

# MAC6922 - Tópicos Avançados de Pesquisa em Cidades Inteligentes

Apresentação do artigo

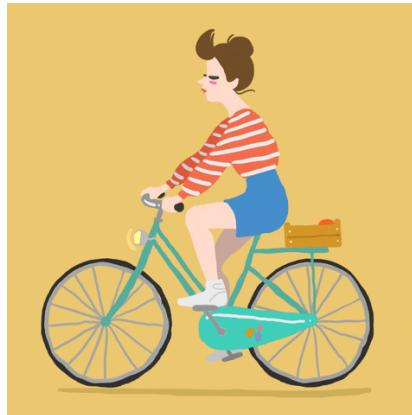
***Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data***

*Transportation Research Part A - 2012*

Autore(a)s: Joseph Broach (Portland State University); Jennifer Dill (Portland State University) e John Gliebe (Resource Systems Group)



## **Que tipos de infraestrutura e políticas podem aumentar os níveis de uso da bicicleta para transporte e em quanto?**



Decisões de interesse:

- onde investir
- que tipo de intervenção / instalação priorizar



## Agregados

Indicaram correlação positiva entre ciclovias e níveis de utilização de bicicletas

## Desagregados ao nível do indivíduo

### De preferência revelada

Há achados contraditórios: alguns indicam correlação entre andar de bicicleta e proximidade de infraestrutura dedicada ou que ciclistas valorizam essas condições, outros não indicam o mesmo.

### De preferência declarada

Em geral, há maior preferência por infraestrutura dedicada. Mas as preferências variam segundo características individuais, como por exemplo, experiência e gênero (mulheres e ciclistas menos experientes preferem mais as estruturas segregadas e evitar grandes volumes de tráfego e altas velocidades).



## Crítica #1

Modelos da América do Norte: não incluem bicicleta em todas as etapas<sup>1</sup> do processo modelagem e planejamento de transportes.

**Quando o modo bicicleta chega a ser considerado, é comum assumir que ciclistas escolhem o caminho da distância mínima entre as origens e os destinos usando uma velocidade fixa de deslocamento.**

Porém, essa abordagem ignora:

- aclives/declives;
- volumes de tráfego;
- presença de ciclovias dentro e fora da rua;
- diferentes motivos de viagem.

*<sup>1</sup> Referente ao modelo 4 etapas clássico: geração de viagens, distribuição de viagens, divisão modal e alocação de viagens (rotas)*



## Crítica #2

### **Método de coleta de dados dominante é o de preferência declarada**

- Mais simples: entrevistados(as) classificam diferentes tipos de instalações / (infra)estruturas segundo suas preferências
- Mais sofisticados: opções de rota são oferecidas lado a lado para escolha, de foram a forçar o(a) respondente a trocar recursos presumivelmente positivos

### **Desvantagens:**

- Até que ponto o(a) participante "traduz" as representações textuais ou pictóricas para suas preferências por instalações reais?
- É provável que os(as) entrevistados(as) tenham em mente suas próprias rotas habituais como pontos de comparação
- É possível que se os(as) participantes acharem que as respostas podem influenciar os resultados das políticas eles(as) alterem suas reais preferências



## Tecnologias

- ArcGis
- Python
- Biogeme

## Fontes de dados oficiais

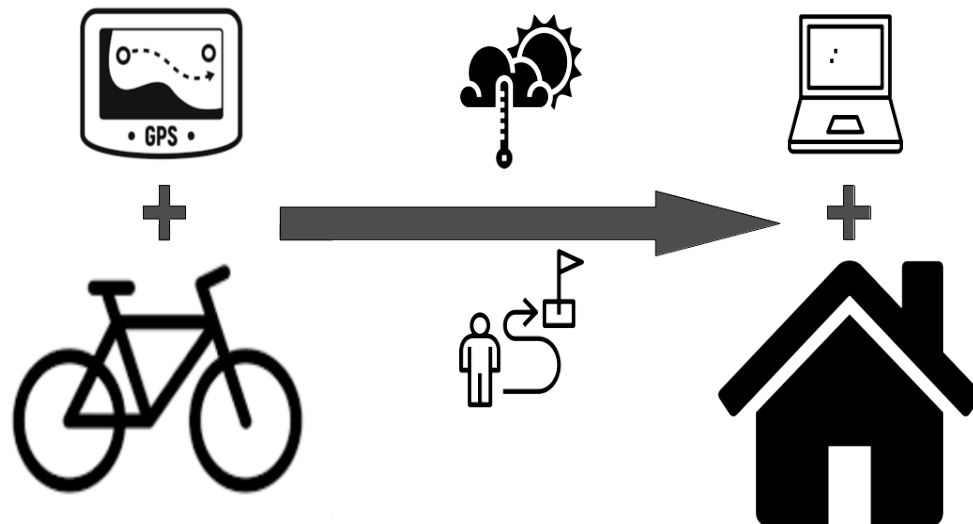
- Oregon Metro: rede base oficial, instalações para bikes, interseções e restrições de direção
- Cidade de Portland: volume de tráfego (contagens automatizadas)

## Rede construída para a pesquisa

- 66 mil nós
- 88 mil links (não direcionais) - A rede foi enriquecida com links não comumente usados para modelar viagens - informais e não mapeados



- **Preferência revelada:** utiliza dados reais de rede e rotas
- **Quem:** 164 ciclistas que pedalavam mais de 1 dia na semana foram recrutados(as) (154 considerados)
- **Quando:** coleta de março a novembro de 2007
- **Como:** dados de geolocalização coletados a cada 3s (GPS)
- **Onde:** Portland (OR) (EUA)





Participantes reponderam a survey antes da coleta de dados com:

- questões sócio-econômicas
- padrões de viagem
- atitudes em relação à bicicleta

Vieses (em relação à população):

- **utilização da bicicleta como meio de transporte<sup>2</sup>**
- **preferência para ciclistas que tinham opção de dirigir** (7% sem carro)
- mais mulheres que a proporção de mulheres ciclistas na população (44% mulheres)
- em média, mais velhos (89% com idade entre 25 e 64 anos)
- em média, mais escolarizados
- em média, mais ricos
- mais frequentemente com empregos formais em período integral
- mais frequentemente com estrutura familiar composta por 2 pessoas

<sup>2</sup> Ao final foram excluídas 10 pessoas que só andaram de bicicleta para fazer atividades físicas.





## Geração do conjunto de rotas possíveis - tarefa complexa

- tamanho e densidade da rede ciclável de Portland
- falta de estudos de preferência revelada na escolha de rotas de bicicleta
- tempos de viagem de bicicleta não são afetados por limites de velocidade, congestionamentos e hierarquia viária da mesma maneira que os tempos de viagem de carros

## Métodos de escolha testados:

- *K-shortest paths*
- *simulated shortest paths*
- *route labeling*

**Nenhum desses métodos foi satisfatório .: desenvolveram uma variação do *route labeling***



## Especificações do modelo

Modelo logit da probabilidade *Path Size* [Eq. (1)]

$$(1) \Pr(i|C_n) = \frac{\exp^{V_{in} + \ln(PS_{in})}}{\sum_{j \in C_n} \exp^{V_{jn} + \ln(PS_{jn})}} \quad (2) PS_{in} = \sum_{a \in I_i} \frac{l_a}{L_i} \frac{1}{\sum_{j \in C_n} \left(\frac{l_j}{L_j}\right)^\gamma \delta_{aj}}$$

Rota  $i$  dado o conjunto de escolhas  $C_n$  onde  $PS$  é o *path size factor* [Eq. (2)] com  $\gamma = 0$

- É provável que a série de opções de rota de um indivíduo esteja correlacionada até certo ponto.
- A inclusão de múltiplos propósitos de viagem e o período geralmente curto de observação provavelmente limitam essa correlação.
- Há variação na escolha de rotas entre as viagens: não parece que os(as) ciclistas sejam "fixados" numa única rota.



## Variáveis utilizadas no modelo

- proporção da rota segundo **inclinação média** (de 2 a 4%, de 4 a 6%, mais de 6%)
- **distância** percorrida e *Path Size* (modelo logit de probabilidade para escolha de rota)
- ponte com **infraestrutura ciclável** (ciclovía/ciclofaixa na rua ou instalação segregada para bicicletas)
- proporção da rota em *bike boulevards*<sup>3</sup> e em ciclorotas fora das ruas
- proporção da rota em ruas sem ciclovía/ciclofaixa com volume de tráfego de 10k a 20k/dia, de 20k a 30k/dia e mais de 30k/dia
- **sinalizações de trânsito** por milha (conversão à esquerda, siga em frente, pare)
- **conversões** (à esquerda e à direita) por milha
- conversão à esquerda sem sinalização de trânsito e volume de tráfego paralelo de 10k a 20k/dia e de mais de 20k/dia
- conversões à direita em cruzamentos sem sinalização cruzando ruas com volume de tráfego de mais de 10k/dia
- conversões à esquerda e movimento retos em cruzamentos sem sinalização cruzando ruas com **volume de tráfego** de 5k a 10k/dia, de 10k a 20k/dia e de mais de 20k/dia



- Após limpeza, foram consideradas 1449 viagens
- Média de ~2,5 viagens/dia (excluídas aquelas com finalidade para exercícios físicos)
- 30% *commute trips* (viagens casa-trabalho e trabalho-casa)
  - distância média ~6km
  - velocidade média ~19km/h
- 70% *non-commute trips* (viagens por outros motivos)
  - distância média ~3,5km
  - velocidade média ~16km/h
- 53% das viagens contavam com algum tipo de infraestrutura
  - 29% *bike lanes* (ciclovias / ciclofaixas)
  - 13% *off street paths*
  - 11% *bike boulevards*<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Ruas que adotaram medidas de acalmamento de tráfego para redução de volumes e velocidades (tráfego misto). Além disso, os controles de tráfego dão prioridade a pedestres e ciclistas.



- Tempos de viagem altamente correlacionados com distância percorrida
- Relações com caminho mais curto da rede:
  - **Rotas observadas eram, em média, um pouco mais longas do que os caminhos mais curtos da rede:** 11% para viagens casa-trabalho/trabalho-casa e 12% para demais viagens
  - 50% de todas as viagens observadas foram menos de 10% maiores que o caminho mais curto
  - 95% de todas as viagens observadas foram menos de 50% maiores que o caminho mais curto
- **Importa mais para os ciclistas desvios de rota relativos do que absolutos:** aumento de 1% na distância reduz a probabilidade de escolher uma rota em 9% para para viagens casa-trabalho/trabalho-casa e 5% para demais viagens.



- **Conversões** provavelmente atrasam e acarretam custo mental de lembrar sequências
- **Frequência de conversões é fator negativo significativo na escolha de rota**
- Uma conversão adicional por milha implica aumento de 4,2% na distância das viagens casa-trabalho/trabalho-casa e 7,4% nas demais viagens.
- Em geral, **sinalização de trânsito diminui a utilidade de uma rota.**
- A sinalização de trânsito pode ser positiva para os ciclistas que desejam fazer conversões em cruzamentos movimentados:
  - Em uma viagem casa-trabalho/trabalho-casa de 1 milha, um ciclista estaria disposto a desviar cerca de 5,9% do seu caminho para evitar uma travessia não sinalizada onde o tráfego cruzado era em média de 10k a 20k veículos/dia. Essa disposição sobre para 10,4% para os demais motivos de viagem.
  - Em uma viagem casa-trabalho/trabalho-casa de 1 milha, um ciclista estaria disposto a desviar cerca de 9,1% do seu caminho para evitar uma conversão à esquerda em um cruzamento sem sinalização com um volume de tráfego de 10k a 20k veículos/dia. Essa disposição sobre para 16,2% para os demais motivos de viagem.

# Resultados e discussão - inclinações



- Foram testados: ganho e perda acumulada de elevação, inclinação média e máxima e algumas variáveis de inclinação não linear
- Melhor desempenho: proporção do comprimento da rota (ganho / distância) em três faixas: 2% a 4%, 4% a 6% e 6%+
- **Subidas diminuem a utilidade de uma rota.**
- Um ciclista estaria disposto a pedalar 1,72 milhas planas se a alternativa fosse 1 milha de 2 a 4% de inclinação.

# Resultados e discussão - infraestrutura



- Controladas outras variáveis no modelo, houve preferência dos ciclistas por *off street paths* seguido dos *bike boulevards*.
- Para viagens casa-trabalho/trabalho-casa pedalar em *off street paths* equivale a diminuir a distância em 16,0% (26,0% para demais viagens).
- Para viagens casa-trabalho/trabalho-casa pedalar em *bike boulevards* equivale a diminuir a distância em quase 10,8% (17,9% para demais viagens).
- **Em ruas sem ciclovias/ciclofaixas, os ciclistas são altamente sensíveis a altos volumes de tráfego.** Portland: ciclovias/ciclofaixas são quase exclusivamente nas ruas arteriais movimentadas, logo, foi difícil isolar o efeito delas do efeito do volume de tráfego.
- Para viagens não relacionadas a trabalho, as ruas com volumes de tráfego acima de 20k veículos/dia seriam usadas apenas se as alternativas de menor tráfego exigirem desvios muito longos (acima de 100%) ou houver outros impedimentos fortes, como colinas íngremes.
- **Os ciclistas eram bastante sensíveis à presença de infraestrutura ciclável nas pontes.**





- Este artigo descreveu o desenvolvimento de um modelo único de escolha de rotas de bicicleta com base nos dados GPS preferidos revelados.
- *Calibrated Labeling Method*: é um novo algoritmo desenvolvido para gerar conjuntos razoáveis de alternativas de rotas para viagens de bicicletas.
- Mesmo os ciclistas regulares preferem rotas que reduzam a exposição ao tráfego de veículos automotores.
- O valor que os ciclistas dão aos *bike boulevards* é uma descoberta relevante: esse tipo de instalação é um conceito relativamente novo nos EUA e, portanto, não foi testado em nenhuma anterior.
- Os *bike boulevards* têm algo mais do que os atrigutos diretamente medidos (velocidades, tráfego, etc.), talvez algo sutil como segurança percebida em números ou navegação simplificada. Isto pode trazer implicações diretas para políticas e planejamento urbano e de transportes já que são intervenções, em geral, mais baratas que ciclovias, por exemplo.