

Controle de Semáforos Para Veículos de Emergência

Rodrigo Gonçalves de Branco

Prof. Edson Norberto Cáceres

Prof. Ronaldo Alves Ferreira

09 de Novembro de 2022

Faculdade de Computação

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Trânsito é um problema que só aumenta...

Chance de sobrevivência - 7 a 10% menos a cada minuto

Semáforo de tempo fixo não priorizam Veículos de Emergência (VE)

Urban Area	Impact Rank (2020 Rank)	Hours Lost in Congestion (2021 Rank)	Change from Pre-COVID	Last Mile Speed (mph)
 Belo Horizonte	57 (27)	58 (68)	-64%	13
 São Paulo	78 (24)	45 (155)	-70%	15
 Porto Alegre	397 (158)	24 (473)	-52%	20

INRIX Scorecard [Pishue, 2021]

Definição do Problema

Atraso percebido por um VE no Trânsito

Uso de preempção de semáforos



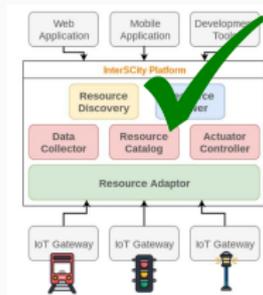
Não impactar (muito) os veículos no entorno



Comunicação entre veículos



Middleware Smartcity - InterSCity



Algoritmo 2.1: Algoritmo proposto em [Kapusta et al., 2017]

```
1 while VE está em Emergência do
2   TempoDeChegada  $\leftarrow \frac{d}{v_{VE}}$ ;
3   if  $T_\beta \cdot \text{DuracaoDoCiclo} < \text{TempoDeChegada} < T_\alpha \cdot \text{DuracaoDoCiclo}$  then
4     if TamanhoDaFila  $> s_\alpha$  then
5       Aumentar a duração do ciclo verde;
6     end
7     if TamanhoDaFila  $> s_\beta$  then
8       Diminuir a duração do ciclo vermelho;
9     end
10  end
11  if TempoDeChegada  $< T_\beta \cdot \text{DuracaoDoCiclo}$  then
12    if faseAtual == faseVerde then
13      Mantenha a Fase Verde;
14    end
15    if faseAtual == faseVermelha then
16      Altere para a Fase Verde;
17    end
18  end
19 end
20 Retorne para o programa original do semáforo;
```

Algoritmo 3.1: Algoritmo Proposto

```
1 while VE está em Emergência do  
2    $TempoDeChegada \leftarrow \frac{d}{v_{VE}};$   
3    $Q_{flush} \leftarrow \frac{Q^k}{r};$   
4   if  $Q \leq \frac{v^2}{2a}$  then  
5      $Q_{flush} \leftarrow Q_{flush} + \sqrt{\frac{2Q}{a}};$   
6   end  
7   else  
8      $Q_{flush} \leftarrow Q_{flush} + \frac{v}{a} + \frac{Q - \frac{v^2}{2a}}{v};$   
9   end  
10  if  $TempoDeChegada - (Q_{flush} + t_{flush}) \leq 0$  then  
11    Altere para a Fase Verde;  
12  end  
13 end  
14 Retorne para o programa original do semáforo;
```

Simulação

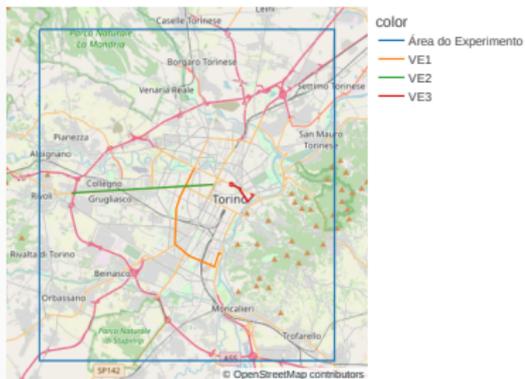
- Simulador Microscópico - SUMO
- API - TraCI
- Linguagem Python
- Código preparado para integração com um Middleware Smartcity - InterSCity

Objetos de Comparação

- [Kapusta et al., 2017]
- RFID
- Lógica Fuzzy [Djahel et al., 2015]
- Tudo Verde - Hipotético

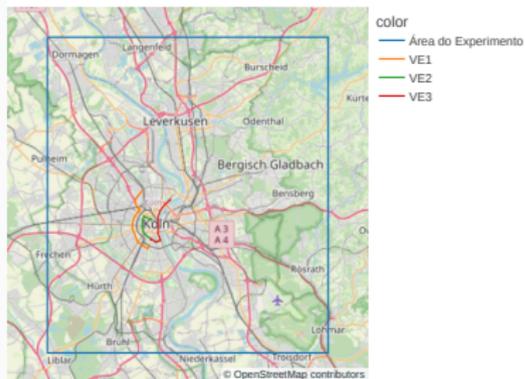
Cenários

Rotas - Cenário Turim



(a) Turim - Itália

Rotas - Cenário Colônia



(b) Colônia - Alemanha

Veículos de Emergência

VE	Distância	Semáforos
VE1	9.961,68m	35
VE2	9.952,10m	19
VE3	5.300,60m	33

(a) Turim - Itália

VE	Distância	Semáforos
VE1	8.351,42m	26
VE2	5.044,34m	27
VE3	6.344,31m	24

(b) Colônia - Alemanha

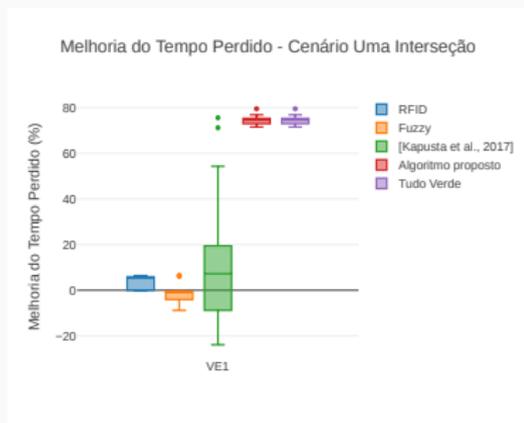
Parâmetros de Execução

- Rotas estáticas para os VEs
- Rotas dinâmicas para os outros veículos
- Teleporte com 300 segundos
- OBS: O VE nunca é teleportado

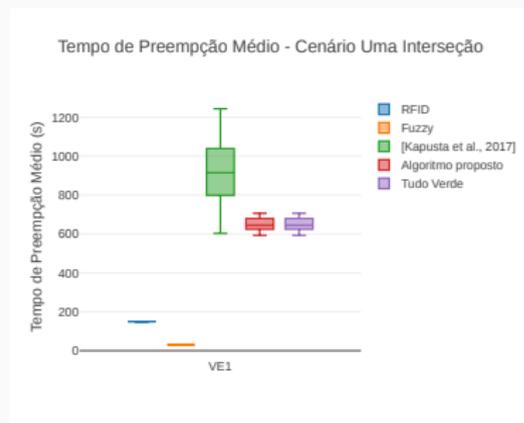
Parâmetros de Execução

- Medição de Tempo Perdido
- Distribuição Desconhecida dos dados - Método de Thompson
- Confiança de 90% para os percentis entre 15º e 85º
- Equipamento: dois Xeon E5-2630, 396GB de RAM, Linux/Debian 8.11, Sumo 1.8, Python 3.5.3

Cenário - Uma intersecção

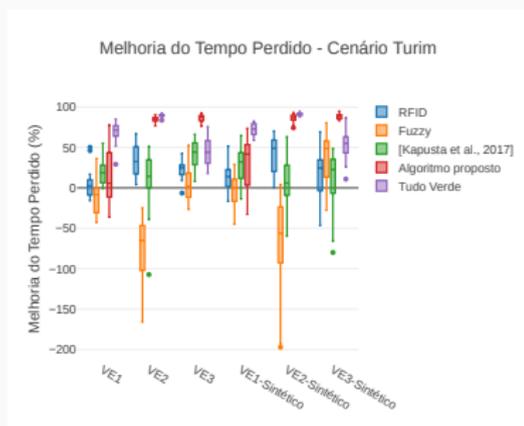


(c) Melhoria do Tempo Perdido (%)

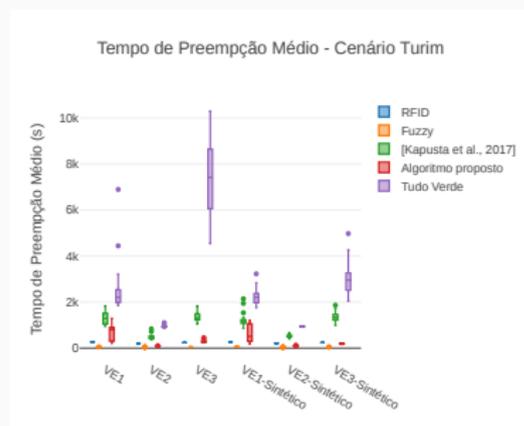


(d) Tempo de Preempção Médio (s)

Cenário - Turim - Itália

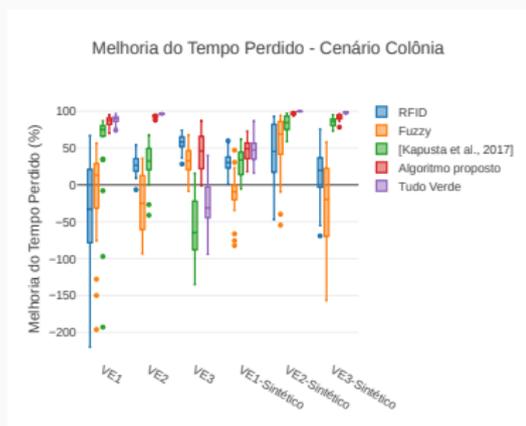


(e) Melhoria do Tempo Perdido (%)



(f) Tempo de Preempção Médio (s)

Cenário - Colônia - Alemanha



(g) Melhoria do Tempo Perdido (%)



(h) Tempo de Preempção Médio (s)

- Apenas 1 VE por vez (política de priorização)
- Detecção de bloqueios nas vias
- Dados individuais de cada semáforo
- Considerações sobre segurança das ordens
- Integração com o Middleware InterSCity [Batista et al., 2016]

Considerações Finais

Código Fonte - <https://github.com/rodrigogbranco/traffic-light-control>

Agradecimentos: INCT - CNPq (proc. 465446/2014-0), CAPES e FAPESP (procs. 14/50937-1 e 15/24485-9)

Contato: rodrigo.g.branco@gmail.com

