

## **ANÁLISE E ESTIMATIVA DA DEMANDA DE VIAGENS PENDULARES POR BICICLETAS**

**Luiza Pinto Coelho Santos**  
**Vânia Barcellos Gouvêa Campos**  
Mestrado em Engenharia de Transportes  
Instituto Militar de Engenharia

### **RESUMO**

Este artigo apresenta um estudo realizado na cidade do Rio de Janeiro com usuários de bicicletas em viagens pendulares. Esta pesquisa gerou uma análise do perfil de usuários e das características das viagens e uma proposta de dois métodos simplificados para estimativa das viagens pendulares por bicicletas. Os métodos de estimativa da demanda foram propostos a partir de uma revisão de modelos apresentados na literatura e com base na pesquisa realizada com usuários. Uma das formas de estimativa se baseia nas características dos usuários e é definida como demanda potencial e outra forma com base em dados de viagens a polos geradores de viagens.

### **ABSTRACT**

This article presents a survey, conducted in the city of Rio de Janeiro, with users of bicycles in commuting trips (work or study). This research has generated an analysis of the characteristics of the cyclists and their trips and subsidized a proposal of two simplified methods for estimation of commuting trips by bicycle. The methods were proposed from a literature review of demand models applied to estimate bicycle trips and based on the developed survey. One way to estimate the demand is based on the characteristics of users and it is defined as the potential demand, and the other, is based on data from Trip Generator Poles.

## **1 INTRODUÇÃO**

A efetiva incorporação da bicicleta como modo de transporte nas cidades depende de uma política de mobilidade urbana direcionada aos meios não motorizados de transporte. Isto compreende a implantação de facilidades que tornem viável, confortável e seguro este transporte. Para isto é importante conhecer as características e a dimensão da demanda por este tipo de transporte.

A opção de um indivíduo por um modo de transporte é um processo complexo, influenciado por diversos fatores, como as características do indivíduo, da viagem que irá realizar e dos sistemas de transportes disponíveis. (FHWA, 1992). Por isso a importância de se conhecer cada vez mais as características dos usuários de bicicleta, principalmente, em viagens trabalho e escola.

Na escolha modal, segundo Larrãnga (2008), os usuários procuram satisfazer suas necessidades de deslocamento que na maioria das vezes estão sujeitas a restrições orçamentária, temporal e tecnológica. O modo de transporte disponível tem suas características analisadas, como o tempo de viagem, o motivo, a pressa de atingir o destino, o custo da viagem, o conforto, a acessibilidade, a condição de infraestrutura viária, a disponibilidade de automóvel, as condições físicas e financeiras do indivíduo e as características subjetivas em relação a cada modo. Com estas informações os usuários têm as possíveis alternativas que permitem satisfazer o conjunto de necessidades, baseadas no conhecimento que possuem e em suas condições.

Diversos modelos têm sido utilizados na tentativa de quantificar a qualidade do serviço, ou o nível de serviço oferecido aos ciclistas que viajam em áreas urbanizadas. Os critérios comumente usados para descrever estas condições são: a velocidade ou o

tempo de viagem, a liberdade de manobra, as interrupções do tráfego, o conforto, a conveniência e a segurança. Todos estes fatores eram usados também, até os anos 80, para avaliar a qualidade operacional de uma via em relação aos veículos motorizados (Lipari, 2004).

Além da qualidade de sistemas existente, a estimativa da quantidade de viagens por bicicleta em uma determinada área é útil para subsidiar investimentos e decisões políticas. No entanto, segundo “Guia para Análise de Investimentos para a Bicicleta” (NCHRP, 2006), não existe um modelo de demanda definitivo e na revisão desenvolvida nesse trabalho não se encontrou um modelo que pudesse ser aplicado utilizando dados conhecidos até o presente momento.

Assim, com o objetivo de contribuir com os estudos para a implantação de novas facilidades para ciclistas, apresenta-se, inicialmente, na seção 2 deste trabalho uma revisão de modelos de previsão de demanda de viagens por bicicletas. Na seção 3 apresenta-se a pesquisa realizada com usuários de bicicletas no Rio de Janeiro. E a partir das idéias dos modelos existentes e nas respostas à pesquisa de campo, propõem-se, na seção 4 dois métodos de estimativa da demanda tomando como base a atratividade de locais para trabalho e estudo.

## 2 UMA REVISÃO SOBRE MODELOS PARA ESTIMATIVA DAS VIAGENS POR BICICLETAS

Um das principais bibliografia sobre estimativa de demanda, apresenta alguns modelos que foram propostos com o objetivo de subsidiar novos investimentos em sistemas cicloviários, trata-se do “FHWA Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel” (CAMBRIDGE SYSTEMATICS INC. et al., 1999a e 1999b) é apresentado em 2 volumes, sendo que o Volume 1, fornece uma visão geral concisa de métodos disponíveis para prever níveis futuros das viagens de bicicleta. O Volume 2, oferece mais detalhes sobre os modelos descritos no guia e identifica as fontes e aplicações dos métodos. O guia descreve e compara vários modelos para estimar a demanda do transporte não motorizado dividindo-os em dois conjuntos: modelos para estimativa com base em dados existentes, conforme Tabela 1, e modelos para estimativa da demanda potencial, conforme Tabela 2.

**Tabela 1– Modelos para estimativa demanda de transportes não motorizados**

Grupo	Tipo de Modelo
Modelos para estimativa da demanda existente	Métodos Comparativos
	Métodos de Comportamento Agregados
	Métodos Simples
	Modelos de Escolha Discreta
	Modelos Tradicionais

Fonte: FHWA Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel

**Tabela 2 – Modelos para estimativa da demanda potencial de transportes não motorizados**

Grupo	Tipo de Modelo
Modelos para estimativa da demanda potencial	Métodos de Análise de Mercado
	Método de análise de facilidades

Fonte: FHWA Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel

Os tipos de modelos da Tabela 1 utilizam duas formas de estimativa da demanda, uma fazendo uma comparação entre a demanda para um tipo de facilidade e o aumento da demanda em função de melhoria ou implantação de novas facilidades; e a outra forma busca definir através de uma função matemática (regressão), o número de viagens a partir de dados agregados de estudos de transporte e censo demográfico, algumas vezes utilizando o modelo tradicional de quatro etapas. Já os métodos descritos na Tabela 2 buscam identificar uma demanda latente em função de deslocamentos para todos os modos de transporte existentes nas cidades ou baseando-se em suposições de implantação de facilidades.

O estudo desenvolvido pelo **TRB- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (NCHRP, 2006)** “*Guidelines for Analysis of Investments in Bicycle Facilities*”, também apresenta uma forma de estimativa da demanda visando novos investimentos ou melhorias em infra-estruturas já existentes, ou seja, tem como objetivo fazer uma análise benefício/custo de facilidades a serem implantadas visando o transporte por bicicletas. Para este estudo foram utilizados diferentes tipos de dados agregados de regiões dos Estados Unidos (Estados e Cidades). O pressuposto básico do modelo é que a fração das viagens diárias por bicicleta está relacionada a uma pequena fração de ciclistas que utilizam a bicicleta com maior frequência (a trabalho). Para isto, foram utilizados dados do censo e de O/D de viagens por motivo trabalho para identificar percentual de viagens totais por bicicletas por região. Com estas informações agregadas por regiões foram definidas algumas equações de viagens.

Ortúzar et. al (1999) realizaram uma pesquisa com 1.917 indivíduos em 612 residências, obtendo dados de 2.385 viagens realizadas por diversos modais, com o objetivo de estudar o uso da bicicleta como uma alternativa de transporte na cidade de Santiago, Chile. A pesquisa verificou a possibilidade de uso da bicicleta em algumas viagens, obtendo respostas positivas para 23% das mulheres e 26% dos homens. Os autores desenvolveram um “Modelo Logit” de estimativa de viagens considerando valores de “0” ou “1” para diversos atributos. Os atributos determinantes para a escolha foram potencialmente todas as características da pessoa, família e viagem, coletadas durante a pesquisa.

Em relação a estudos no Brasil verificou-se o Plano Diretor Ciclovitário de 2008 desenvolvido para Porto Alegre, cuja estimativa se baseia no Modelo de quatro etapas.

Um resumo das características dos modelos comentados nesta seção é apresentado na Tabela 3.

### 3 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

A partir de uma revisão de literatura sobre fatores que influenciam a utilização da bicicleta, foi elaborado um questionário de pesquisa. Este questionário foi então aplicado em locais de estudos e de trabalho, na cidade do Rio de Janeiro, entrevistando pessoas que chegavam de bicicleta a estes locais na parte da manhã. O questionário foi desenvolvido com o objetivo de obter dois tipos de informação: Relativas às características pessoais do entrevistado e relativo às condições das viagens.

Segundo dados do SMAC (Secretaria Municipal de Meio Ambiente), o Rio de Janeiro detém aproximadamente 235 km de ciclovias (dados de junho de 2011), a maior metragem do país e a segunda maior da América Latina, perdendo apenas para Bogotá.

A malha está espalhada por toda a orla, do Leme à praia do Pontal, na Lagoa, no centro, e em outras áreas das zonas Sul e Oeste

Tabela 3- Resumo das características dos Modelos pesquisados

Modelos para estimativa da demanda existente					
Método	Descrição	Facilidade de Uso	Recursos	Dados de Entrada	Onde foi aplicado
Métodos Comparativos	Comparar características dos usuários, identificando fatores que poderiam explicar as diferenças nos níveis de uso da bicicleta nesses locais. E a diferença no uso antes e depois de uma intervenção.	Simples de compreender e relativamente fácil de aplicar.	Dados secundários das rotas (pesquisas); Modelos estatísticos; Sistema de Informações Geográficas (SIG).	Distâncias das viagens; Números de usuários de diferentes áreas de estudo; dados em torno população e usos da terra são opcionais.	Massachusetts (EUA), Holanda, Alemanha, Austrália.
Métodos de Comportamento Agregados	Relaciona uma variável independente (por exemplo, o número de viagens realizadas por bicicleta) com uma ou mais variáveis dependentes.	Requer simples habilidades de análise estatística.	Modelos estatísticos.	Fontes existentes, tais como censo e uso do solo.	Reino Unido, Berkeley (Califórnia, EUA).
Métodos Simples	Estimativa baseada nas características das viagens, dados já existentes (censo, uso do solo), combinados a suposições referentes ao comportamento dos usuários.	Métodos são relativamente simples de aplicar.	Sistema de Informação Geográfica (SIG) e planilha computadorizada.	Fontes existentes, tais como censo e uso do solo.	Seattle (Washington, EUA).
Modelos de Escolha Discreta	Estimar o número total de pessoas que mudam seu comportamento em resposta a uma ação.	Requer simples habilidades de análise estatística, modelos logísticos	Estudo de preferência declarada; Modelos estatísticos (logit)	Dados das entrevistas locais.	Wisconsin (EUA), Chicago (EUA), Raleigh (EUA).
Modelos Tradicionais	Geração de viagens (atração e produção); distribuição de viagens; divisão modal; e alocação dos fluxos à rede de transportes.	Requer simples habilidades de análise estatística.	Modelos estatísticos.	Características do sistema de transportes, do uso do solo e da população.	Portland (EUA), Sacramento (EUA), San Francisco (EUA), Canadá, Reino Unido, Holanda.
Métodos de Análise de Mercado	Estima o número máximo de viagens assumindo a rede de instalações ideal.	Métodos são relativamente simples de aplicar.	Modelos estatísticos; Planilhas.	Características sobre motivos de viagens e distância de viagens.	San Francisco (EUA), Chicago (EUA), Minneapolis (EUA), Europa.
Método de análise de facilidades	Estima a atividade cicloviária em uma via ou segmento de via com base na proximidade, frequência e tamanho dos pólos geradores de viagens ao entorno.	Métodos são relativamente simples de aplicar.	Modelos estatísticos (análise de regressão); SIG ou CAD; Planilhas.	Dados de uso do solo e da população (censo); características das viagens.	Flórida (EUA), Pennsylvania (EUA).
Plano Diretor Cicloviário Integrado	Estimar um modelo explicativo das viagens geradas e atraídas por cada zona de tráfego (geração de viagens).	Baseado no Modelo Clássico de Quatro Etapas de Transportes.	Software de planejamento de transportes TransCad	Os aspectos socioeconômicos e de distribuição espacial das atividades	Porto Alegre, RS, Brasil
Método de Ortúzar	Estimativa de viagens considerando duas opções: "sim", para o caso de uso de bicicleta e "não", para o caso contrário.	Baseado no "Modelo Logit"	Estudo de preferência declarada; Modelos estatísticos (logit)	Todas as características da pessoa, família e viagem, coletadas durante a pesquisa.	Santiago, Chile
Transportation Research Board (TRB)	Método comparativo para conhecer o número atual de ciclistas e o número futuro.	Relativamente Simples.	Modelos estatísticos; Planilhas.	Dados do censo, e características das viagens nas cidades.	Estados Unidos

### 3.1 Dimensionamento da amostra

A amostra foi calculada com base na estimativa da proporção populacional. A fórmula para cálculo do tamanho da amostra para uma estimativa confiável da Proporção populacional (p), quando não se conhece a população, é conforme Richardson (1999), obtida através da seguinte expressão:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot q}{E^2}$$

Eq.1

Onde:

n = Número de indivíduos na amostra

$Z_{\alpha/2}$  = Valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.

p = Proporção populacional de indivíduos que pertence à categoria a ser estudada

q = Proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria que estamos interessados em estudar ( $q = 1 - p$ ).

E = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a Proporção amostral e a verdadeira Proporção populacional (p).

De acordo com dados do Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU, 2003), os deslocamentos com bicicletas na região Metropolitana do Rio de Janeiro representam 3% do total, sendo então  $p=3\%$  (ou 0,03), considerando o grau de confiança de 95%, então o Valor Crítico  $Z_{\alpha/2}$  é 1,96,  $q=1-p=97\%$  (ou 0,97) e o erro máximo de estimativa (E) de  $\pm 5\%$  (ou 0,05), temos então a amostra mínima igual a 45 entrevistas. Se for considerado  $p=4\%$  (um aumento do percentual de ciclistas) a amostra mínima seria de 59 entrevistados.

A pesquisa foi realizada entre o mês de junho e setembro de 2011 com uma amostra de 180 usuários de bicicletas no Rio de Janeiro. A amostra contou com estudantes e trabalhadores na PUC, UNI-Rio, IME e Downtown Shopping, e trabalhadores na Cinelândia, Petrobrás, Norte Shopping, Rio Sul Shopping, Botafogo Praia shopping e diversos estabelecimentos na Lapa, Copacabana, Urca e Ipanema.

A maioria dos pontos escolhidos é dotada de ciclovia, exceto o Shopping Norte, o IME e a UNI-RJ (na data de pesquisa, em 2011, a Urca não tinha a ciclovia). A Figura 1 apresenta o mapa das ciclovias existentes e projetadas na cidade do Rio de Janeiro, e a localização dos bicicletários onde foram realizadas as pesquisas.



**Figura 1 - Cicloviás, Ciclofaixas e Faixas compartilhadas existentes e em execução.**

Fonte: Transporte Ativo, 2011.



### 3.2 Análise dos Dados

No estudo foram feitas 62 entrevistas com estudantes e 118 entrevistas com usuários por motivo de trabalho. Os homens são a maioria dos entrevistados conforme a Tabela 4, tanto nas escolas como nos locais de trabalho.

**Tabela 4 – Gênero dos entrevistados**

	Estudo	Trabalho
Feminino	22,6%	17,8%
Masculino	77,4%	82,2%

A idade dos entrevistados variou de 18 a 59 anos, sendo que para o motivo estudo a máxima foi de 37 anos, a média foi de 24,5 anos, e a moda de 21 anos. Para o grupo de trabalhadores a idade máxima foi de 59 anos, e a média de 33 anos e a moda de 25 anos. A Tabela 5 apresenta a divisão dos entrevistados segundo a idade.

**Tabela 5 - Divisão dos usuários por idade**

	Estudo	Trabalho
18 a 25 anos	62,9%	22,0%
26 a 30 anos	27,4%	33,1%
31 a 40 anos	9,7%	26,3%
41 a 50 anos	0,0%	13,6%
50 anos ou mais	0,0%	5,1%

Mais de 60% dos usuários entrevistados têm ao menos o curso superior incompleto. Isto em grande parte se deve ao fato da pesquisa ter sido realizada em escolas de ensino superior e postos de trabalho (escritórios e lojas) . A escolaridade dos entrevistados conforme o motivo de uso é apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6 - Escolaridade dos entrevistados**

	Estudo	Trabalho
Fundamental Completo	0,0%	2,5%
Médio Incompleto	0,0%	13,6%
Médio Completo	0,0%	31,4%
Superior Incompleto	77,4%	16,9%
Superior Completo	22,6%	35,6%

A renda familiar média foi questionada utilizando as cinco faixas de renda ou classes sociais (E a A), que o IBGE usa para o ano de 2011 (salário mínimo em R\$ 545). Sendo que a maioria dos entrevistados (45% dos usuários) está segundo o IBGE, na classe E da sociedade, apresentando ate 2 salários mínimos. A Tabela 7 apresenta as os percentuais por faixa de renda.

**Tabela 7- Renda Familiar Média**

	Estudo	Trabalho
até 2 Salários Mínimos	25,8%	41,5%
2 a 4 Salários Mínimos	14,5%	17,8%
4 a 10 Salários Mínimos	24,2%	20,3%
10 a 20 Salários Mínimos	27,4%	10,2%
20 Salários Mínimos ou mais	8,1%	10,2%

Dos entrevistados a maioria, 68% não possui automóvel a disposição, e o restante afirma ter automóvel.

Em relação às características do percurso, a grande maioria dos estudantes (94%) tem bicicletário disponível e mais da metade dos trabalhadores (68%) declararam a existência do mesmo. A maioria dos entrevistados gasta em seus deslocamentos entre 5 a 20 minutos. Sendo que o tempo máximo citado foi de 45 minutos, a média é de 19,4 minutos e a moda é de 20 minutos, conforme Tabela 8.

**Tabela 8 - Tempo médio de deslocamento**

	Estudo	Trabalho
5 a 10 min	29,2%	24,7%
11 a 20 min	44,6%	36,0%
21 a 30 min	16,9%	19,1%
mais que 31min	9,2%	20,2%

A distância média declarada foi de 6,1 km, sendo a máxima de 22 km e a moda de 3 km. A Tabela 9 apresenta a distribuição por faixa de distância.

**Tabela 9 - Distância média do deslocamento**

	Estudo	Trabalho
1 a 5 km	69,4%	56,8%
5 a 10 km	19,4%	28,0%
10 a 20 km	11,3%	13,6%
mais que 20 km	0,0%	1,7%

Mais de 50% dos entrevistados declara usar a bicicleta nos deslocamentos diariamente, sendo que entre os estudantes, a mesma é usada com mais frequência que entre os trabalhadores. (Tabela 10)

**Tabela 10 - Frequência do uso da bicicleta**

	Estudo	Trabalho
1 a 2 x semana	12,9%	16,4%
3 a 4 x semana	24,2%	31,0%
Diariamente	62,9%	52,6%

Quando questionados sobre a influência das condições do tempo na escolha pelo modo de transporte, a maioria (64%) afirmou que quando está chovendo não usa a bicicleta, e pequena parte (4,5%) citou o calor intenso como empecilho, sendo que 31,5% dos entrevistados admitiram que nenhum fator interfere no uso da bicicleta. Os que deixam de usar a bicicleta por algum motivo usam na maioria ônibus para seus deslocamentos, conforme a Tabela 11. A existência de transporte público no trajeto também foi questionada, e 92,2% dos entrevistados disseram ter esta opção de transporte para o deslocamento.

**Tabela 11 - Meio alternativo utilizado**

	Estudo	Trabalho
Ônibus	57,6%	46,7%
A pé	19,7%	15,2%
Automóvel	13,6%	24,7%
A pé, ônibus	3,0%	3,8%
Ônibus, automóvel	3,0%	1,9%
Metrô	1,5%	4,8%
Motocicleta	1,5%	2,9%

Metade dos entrevistados trabalhadores já sofreu algum tipo de acidente usando bicicleta nos seus deslocamentos diários e 34% dos estudantes também responderam afirmativamente a essa pergunta.

Entre os motivos pelos quais escolheram usar a bicicleta para o deslocamento, 50,8% dos estudantes justificaram a escolha pelo fato de ser um transporte barato, rápido e saudável; 9,5% são motivados por ser um meio saudável de deslocamento, 4,8% por ser rápido e 3,2% por ser barato, 7,9% por ser barato, rápido e saudável e ainda faltar transporte público no trajeto. Entre os motivos, ainda foram citados o fato de ser um meio prazeroso, divertido, ecológico, eficiente, pela dificuldade de achar vagas para carros e também como forma de fugir dos congestionamentos.

No grupo de trabalhadores 40,0% disseram por ser barato, rápido e saudável, 12,6% são motivados por acreditarem ser um meio saudável, 17,2% por ser rápido e barato, 2,3% por faltar transporte público e ainda por ser um meio agradável, aliviar o stress, ecologicamente correto, não poluente e por ser um meio prático.

#### **4 ESTIMATIVA DA DEMANDA**

A partir das informações obtidas desenvolveu-se um método simples para estimativa da demanda de viagens por bicicletas. Esta contribuição é importante na medida em que procedimentos de estimativa de viagens para esta modalidade de transporte ainda é muito incipiente no Brasil. Sendo assim, propõe-se com base nos dados da pesquisa dois tipos de procedimentos relacionados com a atratividade de viagens para polos de geração de viagens por motivo trabalho ou estudo. O primeiro procedimento compreende uma estimativa de demanda potencial com base no perfil de usuário e o segundo trata-se de uma modelagem a partir da quantidade de viagens para alguns estabelecimentos.

##### **4.1 Procedimento para estimativa da demanda potencial**

Para Porter et al.(1999), um procedimento inicial para conhecer a demanda potencial compreende responder as perguntas relacionadas a bicicletas, tais como:

- Quantas pessoas irão usar caso uma nova instalação seja construída?
- Qual será o total de aumento da demanda dada uma melhoria na instalação ou rede?

A resposta para as perguntas anteriores pode ser útil para justificar os gastos públicos com projetos relacionados à bicicleta.

As respostas dos questionários usados como instrumento de coleta de informações, forneceu, ao final, o perfil da demanda atual. Assim, a demanda potencial pode ser estimada com base nos fatores relacionados com os usuários, que foram: distância média percorrida, escolaridade no caso dos trabalhadores e idade para ambos os grupos.



Em relação a distância percorrida verificou-se que 70% das pessoas entrevistadas faziam suas viagens em até 6 km numa frequência diária e a média foi de 6.1 km. Assim, analisando os dados podemos definir o perfil potencial de usuários baseado nas características de cada grupo, conforme resumido na Figura 2.

Estudantes	Trabalhadores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo Masculino,</li> <li>• Idade entre 18 e 25 anos,</li> <li>• Não possui automóvel em casa a disposição,</li> <li>• Possui bicicletário na escola,</li> <li>• Percorrem de 1 a 6 km.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sexo Masculino,</li> <li>• Idade entre 26 e 30 anos,</li> <li>• Escolaridade a partir de médio completo,</li> <li>• Não possui automóvel em casa a disposição,</li> <li>• Possui bicicletário no trabalho,</li> <li>• Percorrem de 1 a 6 km.</li> </ul>

**Figura 2 - Perfil do usuário na pesquisa realizada**

O procedimento para determinação do potencial de demanda numa região compreende inicialmente a identificação de polos de atratividade de viagens para estudo ou trabalho. A partir desta identificação, delimita-se uma área de entorno deste polo num raio de distância entre 1 e 6 km e verifica-se o conjunto de estudantes ou trabalhadores que residem neste raio de entorno do polo, e que fazem os trajetos diários para estes polos, e que têm o perfil conforme a Figura 1. Este conjunto de pessoas que trabalham ou estudam nos polos é definido como a demanda potencial de usuários de bicicletas em viagens para estes polos. O raio de influência foi delimitado entre 1 a 6 km, por ser observado na pesquisa que a menor distância percorrida foi de 1 km e acredita-se que até essa distância as pessoas podem se locomover a pé. Um esquema das etapas deste processo de análise da demanda potencial é apresentado na Figura 3.



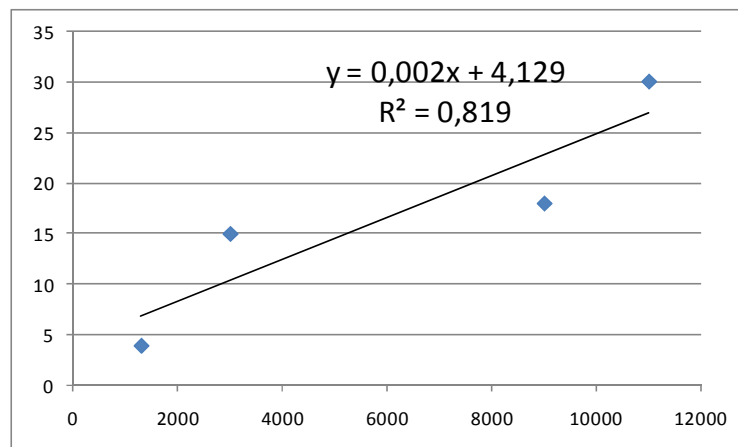
**Figura 3 - Fluxograma para estimativa da demanda potencial**

Esta proposta de identificação da demanda potencial se baseia na ideia que gerou o modelo de Landis (1996), que é um Método de análise das facilidades, citado no citado na seção 2, a partir do qual se procura identificar rotas com maiores potenciais de utilização por usuários de bicicletas em relação a polos de atratividade.

#### 4.2 Estimativa da demanda de viagens atraídas

Esta estimativa compreende a definição de uma função de demanda com base no número de usuários de bicicletas que chegam, no período da manhã, aos shopping centers, relacionando a quantidade de viagens atraídas com o número de trabalhadores e o número de vagas nos bicicletários.

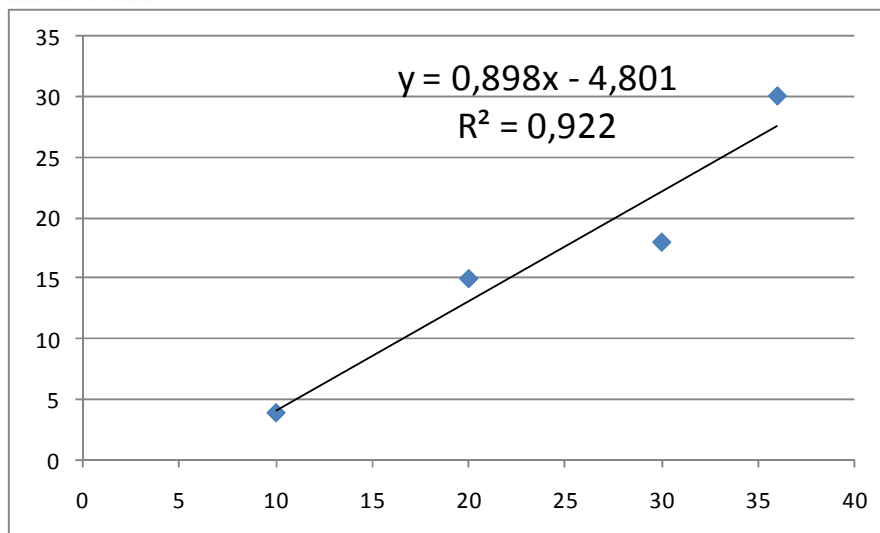
Para isto foram consideradas as pesquisas nos quatro shoppings que colaboraram com o trabalho (Rio Sul, Downtown Shopping, Botafogo Praia Shopping e Norte Shopping). Nestes verificou-se uma taxa semelhante, de aproximadamente 0,32% do total de funcionários se deslocando por bicicleta. E considerou-se, inicialmente, uma equação linear que poderia representar a demanda de acordo com o número de funcionários (trabalhadores). A Figura 4 mostra a equação, relacionando o número de viagens com o número de funcionários no shopping. O coeficiente de determinação  $R^2=0,819$  encontrado para a reta mostra que existe uma grande relação entre o número de funcionários e o número de viagens contadas. Onde  $y$  representa a quantidade de viagens atraídas no pico da manhã e  $x$  o número de funcionários no shopping.



**Figura 4 - Viagens de bicicleta a trabalho x Trabalhadores no shopping**

Numa segunda análise considerou-se o número de viagens( $y$ ) com o número de vagas de bicicleta( $x$ ) em cada shopping. Nesse caso o  $R^2= 0,922$  também apresenta boa relação entre as variáveis (ver Figura 5).

Como as variáveis independentes, número de vagas no bicicletário e número de trabalhadores, têm uma baixa correlação entre si ( $= 0.19$ ), optou-se por buscar uma função de demanda utilizando estas duas variáveis.



**Figura 5 – Viagens de bicicleta a trabalho x Vagas no Bicicletário**

Utilizando as duas variáveis, ou seja, relacionando o número total de viagens com motivo trabalho e com o número total de trabalhadores em cada pólo e o número de vagas no bicicletário, foi encontrada a função:

- *Nº de Viagens pico manhã por motivo de trabalho = 2,881 + 0,08 \* Nº de vagas existentes + 0,0019 \* Nº de trabalhadores em cada pólo*

O R2 encontrado foi de 0,87, no nível de confiança igual a 95%.

Fazendo a mesma relação considerando o intercepto igual a 0, obteve a função a seguir:

- *Nº de Viagens pico manhã por motivo de trabalho = 0,098 \* Nº de vagas existentes + 0,0022 \* Nº de trabalhadores em cada pólo*

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) encontrado nesse caso foi de 0,96, no nível de confiança igual a 95%.

Os valores dos coeficientes Stat T e valor-P para o nível de significância adotado (0,95) estão melhores na função em que a constante foi igual a 0.

Fazendo o mesmo para as escolas, foi possível comparar o IME com a PUC-RJ (que informaram o quadro atual de estudantes) No pico da manhã a PUC teve 135 estudantes chagando de bicicletas e o IME 18 estudantes. Nesse caso, o percentual de usuários que se deslocam por bicicletas é maior do que foi observado nos shoppings, sendo no IME de 5,23% e na PUC-RJ de 0,75% do total de alunos. Não foi gerada a reta que representa essa demanda, pelo fato de só ter dois pontos.

Ao se comparar o número de vagas nos bicicletários com o número de estudantes nas instituições de ensino, a PUC-RJ tem 1 vaga de bicicleta para cada 108 estudantes, enquanto o IME tem 1 vaga para cada 35 estudantes.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração de modelos de projeção da demanda de transportes é uma tarefa complexa que exige uma quantidade de dados, que muitas vezes não estão disponíveis. E uma

estimativa da demanda de usuários de bicicletas é fundamental para implantação de sistemas ciclovitários adequados e para obtenção de recursos para os mesmos. Por isso procurou-se neste trabalho apresentar um método simplificado de estimativa da demanda com base na pesquisa realizada no Rio de Janeiro.

Também conhecer o perfil e os fatores que interferem na escolha pelo modo de transportes, é de fundamental importância para planejar e projetar espaços mais adequados para os usuários de todos os sistemas. A identificação do perfil dos ciclistas pode levar a uma mudança da postura dos setores de planejamento do governo municipal, que em geral é de completo desconhecimento sobre o usuário de bicicleta, permitindo-lhes, baseados em dados, definir políticas e diretrizes para a promoção da bicicleta. Desta forma, as ações sobre o espaço urbano levariam em conta as particularidades de cada possível rota de ciclista e do perfil do usuário que a utiliza, principalmente, em suas viagens casa-escola e casa-trabalho.

Devido à falta de mais informações, as equações encontradas por regressão apresentadas na seção 3, se basearem em apenas 4 pontos, portanto deve-se ter cautela na utilização das mesmas em análise de outros polos. Porém, podem ser consideradas como uma forma simplificada de relacionar as variáveis conhecidas entre as características das viagens e dos polos geradores de viagens e subsidiar outros estudos.

## REFERÊNCIAS

- Cambridge systematics, inc.; Bicycle Federation of America e Replogle, m. 1999a **Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel: Overview of Methods**. Washington, D.C: Federal Highway Administration,.
- Cambridge Systematics, Inc.; Bicycle Federation Of America E Replogle, M.,1999b. **Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel: Supporting Documentation**. Washington, D.C. Federal Highway Administration,.
- IPP-Rio - Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos. Rede de ciclovias incentiva uso de bicicletas na cidade. 2008. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp> [capturado em 30 de abril. 2011]
- Landis, B. E J. Toole (1996) **Using the Latent Demand Score Model to Estimate Use: Forecasting the Future**. Bicycle Federation of America/Pedestrian Federation of America, Washington, DC, EUA.
- Larránaga, A. M.. (2008) **Análise do padrão comportamental de pedestres**. Programa de pós-graduação em Engenharia de Produção. Porto Alegre,
- NCHRP (2006) **Guidelines for Analysis of Investments in Bicycle Facilities**. NCHRP Report 552, Transportation Research Board, Washington, D. C, Disponível em [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp\\_rpt\\_552.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/nchrp/nchrp_rpt_552.pdf).
- Ortúzar J.D., Iacobelli A, Valenze C. (1999) **Estimating demand for cycleway networks**. Transportation Research: Parte A Policy and Practice;
- Richardson, R. J. (1999) **Pesquisa Social – Métodos e Técnicas**. 3a ed. São Paulo: Atlas.
- SMAC - Secretaria Municipal de Meio Ambiente- Rio Capital Bicicleta- - Prefeitura do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/web/smac/exibe> [capturado em 21 de março. 2012]

---

Luiza Pinto Coelho Santos (luizapcfranco@hotmail.com)

Vânia Barcellos Gouvêa Campos ([vania@ime.eb.br](mailto:vania@ime.eb.br))

Pós-graduação em Engenharia de Transportes, Instituto Militar de Engenharia  
Praça General Tibúrcio, 80 – Praia Vermelha, Rio de Janeiro, RJ, Brasil