

Análise de Dependabilidade e Performabilidade em Sistemas BRT's.

Renata Pedrosa Dantas

Orientador: Prof. Dr. Paulo Maciel

AGENDA



- Problemática / Motivação;
- Objetivos;
- Modelo de Alto Nível;
- Modelos Propostos;
- Estudo de Caso I;
- Estudo de Caso II;
- Modelo de Disponibilidade Considerando a Frota;
- Contribuição;
- Próximos Passos.

- Aumento de demanda;
 - Tráfego intenso na cidade de Recife;
 - Qualidade de atendimento questionada pela comunidade;
 - Pressão da sociedade pela melhoria do transporte;
 - Implantação do Sistema BRT em Recife;
 - Eficiência ambiental do sistema.
-
- Problema de Pesquisa:
 - De que maneira a análise de dependabilidade e performabilidade pode promover a melhoria no processo de planejamento de infraestrutura e serviços nos sistemas de transporte urbano, em foco o sistema BRT (Bus Rapid Transit)?

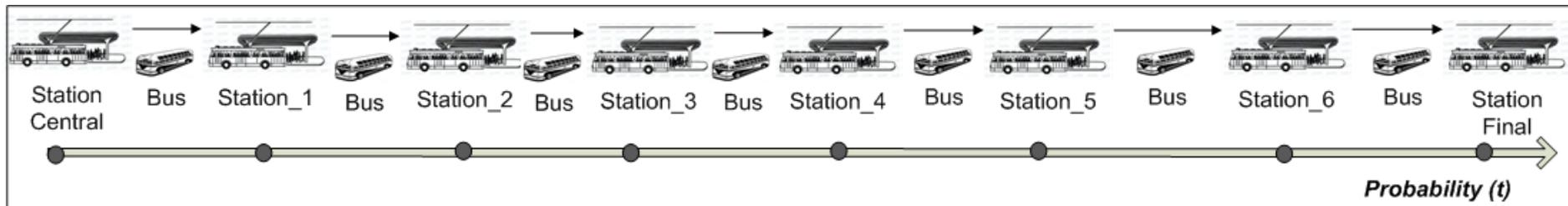
- **Objetivo Geral**

- Desenvolver um estudo de dependabilidade e performabilidade do Sistema BRT como forma de prover alternativas ao planejamento de sistemas de transportes urbanos.

- **Objetivo Específicos**

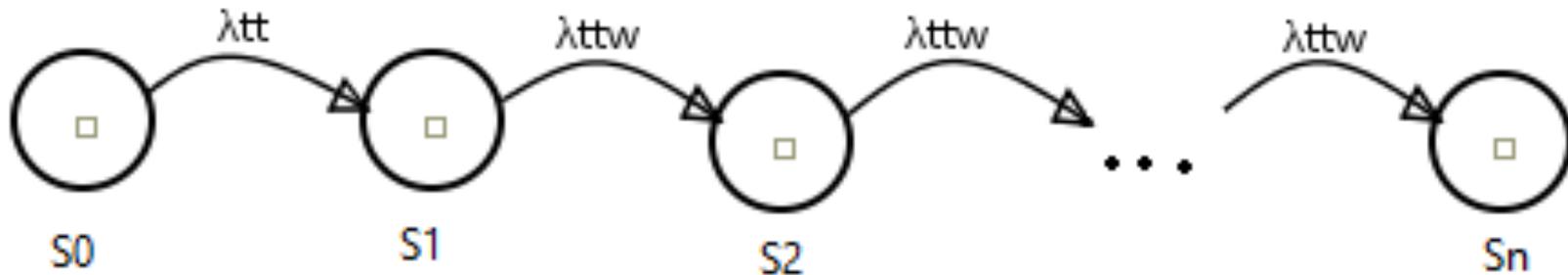
- Identificar e propor métricas de dependabilidade e desempenho para análise dos sistemas de transporte BRT, sob a perspectiva da relação custo, frota, demanda, tempo e ambiental;
- Construir modelos para representação e análise do Sistema BRT;
- Propor um framework para incrementar melhorias no sistema;
- Desenvolver modelos para implantação de possíveis novas rotas de BRT.

MODELO DE ALTO NÍVEL



MODELOS PROPOSTOS

1 - CTMC Model for bus arrival probability - Performance



Hipoexponential Distribution

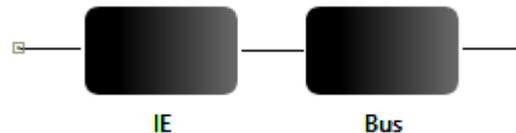
$$PFD = \sum_{i=1}^k a_i \lambda_i e^{-\lambda_i t}, t > 0,$$

$$\text{with, } a_i = \prod_{j=1, j \neq i}^k \frac{\lambda_j}{\lambda_j - \lambda_i}, 1 \leq i \leq k$$

$$MTTA = \bar{X} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{\lambda_i}$$

2- Modelo de Dependabilidade

System Model



IE: Modelo

Bus: 7000h site volvo (troca de óleo)

***** Steady-state Results *****

MTTF: 117.97752808987582

MTTR: 1.0171348314605706

Availability: 0.9914522651143357

Number of 9's: 2.068148956264475

Uptime: 8690.88492638467 hours

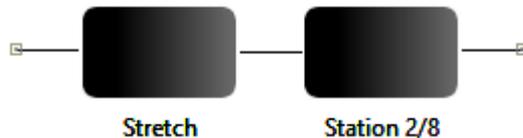
Downtime: 74.92784361533056 hours

MODELOS PROPOSTOS



2- Modelo de Dependabilidade

Infrastructure Model



Station Model



Trecho: 6 acidentes p/ mes = $720/6 = 120h$
mttf

Mttr: 1h tempo de liberação da via

Station: mttf e mttr anterior

***** Steady-state Results *****

MTTF: 119.999999999999054

MTTR: 0.9999999999999176

Availability: 0.9917355371900827

Number of 9's: 2.082785370316452

Uptime: 8693.368036363638 hours

Downtime: 72.4447336363634 hours

MTTF: 40000h (Fonte: http://www.ems-limited.co.uk/uploaded_images/Op-instMPR112.pdf)

***** Steady-state Results *****

MTTF: 41999.99975267276

MTTR: 0.002624343902724251

Availability: 0.999999937515625

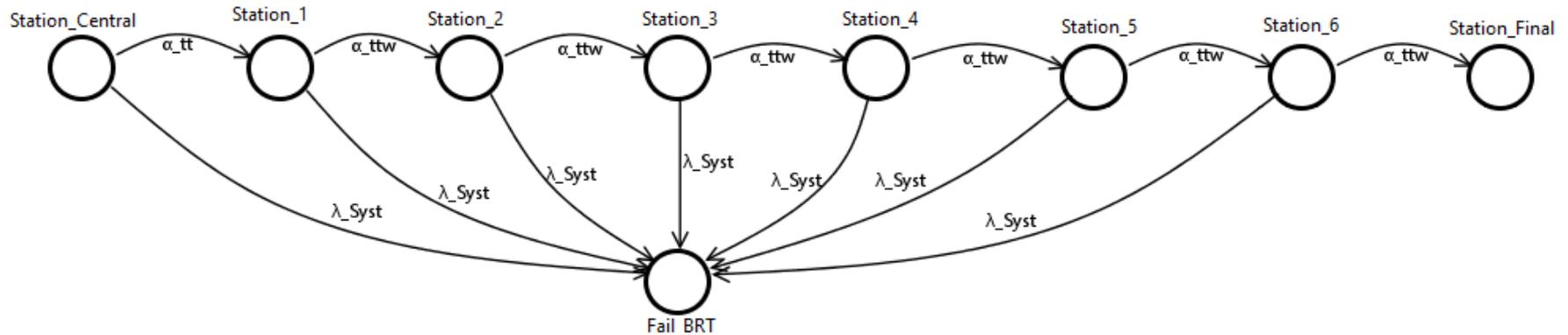
Number of 9's: 7.204228569798631

Uptime: 8765.81222273667 hours

Downtime: 5.477263323657154E-4 hours

MODELOS PROPOSTOS

3 - Modelo de Performabilidade



MODELOS PROPOSTOS

3 - Modelo de Performabilidade Caso 2

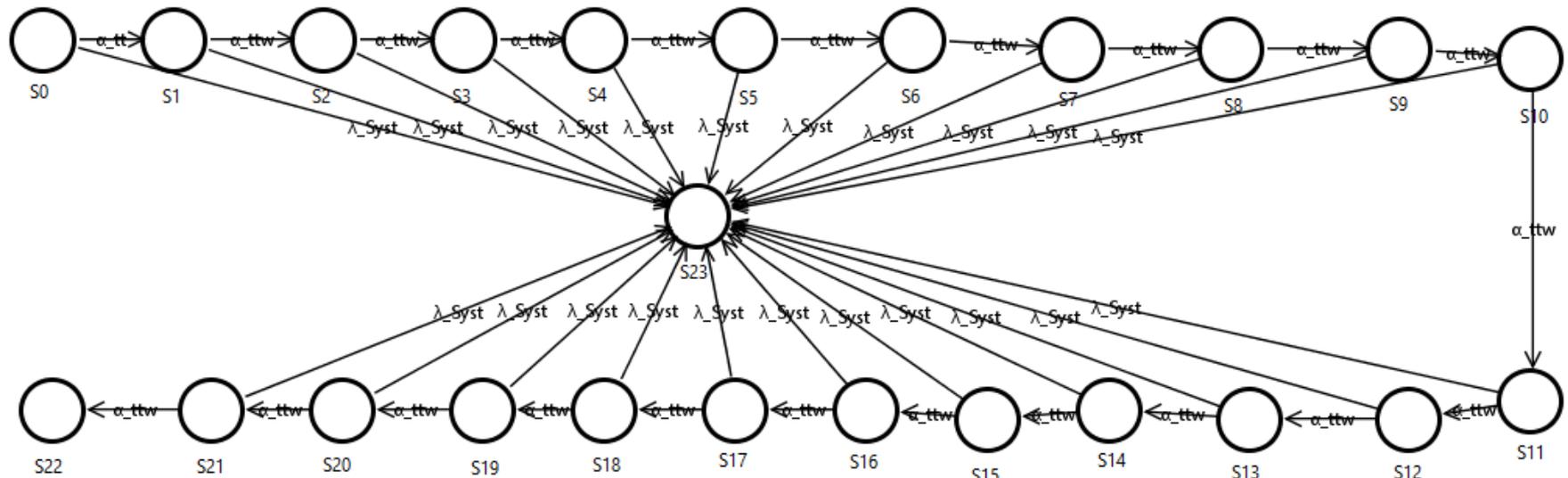


TABLE II: Input parameters for each peak time

| Period of the day | Parameters | Average Waiting Time (min) | Average time on the vehicle (min) | Value (min) |
|-------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------|
| Early Time | λ_{tt} | - | 3.26 | 3.26 |
| | λ_{ttw} 1 to 6 | 1.19 | 3.26 | 4.45 |
| AM Peak Time | λ_{tt} | - | 3.07 | 3.07 |
| | λ_{ttw} 1 to 6 | 0.31 | 3.07 | 3.38 |
| Inter-Peak Time | λ_{tt} | - | 2.70 | 2.70 |
| | λ_{ttw} 1 to 6 | 0.68 | 2.70 | 3.38 |
| PM Peak Time | λ_{tt} | - | 2.48 | 2.48 |
| | λ_{ttw} 1 to 6 | 0.94 | 2.48 | 3.42 |
| Evening Time | λ_{tt} | - | 3.10 | 3.10 |
| | λ_{ttw} 1 to 6 | 0.96 | 3.10 | 4.06 |

Case Study I

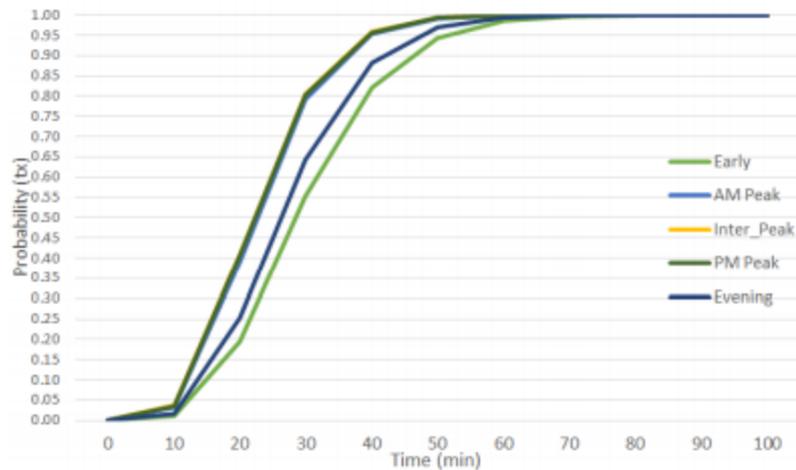


Fig. 4: Destination arrival probability.

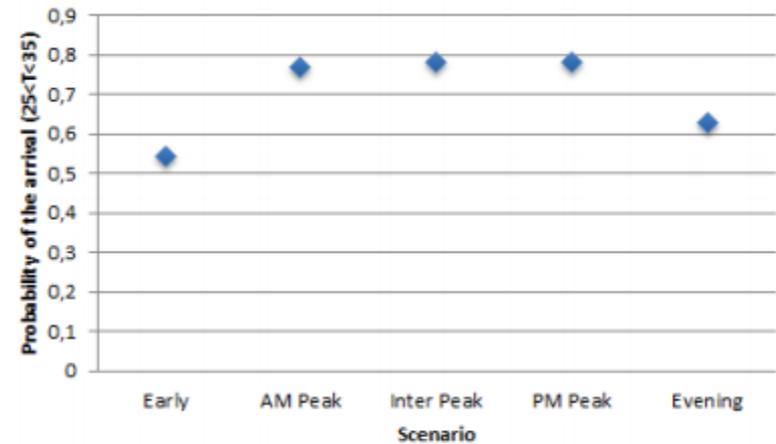
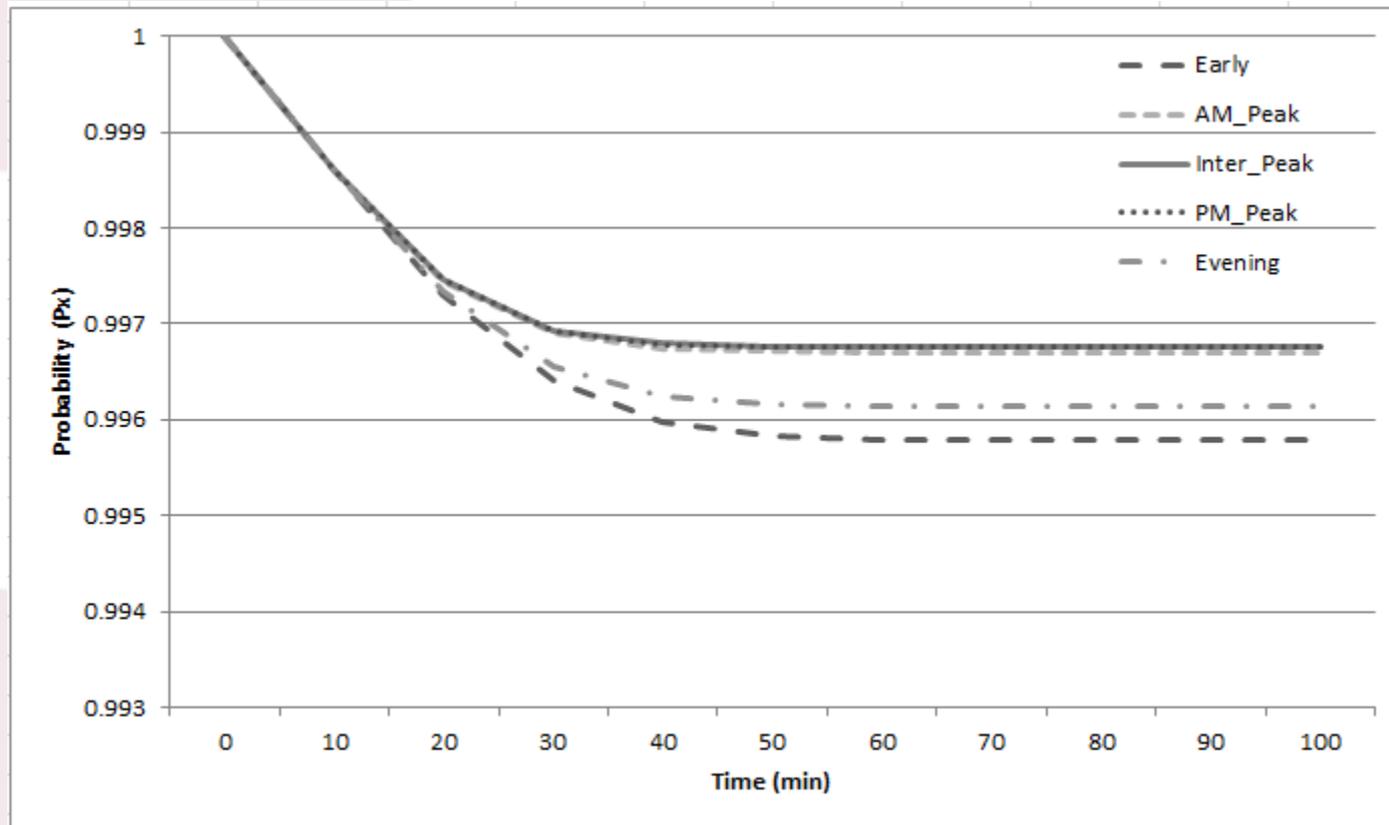


Fig. 5: Probability of arrival in a range

TABLE III: Average Error for Mean Time To Absorption

| Trip | Max. Journey Time (H _i + T _i) | Mean Time To Absorption (by model) | Mean Error |
|------------|--|------------------------------------|------------|
| Early | 29.95 | 29.96 | 0.00033 |
| AM Peak | 23.39 | 23.389 | 0.00005 |
| Inter-Peak | 22.95 | 22.9477 | 0.00011 |
| PM Peak | 23.00 | 23.046 | 0.002 |
| Evening | 27.45 | 27.448 | 0.0008 |

Case Study I



Performability

Case Study II

TABLE IV: Input parameters for each scenario

| Scenarios | Parameters | Average Waiting Time (min) | Average time on the vehicle (min) | Input Value (min) |
|-----------|--------------------------|----------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| 23 Km/h | λ_{ett} | - | 1.304 | 1.304 |
| | $\lambda_{ettw} \ 1to21$ | 0.220 | 1.304 | 1.524 |
| 31 Km/h | λ_{ett} | - | 0.968 | 0.968 |
| | $\lambda_{ettw} \ 1to21$ | 0.220 | 0.968 | 1.188 |
| 39 Km/h | λ_{ett} | - | 0.769 | 0.769 |
| | $\lambda_{ettw} \ 1to21$ | 0.220 | 0.769 | 0.989 |

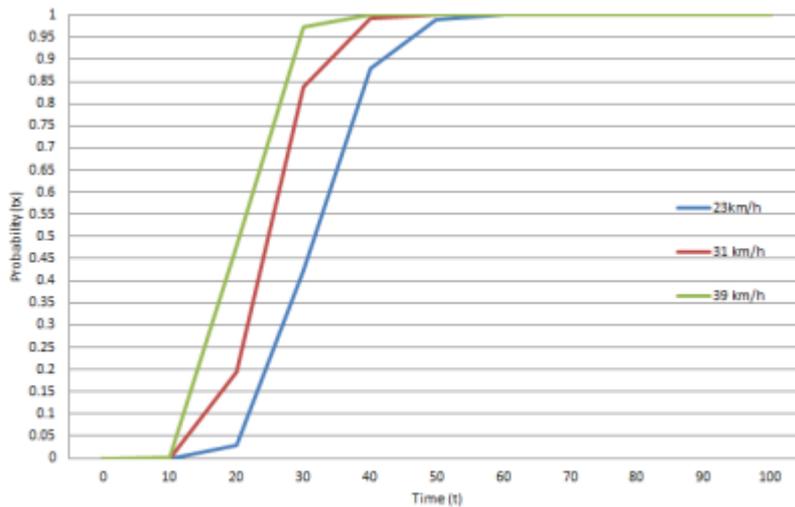


Fig. 6: Destination arrival probability in new scenario.

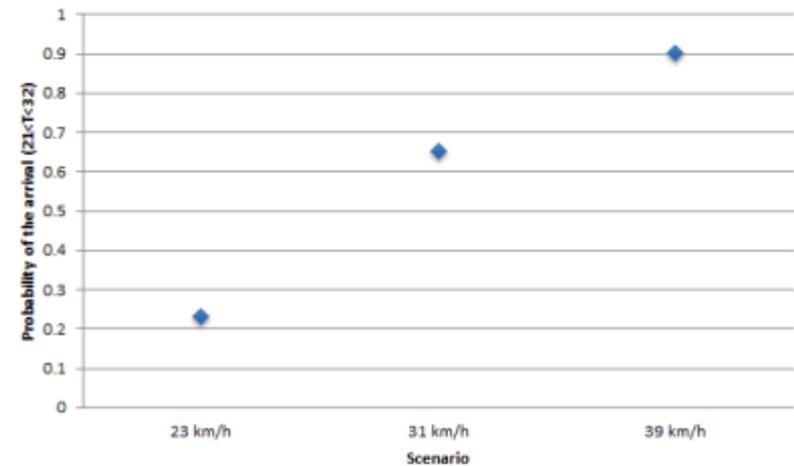
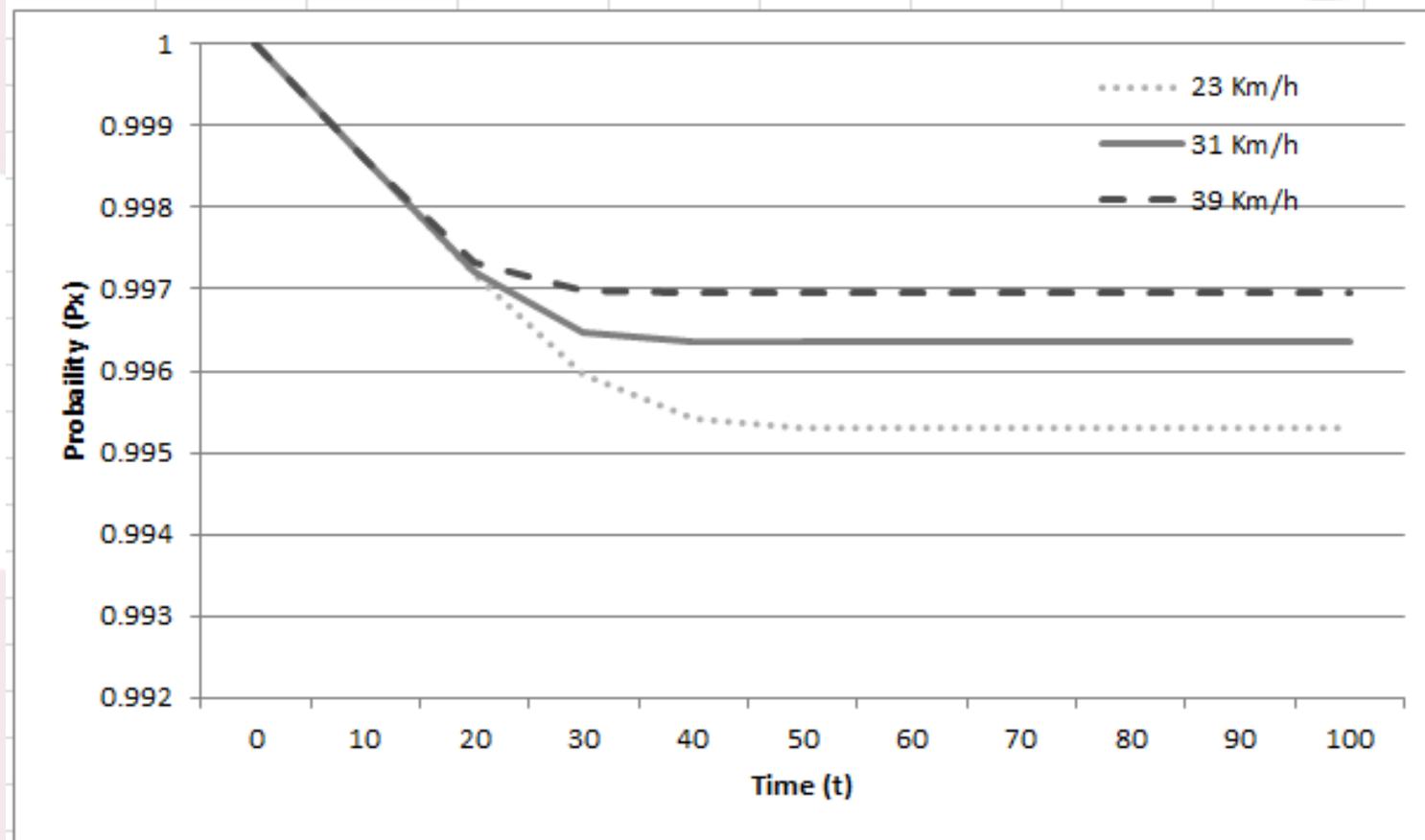


Fig. 7: Probability of arrival in a range for new scenario.

TABLE V: Relationship between Mean Time to Absorption

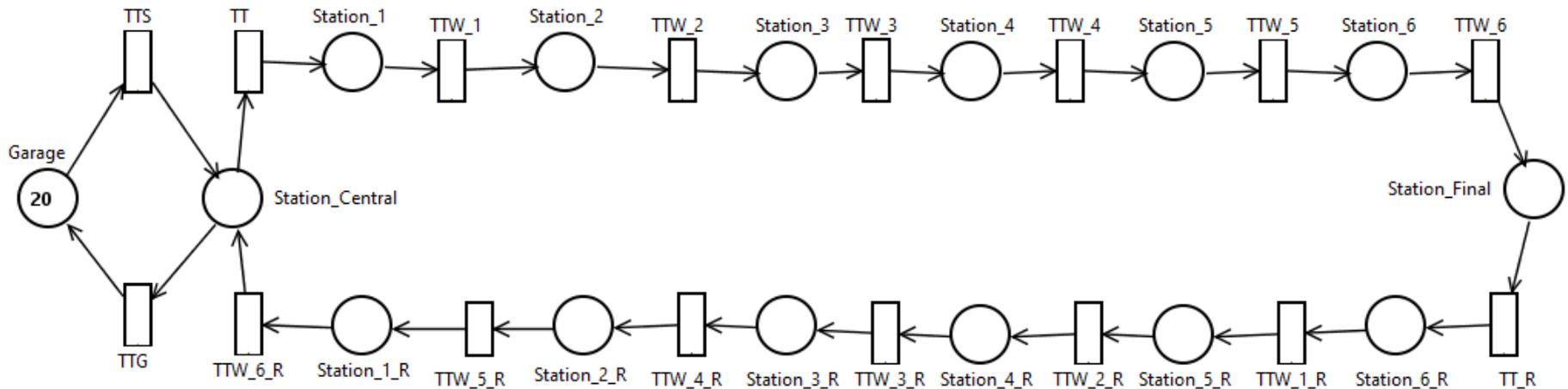
| TRIP | Relationship Between Trip | Mean Time to Absorption (MTTA) | Relationship Between MTTA |
|---------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 23 Km/h | 1 | 31.78 | 1 |
| 31 Km/h | 1.35 | 24.72 | 0.78 |
| 39 Km/h | 1.70 | 20.55 | 0.64 |

Case Study II



Performability

Modelo de Disponibilidade considerando a frota



Qual a Grande Contribuição?



- A utilização da dependabilidade e performabilidade como estratégia de planejamento para sistemas de Transportes, o que favorece o desenvolvimento de cidades inteligentes;
- A utilização de modelagem para análise em sistemas de transportes do tipo BRT;
- O framework para auxiliar no planejamento de sistemas de transporte e em especial BRT's.

Próximos Passos



- Desenvolver modelos de desempenho considerando fatores como sinais, e comparar com o modelo atual, buscando subsidiar o planejamento de rotas;
- Verificar meios transitórios de sistemas BRT (como Recife), para comparar e mostrar a validade de sistemas mistos, por exemplo;
- Buscar dados para auxiliar nos processos de validação;
- Desenvolver a relação dos modelos com o planejamento do sistema;
- Desenvolver o framework para a efetividade do planejamento do sistema;
- Escrever artigos...

Obrigada!

renata.cristine@gmail.com