a pé.

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma metodologia de análise dos caminhos de pedestres no acesso a estações de transporte de massa como forma de incentivar este tipo de integração, considerando a atratividade do transporte de massa quanto ao tempo de viagem e a oferta de lugares. Para tanto, apresenta-se inicialmente um resumo de uma revisão de literatura sobre metodologias de análise dos espaços para pedestres (seção 2). Posteriormente, apresentam-se alguns resultados de uma pesquisa realizada em três estações do Metro-RJ (seção 3). Nas seções 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os indicadores e a metodologia propostos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os espaços destinados ao tráfego das pessoas, incluindo idosos, gestantes e portadores de necessidades especiais, devem ser planejados e projetados a fim de maximizar as suas condições de segurança e de conforto ao longo da viagem. A qualidade modo de deslocamento a pé inclui a continuidade dos trajetos, a atratividade dos percursos e a conveniência, elementos sutis que envolvem vários fatores a saber: a distância a ser percorrida, a inclinação da via, as condições das calçadas, a retidão da rota e qualquer outro fator que facilite a caminhada. (Fruin, 1971a).

Porém, as principais dificuldades no tratamento das questões relacionadas à qualidade dos espaços urbanos é a definição de instrumentos que possam avaliar as condições de adequação dos caminhos para o pedestre. Na literatura existem diversas metodologias que definem variáveis importantes para avaliação destes espaços.

No ambiente do pedestre, Fruin (1971a, 1971b) foi pioneiro e baseou-se no nível de serviço de vias para caracterizar o nível de serviço das calçadas. Fruin quantificou a facilidade do pedestre ao estudar parâmetros como: anatomia humana, campo de visão, distância confortável entre corpos, locomoção em escadas e percepção psicológica do espaço urbano. Anos mais tarde, em 1985, o manual de referência na prática de projeto de vias, o Highway Capacity Manual – HCM (TRB, 1985), foi acrescido de um guia para pedestres visando à elaboração do projeto de calçadas, baseado na metodologia de Fruin (1971a).

Mori e Tsukaguchi (1987) propõem dois métodos diferentes para avaliar a qualidade das calçadas: o primeiro a partir do comportamento dos pedestres e o segundo a partir da opinião dos pedestres. Através de um processo de análise de regressão, obtiveram uma equação que relaciona as características da calçada a qualidade geral da mesma.

Nos anos 90, Sarkar (1995) buscou tornar as calçadas e interseções urbanas seguras para grupos de usuários considerados vulneráveis. Já Dixon (1996) visou avaliar os espaços destinados aos pedestres em corredores viários. Esses trabalhos, além de analisar volume e capacidade, como proposto no HCM, incluem medidas qualitativas para caracterizar algumas variáveis subjetivas, tais como: segurança, segurança, conforto, conveniência, continuidade, coerência do sistema e atratividade.

Khisty (1995) uniu os estudos de tráfego com psicologia comportamental através das medidas de desempenho baseadas em Fruin *et al.*(1984), que utilizam uma metodologia espaço-tempo para identificar a velocidade ao andar de um subgrupo de pedestres (que viajam de casa para o trabalho e vice-versa por exemplo), para determinar a mistura de subgrupos em uma calçada, e priorizar os subgrupos com as expectativas de maior velocidade. A proposta de Kristy é baseada no ponto de vista do usuário, avaliando os elementos qualitativos dos espaços.

Ferreira e Sanches (2001) fazem uma avaliação da qualidade dos espaços urbanos para pedestres, utilizando um índice denominado IQC (Índice de Qualidade das Calçadas) que incorpora aspectos qualitativos de conforto e segurança disponibilizados ao longo das calçadas, medidos por atributos de: segurança, manutenção, largura efetiva, segurança e atratividade visual.

O estudo de Gallin (2001) surgiu como resultado de um estudo realizado pela BSD Consultores para os Eixos Rodoviários da Austrália Ocidental. Seu objetivo foi desenvolver um modelo simples para avaliar o quanto os caminhos e ruas suprem as necessidades dos pedestres. O processo envolveu a formulação de um método para atribuir uma nota (NS) para instalações de pedestre que foi baseada na interpretação dos fatores que afetam o Nível de Serviço oferecido ao pedestre e quanto ao grau em que esses fatores aparecem (ou não) em segmentos do caminho selecionado.

Em artigo publicado por Leslie *et al.* (2006), intitulado “*Measuring the walkability of local communities using Geographic Information Systems data*”, os autores propõem a criação de um índice para medição do potencial de cada área para a caminhada a partir de elementos do ambiente construído. O trabalho, desenvolvido na Austrália, tem como objetivo criar uma forma prática de direcionar investimentos para o espaço de pedestres e assim promover a melhoria da qualidade de vida da população, uma vez que, além de ser uma forma mais sustentável do ponto de vista ambiental, a caminhada é também uma prática saudável.

Leslie *et al.* (2006) mostram como as ferramentas de SIG (Sistemas de Informações Geográficas) podem ser utilizadas para medir objetivamente os elementos do ambiente construído que influenciam na caminhada, através da análise de quatro atributos principais, tidos como os mais relevantes para a caminhada como meio de transporte, que são: (i) densidade de residências; (ii) conectividade; (iii) diversidade de uso do solo e (iv) rede comercial. Para a realização do estudo, cada um dos atributos foi utilizado tomando-se como critério de delimitação da área de estudo a divisão censitária local, sendo atribuídas notas a cada um dos componentes.

Antunes (2010) estudou a acessibilidade ao transporte coletivo em cidades médias, fazendo um estudo de caso aplicado na cidade de São Carlos-SP. A pesquisa visou

proporcionar maior familiaridade com a questão dos pedestres e sua relação com as viagens em transporte coletivo, objetivando identificar aspectos relativos à percepção dos pedestres, distâncias de caminhada e fatores que influenciam as escolhas dos trajetos. Segundo este autor cinco aspectos exercem principal influência na escolha dos caminhos: (i) atratividade visual, (ii) conforto e ambiência urbana, (iii) continuidade e forma urbana, (iv) segurança e (v) seguridade

Analisando as metodologias existentes para avaliação da qualidade do modo a pé, verifica-se que mesmo nas metodologias que usam variáveis subjetivas para determinar o Nível de Serviço, não há uma padronização de parâmetros. Além disso, as metodologias em sua maioria, não consideram grupos de pedestres com restrições de mobilidade, mas sim um pedestre padrão. Outro ponto importante para a avaliação do Nível de Serviço do modo a pé é a consideração do ponto de vista do usuário, como o caso das metodologias de Khisty (1995), Ferreira e Sanches (2001) e Antunes 2010. A vantagem dessa consideração é a melhor caracterização da realidade urbana através da calibração dos parâmetros para cada medida de desempenho usada na metodologia. No entanto, a etapa de calibração exige custo e tempo excessivos para a coleta de opinião dos usuários, o que muitas vezes não é possível. Pode-se observar ainda que as metodologias não consideram o risco do pedestre na travessia em interseções.

O risco de atropelamento do pedestre por uma impedância na calçada que o force a alterar a sua rota, obrigando-o a usar a via do automóvel também não é considerado. Nas cidades brasileiras é comum a verificação desses tipos de situações, que tornam maiores os riscos de atropelamento do pedestre.

Da análise das metodologias existentes para determinar o Nível de Serviço do modo a pé procurou-se fazer uma adaptação das mesmas para analisar os caminhos de acesso às estações de transporte de massa. Para tanto, inicialmente procurou-se identificar as variáveis utilizadas e relacioná-las com alguns aspectos urbanos e do pedestre.

O Quadro 1 apresenta uma síntese das principais variáveis utilizadas na literatura pesquisada para caracterizar e avaliar os espaços urbanos de pedestres. Estas foram agrupadas segundo um conjunto de aspectos relacionados com o espaço urbano e o pedestre: densidade e diversidade do uso do solo, desenho urbano, instalações, segurança e características do pedestre. Esta análise tem como objetivo facilitar a compreensão de quais variáveis são relevantes e necessárias para a metodologia proposta.

3. PESQUISA NAS ESTAÇÕES

Conforme mencionado anteriormente, para se obter sucesso na integração do transporte não motorizado com o transporte de massa, existe a necessidade de se conhecer a disponibilidade e as dificuldades das pessoas em caminhar até as estações de transporte de massa, considerando que este sistema é atrativo sob o ponto de vista da oferta de lugares e quanto ao tempo de viagem. O conhecimento das características das viagens a pé possibilita definir estratégias para atrair uma demanda potencial por transporte não motorizado no entorno das estações.

Quadro 1: Resumo das Variáveis de análise

Variáveis encontradas para a avaliação do ambiente de pedestre		
ASPECTOS	VARIÁVEIS	REFERÊNCIAS
Densidade	Densidade populacional (habitantes/ha); Densidade residencial (domicílios/ha); Densidade de empregos (empregos/ha); Volume de pedestres; Fluxo de pedestres	Cervero & Kockelman, 1997; Leslie et al, 2006; HCM (TRB, 2000); Fruin, 1984; Mori e Tsukaguchi, 1987.
Diversidade do uso do solo	Parcelamento do solo; Proximidade entre residência e serviços; Conveniência; Conectividade da Origem ao Destino	Cervero & Kockelman, 1997; Leslie et al, 2006; Fruin, 1984; Khisty, 1995; Gallin, 2001.
Desenho Urbano	Largura total da via; Fluxo de tráfego; Separação entre os modos; Projeto Visual; Coerência do Sistema; Conflito entre pedestres e veículos; Acessibilidade ao transporte público; Ambiência Urbana; Forma Urbana.	Fruin, 1984; Mori e Tsukaguchi, 1987; Sarkar, 1995; Khisty, 1995; Dixon, 1996; Antunes, 2010.
Instalações para pedestres	Largura total da calçada; Largura efetiva da calçada; Tipo de calçada; Taxa de Obstáculos; Taxa de área verde; Número de veículos estacionados; Obstruções nas interseções; Atratividade; Conforto; Continuidade do Sistema.	Mori e Tsukaguchi, 1987; HCM (TRB, 2000); Sarkar, 1995; Khisty, 1995; Dixon, 1996; Ferreira e Sanches, 2001; Antunes, 2010.
Segurança e Seguridade	Possibilidade de quedas e ferimentos; Percepção de seguridade, Segurança pessoal.	Sarkar, 1995; Khisty, 1995; Ferreira e Sanches, 2001.
Características dos Pedestres	Velocidade da caminhada;	Fruin, 1984; HCM (TRB, 2000).

Para tanto, realizou-se uma pesquisa em três estações do Metro do Rio de Janeiro (Metrô-RJ) durante o pico da manhã, duas são terminais de linha, General Osório e Pavuna, e uma estação intermediária, Colégio. Nesta pesquisa se procurou identificar as características dos usuários que chegam à estação a pé e também saber por que outros usuários não fazem uso desta forma de transporte. Estudos realizados pela operadora do sistema em 2010 mostravam uma média de 65% dos usuários chegando a pé às estações.

Foram entrevistadas 390 pessoas que responderam ao questionário sobre sua visão dos espaços de acesso à estação pelo modo a pé. Verificou-se que a Estação General Osório, última estação da linha 1 na zonal sul do Rio de Janeiro, por ter em seu entorno uma alta densidade residencial e comercial, apresentou uma quantidade maior de pessoas utilizando o modo a pé do que as outras estações: Colégio e Pavuna. No entorno destas duas estações se observa uma baixa densidade de ocupação do solo.

Para aqueles que não faziam a viagem a pé a distância foi a maior dificuldade. As condições físicas do passeio foi outro grande ponto levantado pelos usuários como um grande empecilho para o deslocamento a pé. Calçadas sujas, com buracos e poças tornam a caminhada desconfortável e perigosa, principalmente para as crianças e idosos.

Em relação ao tempo e distância de caminhada pode-se observar que a maioria das pessoas entrevistadas caminhou entre 5 a 15 minutos para chegar até a estação, conforme apresentado na Tabela 1. Assim, de acordo com Grava (2004), que em seu estudo determina uma velocidade da caminhada em 0,11Km/min, a maioria dos usuários do METRO entrevistados, que chegam a estação a pé, estão caminhando de 550m a 1,65Km.

Tabela 1: Tempo de caminhada x distância observado na pesquisa

Tempo de caminhada X distância percorrida			
Estação	Ipanema	Pavuna	Colégio
Caminhando até 5 min (0 a 0,55Km)*	4%	0%	33%
Caminhando de 5 a 10 min (0,55 a 1,10Km)*	47%	19%	43%
Caminhando de 10 a 15 min (1,10 a 1,65Km)*	33%	43%	16%
Caminhando de 15 a 20 min (1,65 a 2,20Km)*	7%	13%	8%
Caminhando mais de 20 min (Acima de 2,20Km)	9%	25%	0%
Total	100%	100%	100%
* Valores de Referência de velocidade retirados de GRAVA			
Pedestres = 0,11Km/min			

A questão da segurança também foi apontada, não só pela irregularidade das calçadas, mas pela falta de travessias seguras com sinalização para os pedestres.

Através da pesquisa de campo pode-se perceber que para analisar um espaço urbano, muitas questões devem ser verificadas, desde a concepção urbana inicial daquele espaço até a sua manutenção.

4. PROPOSTA DE INDICADORES

Com base na revisão de literatura e na pesquisa nas estações, foi identificado um conjunto 32 variáveis para avaliação dos espaços de pedestres. Após a verificação de superposições de variáveis e da viabilidade das mesmas para aplicação nos municípios brasileiros, foram selecionadas 15 variáveis relacionadas com 6 (seis) indicadores para a análise do espaço para o pedestre no acesso as estações. Estes indicadores foram divididos em dois grupos a serem utilizados em dois tipos de análise. O primeiro grupo compreende indicadores que estão relacionados com as características da ocupação urbana e, o segundo reúne os indicadores que estão relacionados com os aspectos físicos dos trajetos e áreas a serem analisadas.

Dos seis indicadores, 2 (dois) indicadores, e respectivas variáveis, estão relacionados com a ocupação urbana e 4 (quatro) indicadores, e respectivos variáveis, relacionados com o desenho urbano, conforme se pode observar no Quadro 2. Esta seleção foi baseada na relevância do indicador na bibliografia estudada e na facilidade de se medi-los na prática (Monteiro, 2011). O Quadro 2 apresenta também, de forma resumida, uma proposta da como medi-los.

Estes indicadores possibilitam um maior entendimento sobre a dinâmica do local a ser analisado, e podem ser utilizados também para uma avaliação prévia dos espaços urbanos para pedestres na implantação de novas

Quadro 2 : Pedestres - Indicadores Propostos

PEDESTRES - INDICADORES PROPOSTOS		
DO USO URBANO		
INDICADORES	VARIÁVEIS	FORMA DE MEDIR
Densidade	Densidade Populacional	População total dividida pelo total de áreas residenciais
	Densidade Residencial	Número de residências por área residencial líquida
	Densidade de lojas de varejo - Comercial	Número de lojas de varejo por área desenvolvida líquida
Diversidade	Número de estabelecimentos comerciais dentro de uma área	Quantidade de estabelecimentos comerciais dentro de um raio de 400m
	Índice de dissimilaridade	Proporção de usos diferentes do solo dentro de uma célula de 1 hectare na área estudada
DO DESENHO URBANO		
INDICADORES	VARIÁVEIS	FORMA DE MEDIR
Facilidade para o pedestre	Presença de calçadas dos dois lados da rua	In loco - Analisar se há ou não presença de calçadas
	Largura efetiva da calçada	In loco - Medir a largura efetiva das calçadas
	Regularidade da pavimentação das calçadas	In loco - Analisar a qualidade da pavimentação das calçadas
	Presença de arborização	In loco - Analisar a quantidade de árvores nas calçadas
	Presença de iluminação pública	In loco - Analisar a quantidade de postes de iluminação nas calçadas
Acessibilidade e Mobilidade	Rampas de acesso nos cruzamentos, próximo das escadas	In loco - Analisar se há ou não presença de rampas
	Calçadas com piso tátil	In loco - Analisar se há ou não presença de piso tátil
	Sinalização visual e sonora nas travessias	In loco - Analisar se há ou não presença sinalização
	Desnível acentuado do terreno	In loco - Analisar se há ou não desnível acentuado nas calçadas
Segurança	Travessias seguras por meio de sinalização ou passarelas	In loco - Analisar se há ou não presença de sinalização ou passarelas nas travessias
Seguridade	Policiamento nas ruas	In loco - Analisar se há ou não presença de policiais nas ruas, promovendo segurança
	Segurança com a presença de outros pedestres	In loco - Analisar se há ou não movimentação de outros pedestres

5. METODOLOGIA PARA ANÁLISE DOS CAMINHOS PARA PEDESTRES

O objetivo da metodologia proposta é caracterizar o nível de serviço do entorno das estações de transporte de massa de uma região, buscando identificar o padrão de distribuição espacial desse fenômeno. Esta metodologia compreende três etapas:

- Etapa 1: Delimitação e caracterização da área de estudo;
- Etapa 2: Medição e quantificação dos indicadores na área de estudo;
- Etapa 3: Análise espacial da região de estudo em SIG

Etapa 1 - Delimitação e caracterização da área de estudo

Esta etapa tem como objetivo a preparação da base de dados a fim de verificar, corrigir e organizar geograficamente as informações para as fases posteriores. As atividades para esta fase são as seguintes:

- Obtenção da base geográfica do entorno das estações que serão analisadas;

- Delimitação da área de estudo;
- Pesquisa em setores censitários do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE);
- Pesquisa em leis municipais, no Plano Diretor e na Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo das regiões a serem analisadas.

Para delimitação da área de estudo propõe-se o raio de distância de 1,50km da estação de transporte de massa. Esta distância se baseia no resultado da pesquisa realizada nas estações do metro, apresentada na tabela 2.

Etapa 2 - Medição e Quantificação dos Indicadores de Qualidade dos Espaços Urbanos

A 2ª etapa visa o cálculo de indicadores relacionados com a qualidade dos espaços urbanos, com o objetivo de obter variáveis locais e globais que demonstrem o quanto uma área urbana pode se tornar atrativa para as viagens a pé em função das características das mesmas. As atividades para esta fase são:

- Seleção dos indicadores de qualidade dos espaços urbanos;
- Medição dos indicadores.
- Quantificação dos indicadores

Os indicadores e suas respectivas variáveis são selecionados a partir daqueles propostos no Quadro 2. O ideal é que todos os indicadores e variáveis sejam utilizados, porém é possível que algumas informações não possam ser obtidas.

Definidos os indicadores e variáveis, parte-se para a medição das variáveis conforme proposto no Quadro 2 para cada segmento de via no raio de entorno da estação em estudo.

Após a medição das variáveis, faz-se a quantificação das mesmas dentro de uma mesma escala. Para tanto, propõe-se a utilização de um processo de normalização em que o valor final de cada variável esteja dentro de uma escala de 0 a 3. Neste caso, um valor resultante de 0 a 1 significa que a situação do indicador tem um Nível de Serviço (NS) ruim. Valores acima de 1 até 2 têm NS bom e acima de 2 tem um NS muito bom. Eastman e Jiang (1996) propuseram uma forma simples para normalização de valores, que pode ser utilizada para quantificar as variáveis dentro da escala proposta. Esta quantificação é obtida por uma variação linear definida da seguinte forma:

$$X_i = \frac{(R_i - R_{min})}{(R_{max} - R_{min})} \times \text{Intervalo Normalizado} \quad \text{EQ. 01}$$

Onde:

X_i =valor normalizado;

R_i = valor da variável a ser normalizado;

R_{min} = valor mínimo da variável;

R_{max} = valor máximo da variável;

Intervalo Normalizado, em geral = [0,3].

Observa-se que para utilização deste processo de normalização é importante definir um valor mínimo e um valor máximo para cada indicador.

Para melhor entendimento deste processo considere a variável “largura efetiva da calçada” como exemplo. Ao considerar que a largura ideal de calçada para um determinado local é 2,50m este será o valor máximo e pode-se tomar o valor zero como valor mínimo, então se *in loco* tiver uma calçada com 1,40m de largura efetiva, aplica-se a equação para achar o valor final da variável para o segmento no quesito largura efetiva (L_e) que será:

$$L_e = \frac{(4 - 0,0)}{(2,5 - 0,0)} \times 3,0 = 1,68 \quad \text{EQ.02}$$

O resultado indica que o valor da variável largura efetiva está dentro do intervalo de 1 a 2, o que significa que a calçada neste segmento de via, em termos de largura, está em uma situação boa, ou seja, bom NS.

O valor do indicador é definido pela média dos valores das variáveis que o compõem. Desta forma, cada um dos indicadores ou variáveis estará dentro do intervalo de valor [0,3] e cada segmento de via analisado receberá um valor final que será a média dos valores de todos os indicadores. Para o caso da análise de uso urbano, a análise se faz por quadras no raio de entorno da região.

Etapa3 - Análise Espacial dos dados em Área – SIG

A 3ª Fase consiste em obter uma caracterização espacial sobre os espaços urbanos no entorno das estações de transporte, identificando áreas críticas, dentre outras funções.

Assim, esta fase tem como objetivo criar um mapa para visualizar as condições da região analisada no entorno das estações. Para isto, é necessário quantificar cada indicador e obter a média dos valores por área da região no caso da análise do uso urbano. Após esta quantificação os resultados são lançados no mapa da região de entorno para cada segmento de via (ou área) analisado(a). Estes receberão uma cor indicativa do nível de serviço de acordo com a nota alcançada. Os segmentos (ou áreas) com valores entre 0 e 1 recebem a cor vermelha, acima de 1 até 2 recebem a cor azul e acima de 2 até 3 a cor verde.

Uma aplicação da metodologia foi realizada no entorno de uma das estações pesquisadas_ a estação General Osório, localizada no bairro de Ipanema, zona sul do Rio de Janeiro. A Figura 1 apresenta o resultado da análise, onde se observa, que as condições dos segmentos das vias que fazem parte dos caminhos de acesso a estação, apresentam em sua maioria níveis de serviço bom e ótimo. Isto corrobora com o fato do entorno desta estação apresentar o maior número de pessoas chegando a pé a estação quando comparado com as estações de Pavuna e Colégio.

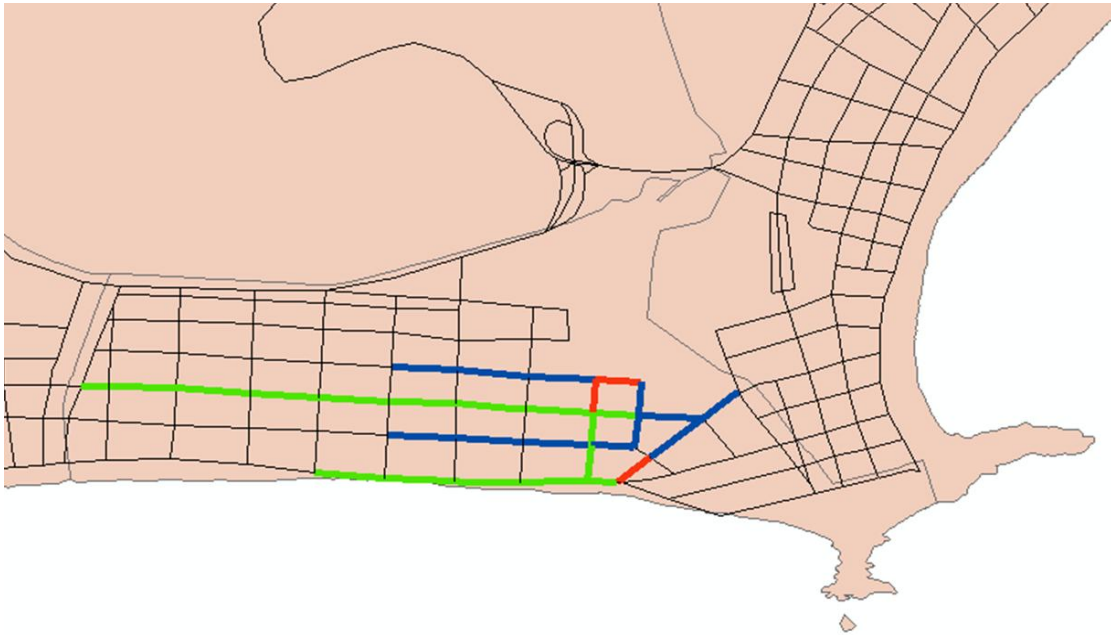


Figura 1: Mapa com o resultado da Análise dos Espaços Urbanos para Pedestres

A Figura 1 apresenta o resultado da análise considerando todos indicadores relacionados com o desenho urbano, ou seja, a análise global, mas é possível verificar também o resultado de um único indicador. Isto pode ser observado na Figura 2 onde se tem o resultado da análise em relação ao indicador de segurança do pedestre, que apresentou segmentos ruins e ótimos. Os trechos que receberam uma nota ruim não apresentavam nenhum tipo de sinalização nas travessias.

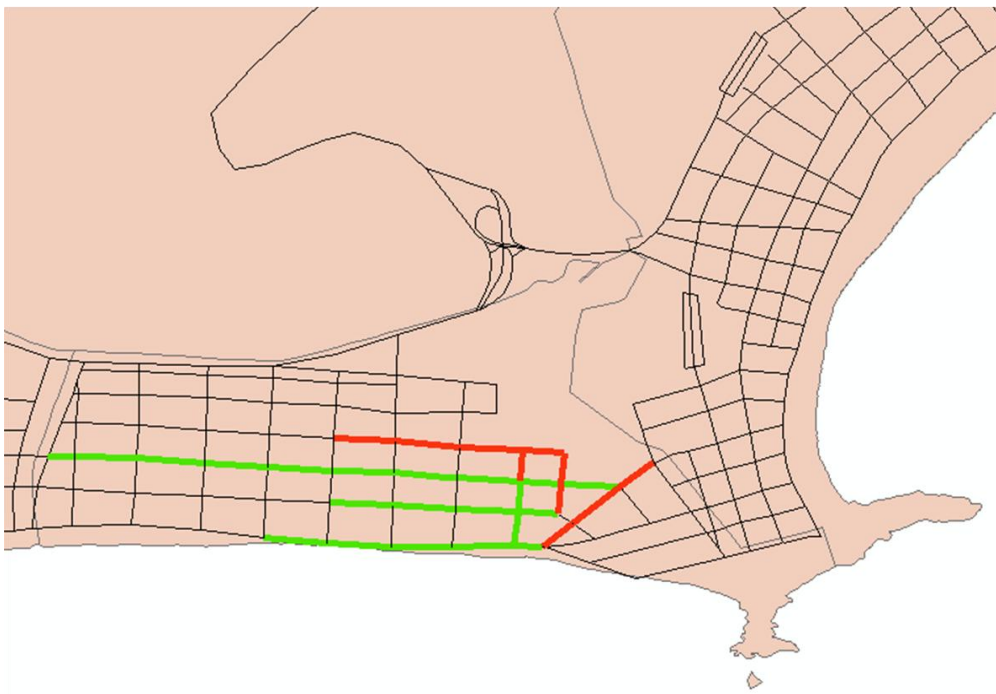


Figura 2: Mapa com o resultado do indicador de segurança para o pedestre

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um procedimento para analisar os espaços urbanos no entorno das estações de transporte de massa, com a finalidade de auxiliar os tomadores de decisão na caracterização e localização de regiões que necessitem da aplicação de técnicas e políticas que priorizem o transporte de massa e incentive o acesso a pé.

A importância de estudar os espaços urbanos surge da necessidade de se criar um espaço mais agradável, que favoreça o transporte não motorizado, criando alternativas sustentáveis como meio de locomoção. Atualmente, a mobilidade urbana vem sofrendo com a dependência do automóvel, a ineficiência do transporte coletivo, a falta de respeito a pedestres e ciclistas, a falta de infraestrutura para pessoas com mobilidade reduzida, a poluição ambiental e com as deseconomias geradas pelo setor de transporte (congestionamentos e acidentes de trânsito).

A metodologia proposta poderá auxiliar os tomadores de decisão na identificação de regiões que possuem problemas e na proposição de soluções que melhorem o ambiente urbano, fazendo com que mais pessoas venham a aderir ao transporte não motorizado como forma de integração com o transporte de massa.

A aplicação da metodologia mostrou uma coerência entre o resultado obtido e o que se observou na pesquisa de campo na estação General Osório.

Ressalta-se ainda, que algumas propostas da metodologia, sobre a forma de medir cada uma das variáveis, podem ser mudadas pelo tomador de decisão, assim como a definição dos valores máximo e mínimo da etapa de quantificação dos indicadores.

Como continuidade deste trabalho propõe-se uma análise por especialistas quanto ao peso de cada variável na composição do indicador e o peso de cada indicador no valor final de cada segmento ou área analisada.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Cnpq (Proc. 302880/2010-0) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTP/BNDES. (2007) **“Integração nos Transportes Públicos.”** Série de cadernos Técnicos - volume 5.
- Antunes, J. C. (2010) **“Acessibilidade aos pontos de Ônibus: Estudo de Caso em São Carlos.”** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos.
- Eastman J.R.; Jiang, H.:(1996)**“Fuzzy Measures in Multicriteria Evaluation. In: Proceedings, Second International Symposium on Spatial Accuracy Assessments in Natural Resources Environmental Studies”,**. Fort Collins, Colorado, 1996. p.527-534.
- Ferreira, M. A. G.; Sanches, S. P. (2001) **“Índice de Qualidade das Calçadas – IQC.”** Revista dos Transportes Públicos 91, 47-60.
- Fruin, J. J (1971a) **“Designing for pedestrians: a level-of-service concept.”** Highway Research Record “ 355, 1-15.
- Fruin, J.J. (1971b) **“Pedestrian planning and design.”** Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners.
- Fruin, J. J. ; Benz G. (1984). **“Pedestrian Time-Space Concept for Analyzing Corners and Crosswalks.”** *Transportation Research Record* 959, Transportation Research Board.
- Gallin, N. (2001) **“Quantifying Pedestrian Friendliness: Guidelines for assessing Pedestrian Level of Service.”** In: International Walking Conference, Feb. 20 to 22, Austrália.
- Grava, S. (2003), **“Urban Transportation Systems: Choices for Communities”.** McGraw-Hill, New

- York.
- Khisty, C. J. (1995) **“Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept.”** Transportation Research Record, n. 1438, p. 45 – 50.
- Leslie, E. et all. (2006) **“Measuring the walkability of local communities using Geographic Information Systems data”**. Paper presented at Walk21-VII, “The Next Steps”, The 7th International Conference on Walking and Liveable Communities, October 23-25, Melbourne, Australia in: www.walk21.com
- Monteiro, F.B (2011) **,Avaliação de espaços urbanos para pedestres e ciclistas visando a integração com o transporte de massa.** Dissertação de mestrado, IME, RJ.
- Mori, M.; Tsukaguchi, H., (1987) **“A New Method for the Evaluation of Level of Service in Pedestrian Facilities.”** Transportation Research A, vol. 21A, n. 3, p. 223-234.
- Sarkar,S.(1995(a)). **“Evaluation of Different Types of Pedestrian-Vehicle Separations.”**Transportation Research Record, n. 1502, p. 83 – 95,
- Sarkar, S. (1995(b)). **“Evaluation of Safety for Pedestrian at Macro and Microlevels in Urban Areas.”** Transportation Research Record, n. 1502, p. 105-118,
- TRB – TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. ., (1994) **“Highway Capacity Manual. Special”** Report, n. 209. Washington D.C.
- TRB (2000) **“Highway Capacity Manual”**, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., EUA.

Fernanda Borges Monteiro (arqnandy@gmail.com)
Vânia Barcellos Gouvêa Campos (vania@ime.eb.mil.br)
Pós-graduação em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia
Praça General Tibúrcio, 80 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil