

# IA376A - Tópicos em Engenharia de Computação VII

## Analítica Visual (Visual Analytics) de Dados

Inferência de demanda de passageiros do Circulino  
Análise de tráfego para as rotas do Circulino

Flávio Tonioli Mariotto – RA 820346  
Daniel Xavier Silva – RA 229988



UNICAMP



**1**

**Objetivo**

**2**

**Dados Disponíveis**

**3**

**Metodologia**

**4**

**Modelo de Inferência de Demanda**

**4**

**Modelo de Análise de Tráfego**

**5**

**Conclusões e Próximos Passos**



- **Objetivo principal**
  - Inferir a demanda de passageiros dos ônibus internos da Unicamp (Circulino) e avaliar o trafego histórico nas correspondentes linhas.
  
- **Finalidade da estimativa**
  - Atualmente não há informações sobre a demanda de utilização dos ônibus Circulino nem das condições de tráfego existente em suas rotas.
  - No projeto Laboratório Vivo de Mobilidade Elétrica para Transporte Coletivo na UNICAMP será introduzido um ônibus elétrico que dará apoio aos já existentes.
  - Para o planejamento da rota do novo ônibus elétrico, faz-se necessário conhecer a necessidade dos usuários e as condições de tráfego para que alternativas as rotas existentes possam ser exploradas.

# Agenda



1

Objetivo

---

2

Dados Disponíveis

---

3

Metodologia

---

4

Modelo de Inferência de Demanda

---

4

Modelo de Análise de Tráfego

---

5

Conclusões e Próximos Passos

## Dados disponíveis

- Base de dados de medições\* de trajetos dos circulares internos da Unicamp – Circulino.
  - Coordenadas georreferenciadas
  - Identificação da linha
  - Identificação do ônibus
  - Data e horário

### Base de dados de pontos de parada de ônibus

- Coordenadas georreferenciadas
- Identificação da linha
- Local
- Sequência

\* Medições a cada 2 ou 3 segundos. Histórico de 1 ano.

# Agenda



1

Objetivo

2

Dados Disponíveis

3

**Metodologia**

4

Modelo de Inferência de Demanda

4

Modelo de Análise de Tráfego

5

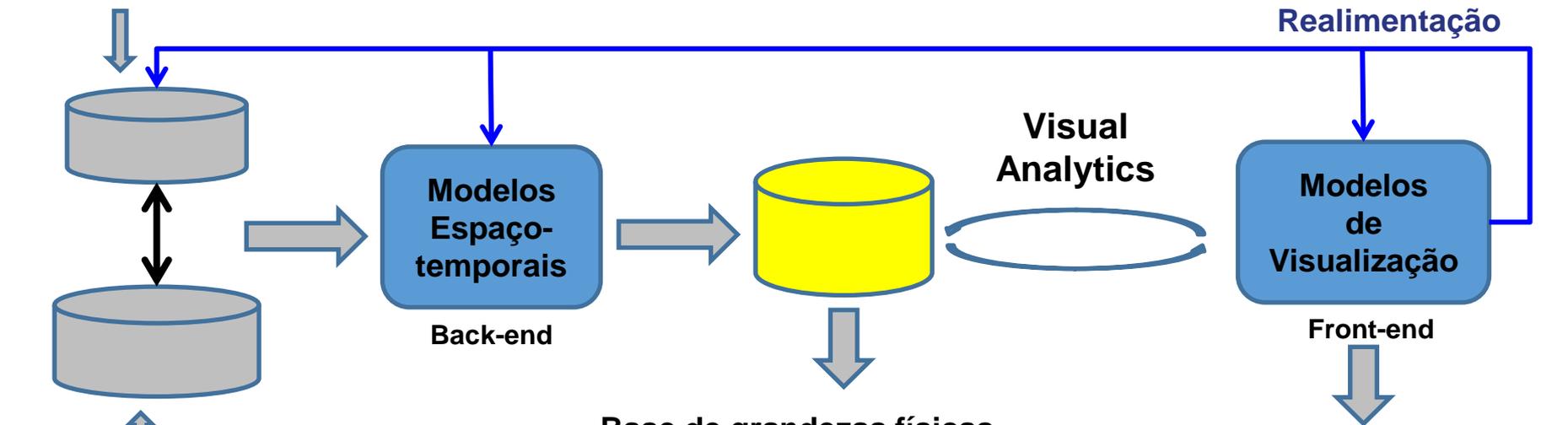
Conclusões e Próximos Passos

# Metodologia



## Base de dados de pontos de parada de ônibus

- Coordenadas georreferenciadas
- Linha, Local, Sequência



## Base de dados de medições

(Registros a cada 3 seg.)

- Coordenadas georreferenciadas
- Data e horário
- Linha, Ônibus circulino

## Base de grandezas físicas (por ponto de parada)

- Aceleração
- Velocidade
- Distância do ponto
- Tempo durante a parada
- Quantidade de paradas
- *Traffic Congestion Score (TCS)*

## Indicadores

- Inferências de demanda
- Condições de tráfego
- Avaliação de:
  - Pontos e locais
  - Dias da semana, mês e horários



## Abordagens de avaliações

- Modelo para inferência de demanda
- Modelo para análise de tráfego

# Agenda



1

Objetivo

---

2

Dados Disponíveis

---

3

Metodologia

---

4

**Modelo de Inferência de Demanda**

---

4

Modelo de Análise de Tráfego

---

5

Conclusões e Próximos Passos

# Modelos para inferência da demanda

## Implementação



### Modelo Espaço-temporal - Rastreamento

- Cálculo das grandezas físicas dos ônibus circulinos
- Etapa de execução em back-end
  - Melhorar tempo de resposta do usuário no processo de visualização
  - Linguagem R
- Estados de avaliação das paradas
  1. Busca de proximidade do ponto por meio de janela de observação
  2. Desaceleração
  3. Parada
  4. Retorno ao movimento (fase de aceleração)
  5. Aceleração máxima do ônibus na retomada
- Cheques de consistência (ausência de perda de medições)

# Modelos para inferência da demanda

## Implementação



### Modelo de Visualização - Painel Circulino

- Apresentação das grandezas físicas dos ônibus circulino
- Etapa de execução em front-end
  - Linguagem R
  - Pacotes para auxiliar na experiência do usuário
    - Shiny – Desenvolvimento de interfaces interativas
    - Leaflet – Visualização interativa de mapas
- Interfaces temáticas
  - Visualização de grandezas físicas
    - Seleccionáveis por ponto, local e horário
  - Mapa temático
  - Dispersão de parada nos pontos e grandezas físicas
  - Interdependência entre linhas, ônibus e data

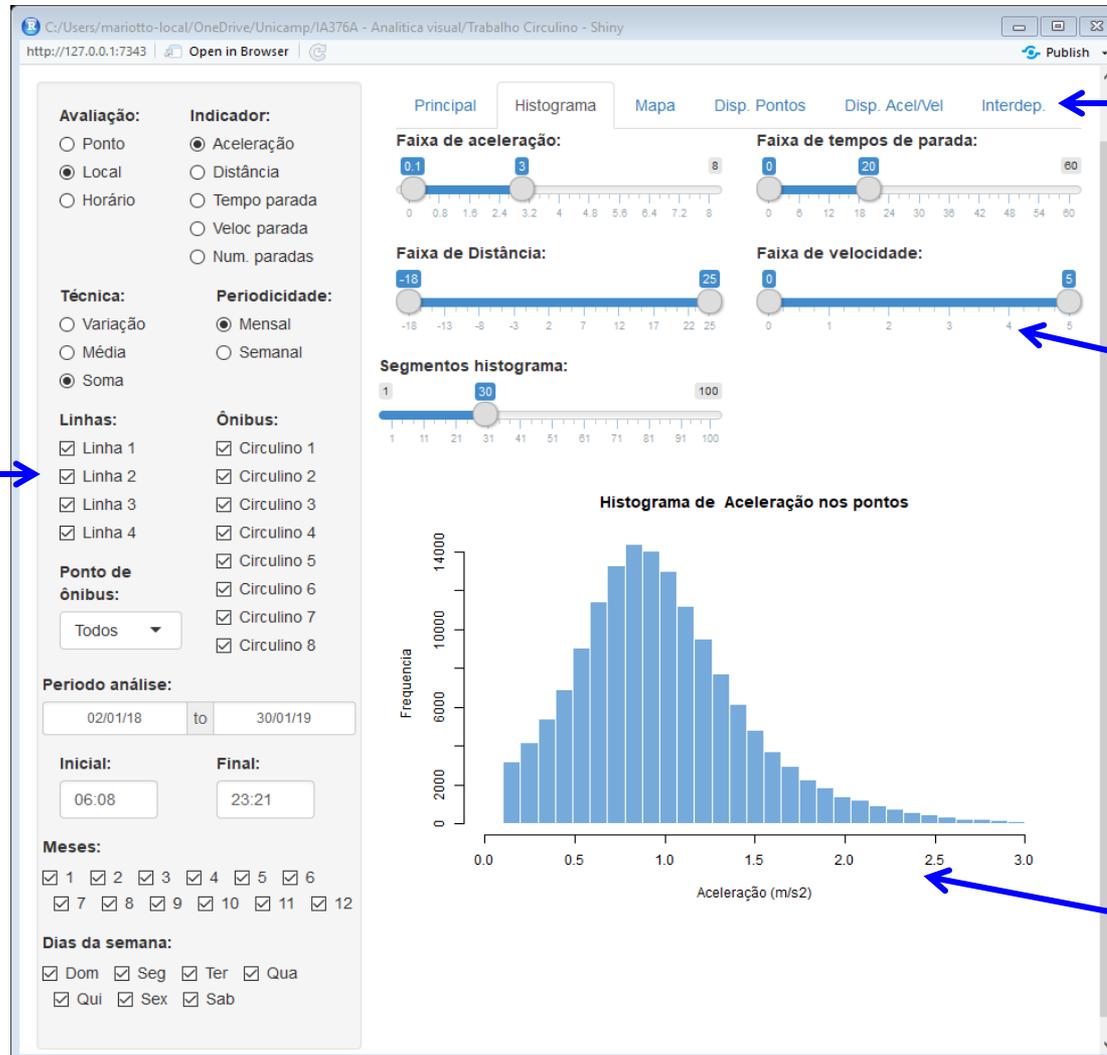
# Modelos para inferência da demanda

## Implementação



Estrutura geral da visualização

Painel de controle básico



Painéis de visualização

Controles auxiliares

Gráficos temáticos

# Modelos para inferência da demanda

## Implementação



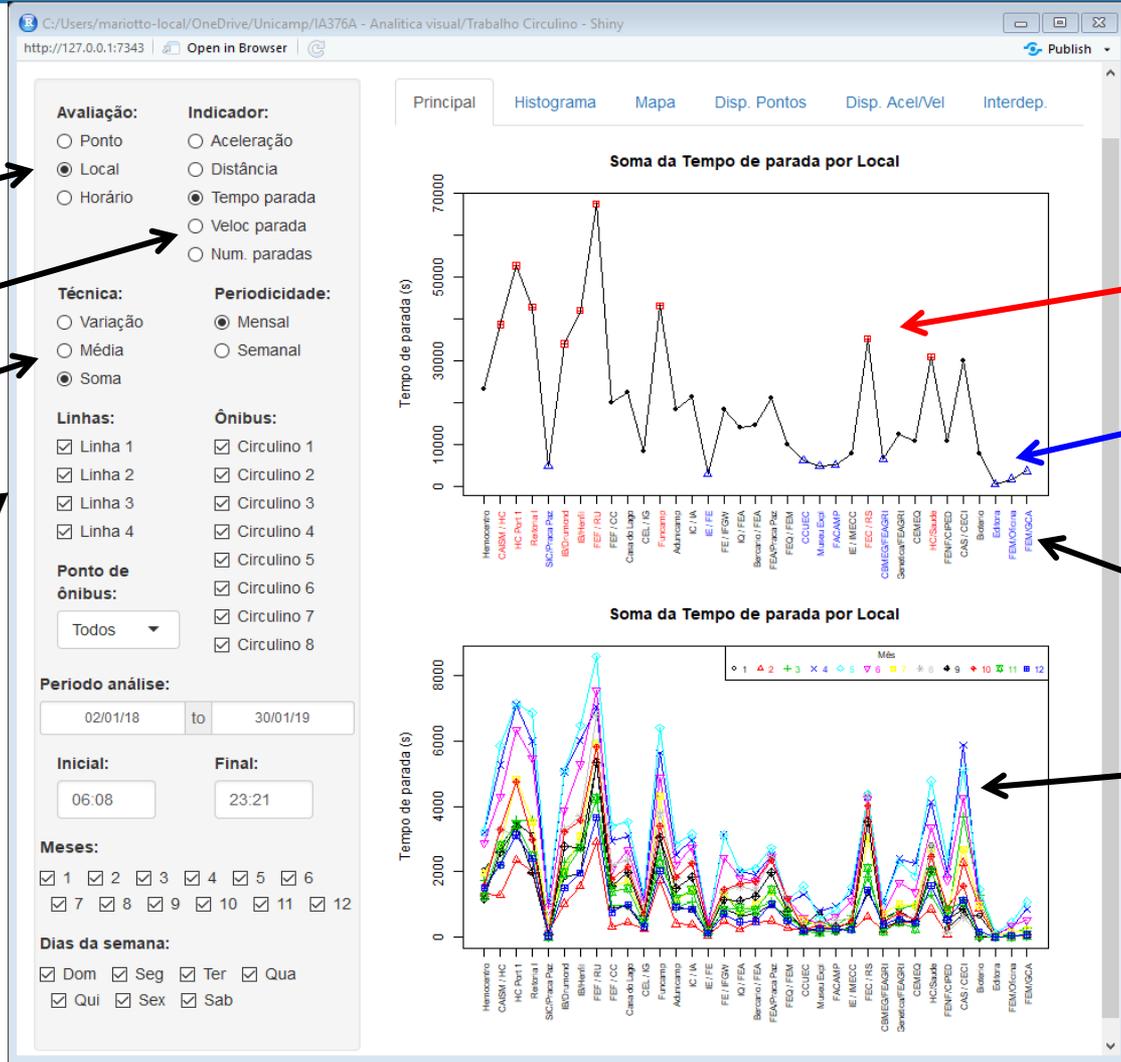
### Visualização grandezas físicas

Objeto de avaliação

Grandezas físicas

Técnica estatística

Filtros



Destaque de resultados no quarto quartil

Destaque de resultados no primeiro quartil

Objeto de avaliação

Variações mensais ou semanais

# Modelos para inferência da demanda

## Implementação



### Mapa temático e interativo

Visualização de indicadores normalizados no mapa

Interatividade conforme a parametrização do usuário

C:/Users/mariotto-local/OneDrive/Unicamp/IA376A - Analítica visual/Trabalho Circulino - Shiny

http://127.0.0.1:7343 Open in Browser Publish

### Painel Circulino!

**Avaliação:**

Ponto  
 Local  
 Horário

**Indicador:**

Aceleração  
 Distância  
 Tempo parada  
 Veloc. parada  
 Num. paradas

**Técnica:**

Variação  
 Média  
 Soma

**Linhas:**

Linha 1  
 Linha 2  
 Linha 3  
 Linha 4

**Ponto de ônibus:**

Todos

**Período análise:**

02/01/18 to 30/01/19

**Inicial:** 06:08 **Final:** 23:21

**Meses:**

1  2  3  4  5  6  
 7  8  9  10  11  12

**Dias da semana:**

Dom  Seg  Ter  Qua  
 Qui  Sex  Sab

Principal Histograma Mapa Disp. Pontos Disp. Acel/Vel Interdep.

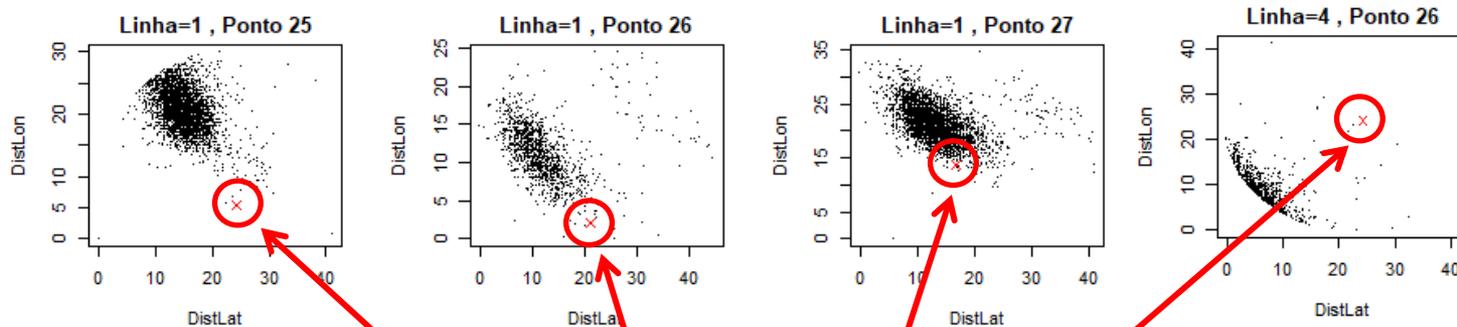
**Selecção de objetos para visualização**

- Pontos
- Tempo soma por ponto
- Linha 1
- Linha 2
- Linha 3
- Linha 4

**Trajeto da linha do ônibus**

### Problemas encontrados

- Ausência de registros
  - Cheque de suficiência de registros no entorno dos pontos de ônibus
  - Validar ou descartar a medida baseadas em gaps de tempo e deslocamentos
- Paradas irregulares nas proximidades dos pontos
  - Necessário reavaliar o posicionamento do ponto



Exemplos de coordenadas de pontos de pontos de ônibus deslocadas



Reavaliação de posicionamento dos pontos

# Modelos para inferência da demanda

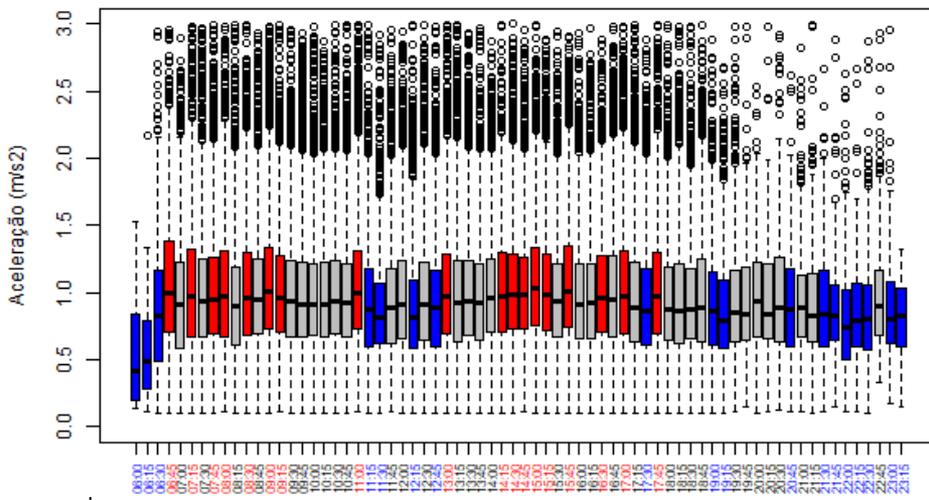
## Resultados

### Avaliação dos indicadores – **Aceleração**

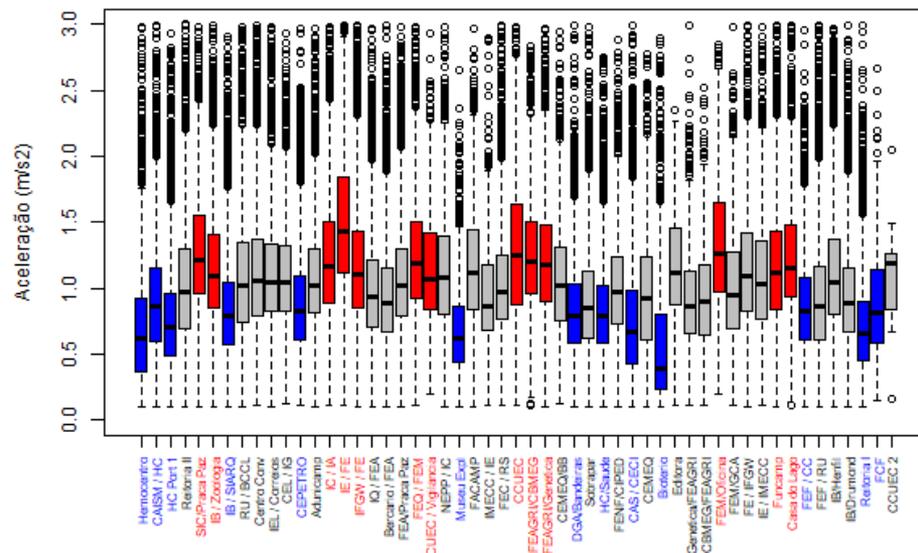
- Ônibus podem acelerar até 45% mais quando vazio em relação à lotação máxima
- Resultados apresentaram
  - Diferenças moderadas entre pontos
  - Uniformidade horária no consolidado dos pontos, exceto entre 6:00 e 6:30
  - Discreta diminuição no horário do almoço em alguns pontos
- Variabilidades sugerem dependência de:
  - Restrições de mobilidade em pontos de ônibus
  - Condição do tráfego
  - Lotação

**Nesse experimento, seria pobre uma associação entre aceleração e lotação do ônibus**

Variação da Aceleração por Horário



Variação da Aceleração por Ponto de parada



# Modelos para inferência da demanda

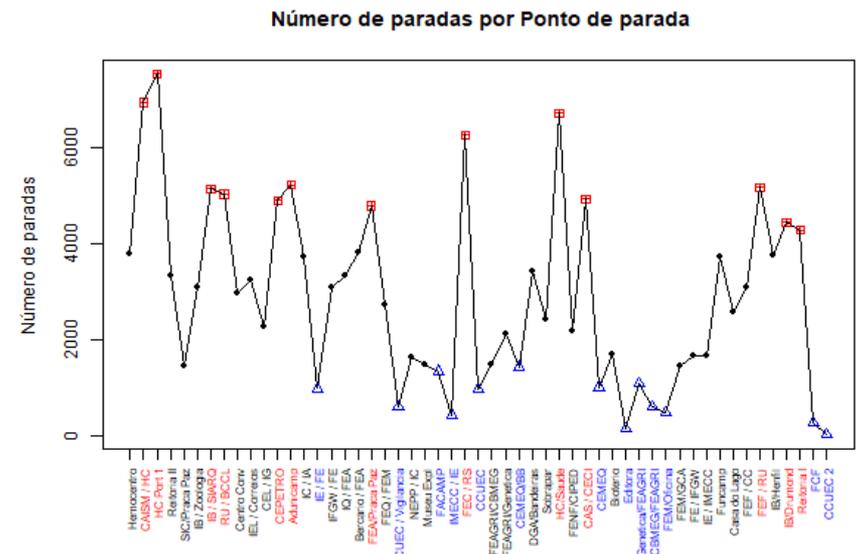
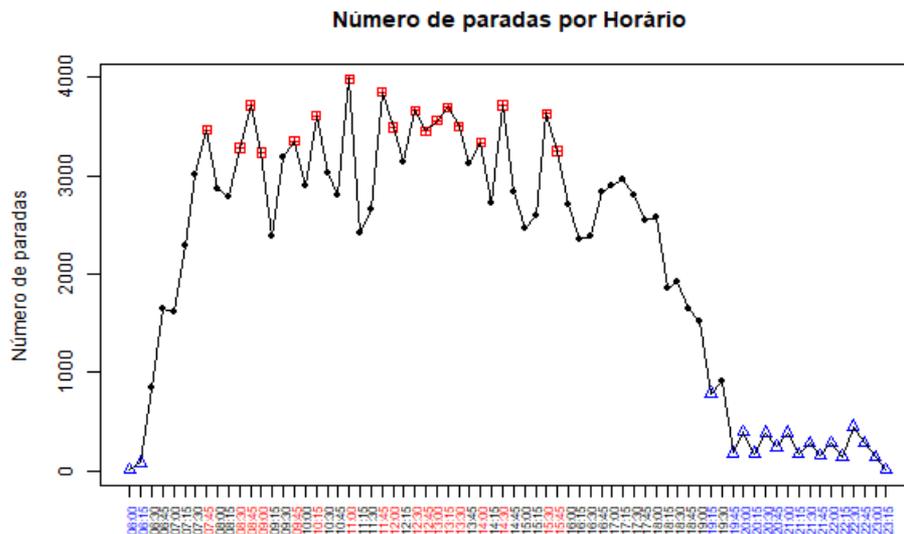
## Resultados

### Avaliação dos indicadores – Número de paradas

- Resultados apresentaram:
  - Diferenças significativas entre pontos e horários
  - Grande quantidade de paradas entre 6:30 e 18:00
  - Baixa incidência de paradas no período da noite (baixa oferta de serviços)

Associação com números de passageiros que entram ou saem não pode ser estabelecida

**Resultados sugerem forte associação entre o número de paradas com os locais e horários com interesse de transporte pelos passageiros**



# Modelos para inferência da demanda

## Resultados

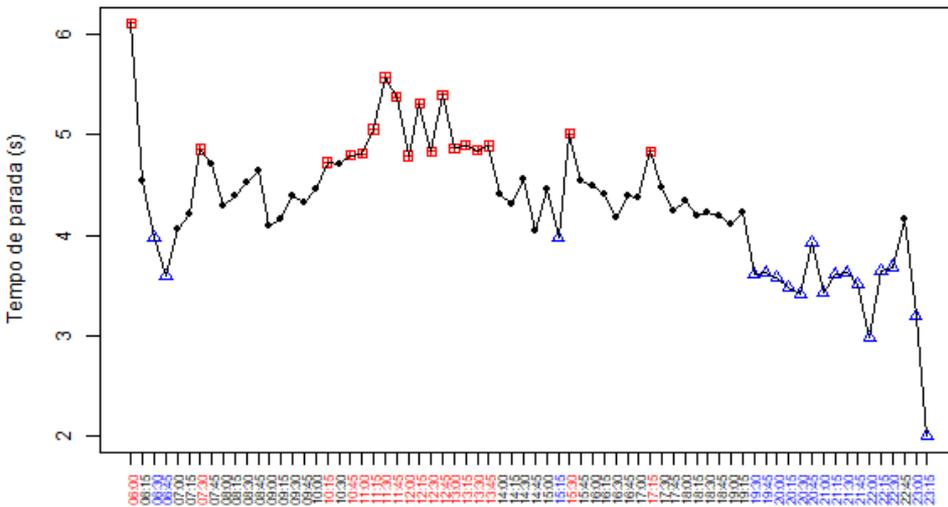
### Avaliação dos indicadores – Média do tempo de paradas

- Resultados apresentaram:
  - Diferenças grandes entre pontos
  - Diferenças moderadas entre horários
  - Tempos superiores ao longo do período do almoço

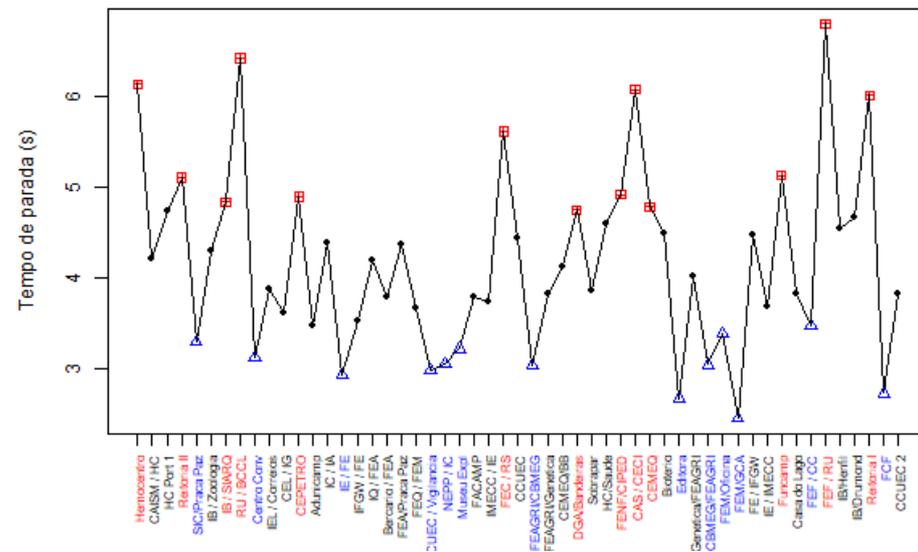
O tempo de parada pode estar associação com números de passageiros que entram ou saem dos ônibus

**Resultados sugerem associação entre o tempo médio de paradas aos locais com maior fluxo de passageiros por ônibus**

Média da Tempo de parada por Horário



Média da Tempo de parada por Ponto de parada



# Modelos para inferência da demanda

## Resultados

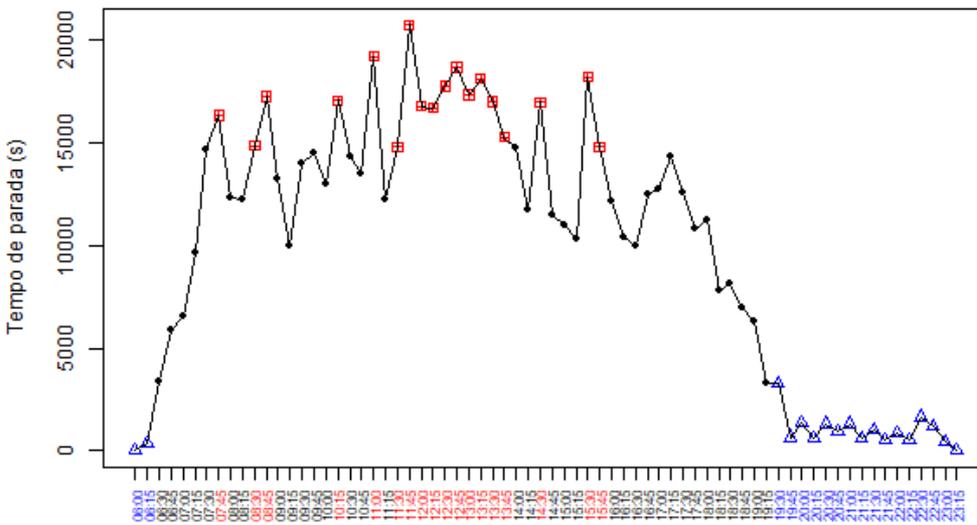
### Avaliação dos indicadores – Somatória do tempo de paradas

- Resultados apresentaram:
  - Diferenças grandes entre pontos e horários
  - Somatórias superiores ao longo do período do almoço e picos isolados na manhã e tarde

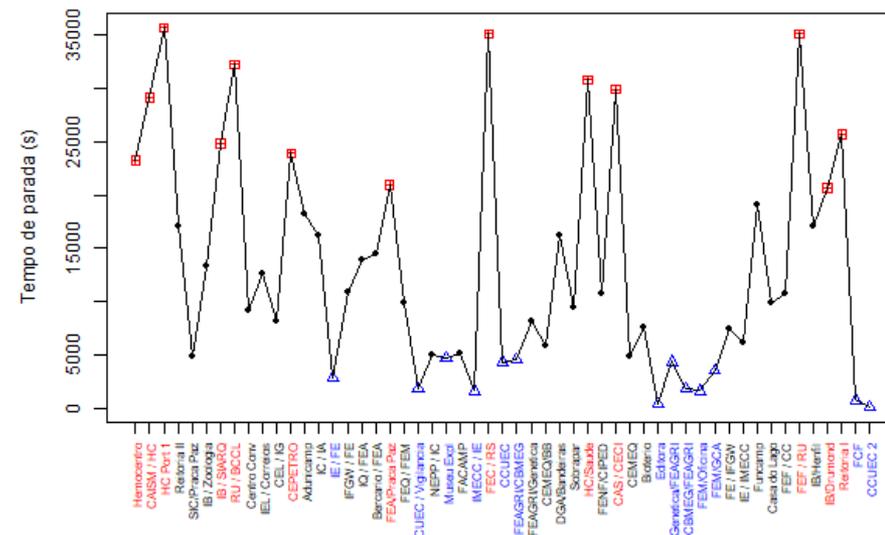
A somatória de tempos de parada combina resultados de número de paradas com o tempo médio das paradas

**Resultados sugerem associação entre a somatória de tempos de paradas aos locais e períodos com maior demand de passageiros**

Soma da Tempo de parada por Horário



Soma da Tempo de parada por Ponto de parada

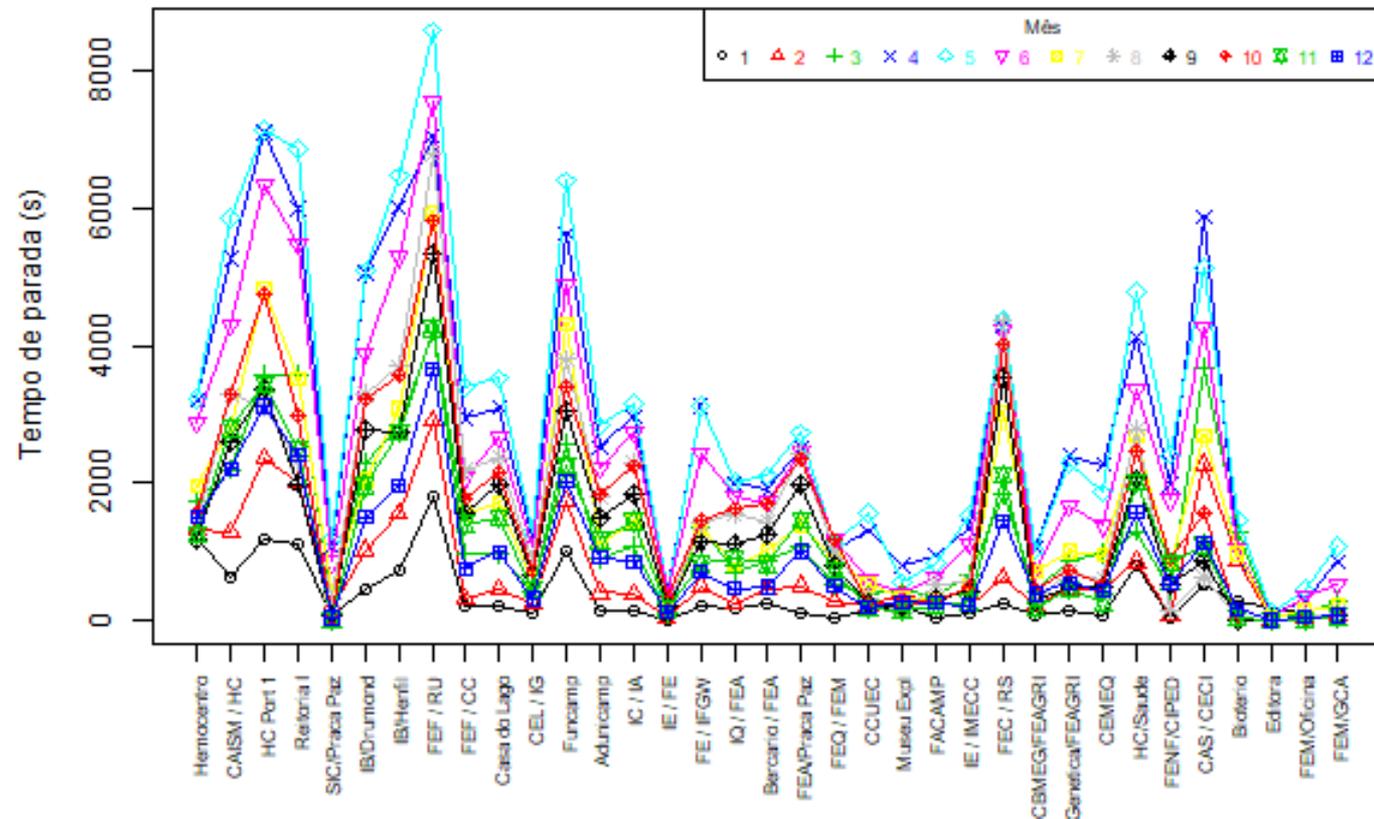


### Avaliação dos indicadores – Somatória do tempo de paradas

Sazonalidade da demanda de passageiros:

- Maior interesse:
  - Abril, Maio e Junho
- Menor interesse
  - Janeiro e Fevereiro

Soma da Tempo de parada por Local





# Agenda



1

Objetivo

---

2

Dados Disponíveis

---

3

Metodologia

---

4

Modelo de Inferência de Demanda

---

**4**

**Modelo de Análise de Tráfego**

---

5

Conclusões e Próximos Passos



## Modelo Espaço-temporal – Análise de tráfego

- Cálculo de intervalo de tempo entre duas paradas consecutivas.
- Classificar os dados em trecho, horário.
- Cálculo do TCS

$$S(v, v_{ref}) = \begin{cases} 1 - \frac{v}{v_{ref}}, & |v| < v_{ref} \\ 0, & c.c. \end{cases}$$

$$S(t, t_{ref}) = \begin{cases} 1 - \frac{t_{ref}}{t}, & |t| > t_{ref} \\ 0, & c.c. \end{cases}$$

O  $t_{ref}$  utilizado é a moda dos dados em um mesmo trecho no intervalo entre o menor valor e primeiro quartil.



## Modelo Espaço-temporal – Análise de tráfego

- Cálculo de intervalo de tempo entre duas paradas consecutivas.
  - Estabelecer a distância do ônibus para com os pontos;
  - Avaliar a janela de tempo em que a distância do ônibus é menor que um certo limiar;
  - A hora capturada é dada pela distância mínima do ônibus nesta janela de distância.

# Gráficos

## Análise de Tráfego

### Painel Analisador de Histórico de Tráfego

Selecione as Linhas de ônibus:

1

Insira a data início:

2018-07-16

Insira a data fim:

2018-07-19

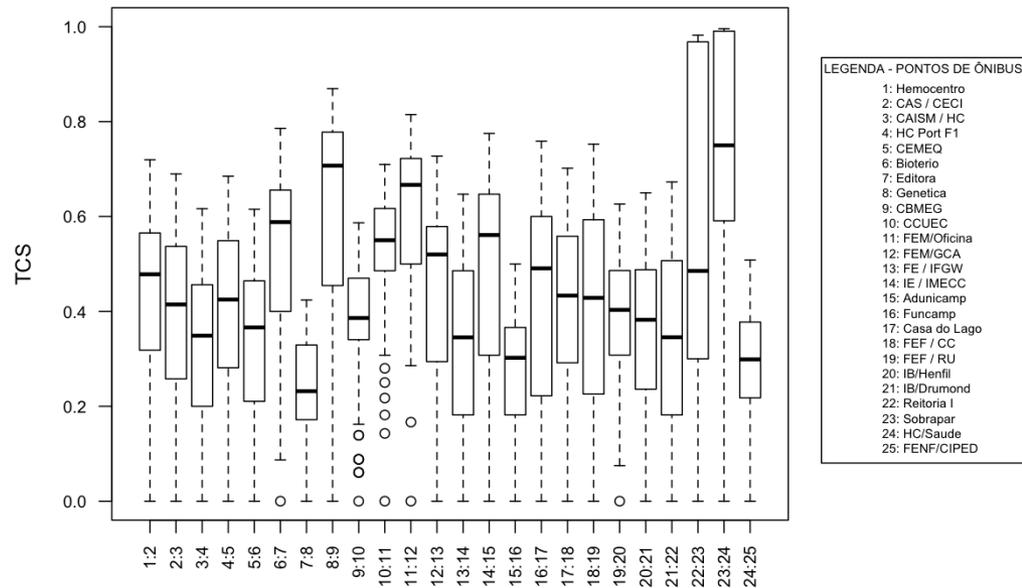
Processar

Sumário

Análise TCS - Itinerário

Análise TCS de trechos - Hora

**Análise de TCS para Circular Interno**  
**Linha: 1 Ônibus: 5, 6, 7, 8**  
**de 2018-07-16 até 2018-07-19**



# Gráficos

## Análise de Tráfego



### Painel Analisador de Histórico de Tráfego

**Selecione as Linhas de ônibus:**

1

**Insira a data início:**

2018-07-16

**Insira a data fim:**

2018-07-19

Processar

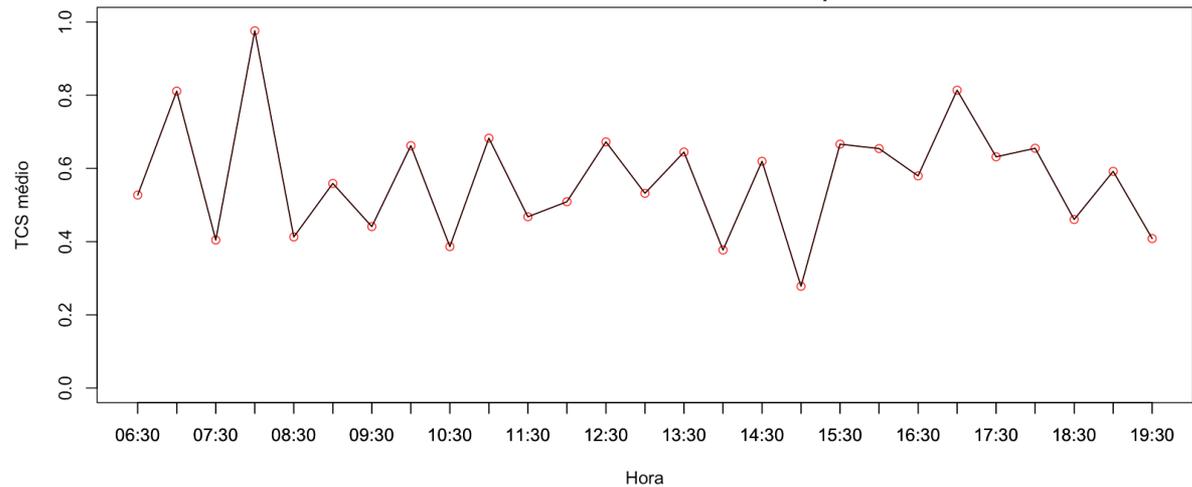
[Sumário](#)
[Análise TCS - Itinerário](#)
[Análise TCS de trechos - Hora](#)

Insira o número do trecho do ponto de ônibus:

22

Gerar

**TCS médio em função da hora**  
 Linha: 1; Ônibus: 5, 6, 7, 8; entre 2018-07-16 e 2018-07-19  
 Trecho: Reitoria I / Prefeitura -> Sobrapar



# Resultados Gráficos



## Painel Analisador de Histórico de Tráfego

Selecione as Linhas de ônibus:

1

Insira a data início:

2018-07-16

Insira a data fim:

2018-07-19

Processar

Sumário

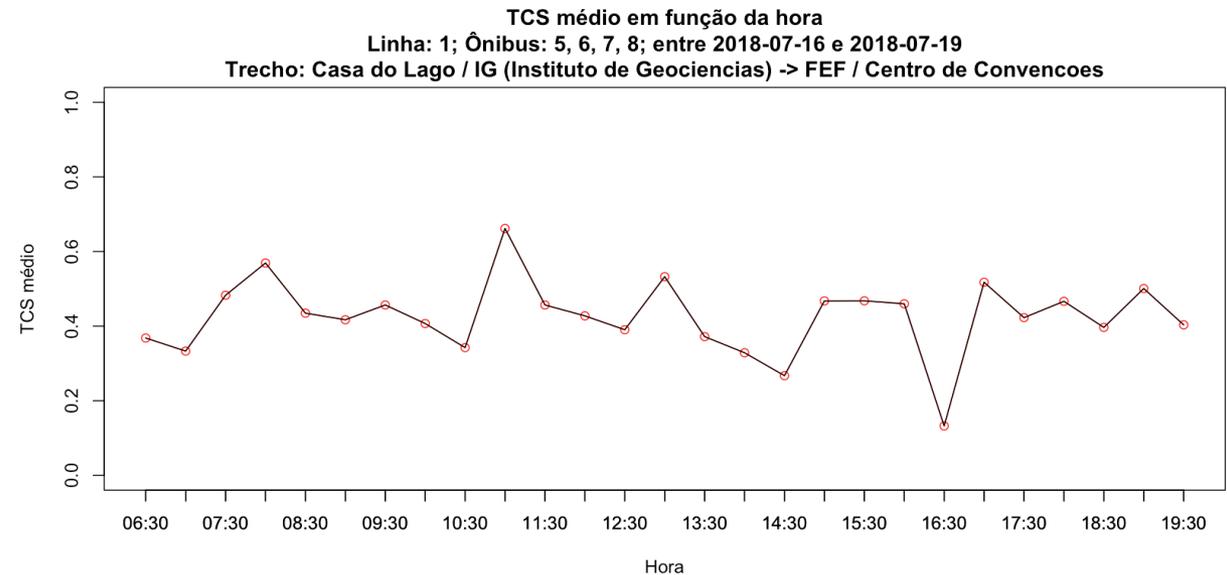
Análise TCS - Itinerário

Análise TCS de trechos - Hora

Insira o número do trecho do ponto de ônibus:

17

Gerar



# Agenda



1

Objetivo

2

Dados Disponíveis

3

Metodologia

4

Modelo de Inferência de Demanda

4

Modelo de Análise de Tráfego

5

Conclusões e Próximos Passos

## Conclusões e Próximos Passos



- Os resultados se mostraram intuitivos.
  - Foram decorrentes da aplicação da analítica visual.
  - A primeira hipótese não correspondeu a expectativa inicial.
  - Há necessidade ainda de conferências mediante validação amostral em campo.
- Uma maior precisão poderia ser obtida com amostras de tempo menores na base de medições (rastreamento).
- Os modelos de demanda e de tráfego podem ser aplicado em outros casos:
  - Possuem facilidade de configuração;
  - Requerem basicamente a sequência dos pontos e suas coordenadas georreferenciadas.
- As técnicas aprendidas na disciplina foram aplicadas para a melhoria do processo de análise.

# Agenda



# FIM