
Uma Análise de Dependabilidade e Performabilidade como Alternativa ao Planejamento em Sistemas de Transporte de Passageiros: um estudo sobre o sistema BRT (Bus Rapid Transit).

Renata Pedrosa Dantas
Orientador: Prof. Dr. Paulo Maciel

Motivação



- Problemas recorrentes enfrentados pelos usuários do sistema em função da alta demanda e, possível, baixa oferta;
- Implantação dos Sistemas BRTs;
- Baixa quantidade de publicações na área a ser estudada, relacionando a desempenho quantitativo do sistema;
- A mensuração da efetividade do sistema de transporte urbano de passageiros;
- A possibilidade de otimização do Sistema e replicação do modelo pra outras áreas da cidade.

Problemática



- 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)?

Objetivos



• Objetivo Geral

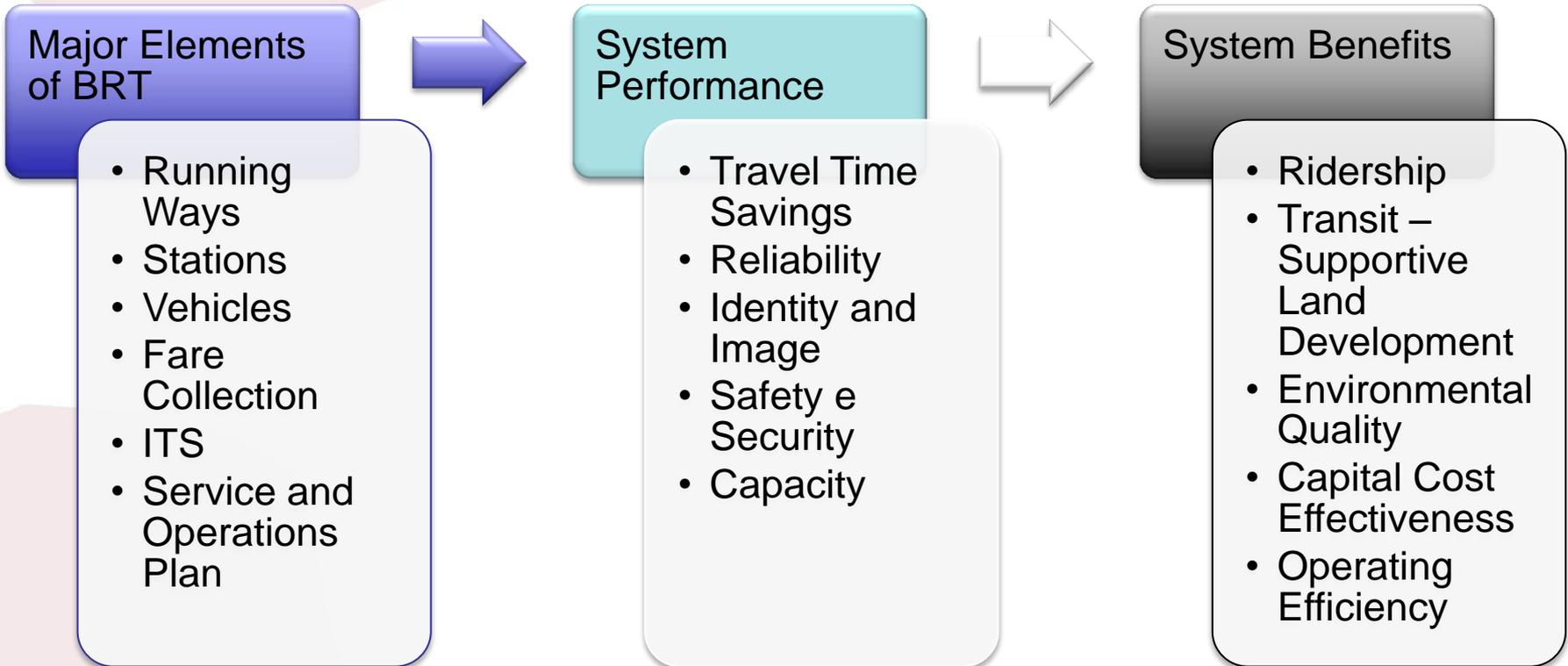
- Desenvolver um estudo de dependabilidade e performabilidade do Sistema BRT como forma de prover alternativas ao planejamento de sistemas de transportes urbanos que impactam no processo de desenvolvimento de cidades inteligentes.

• 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.



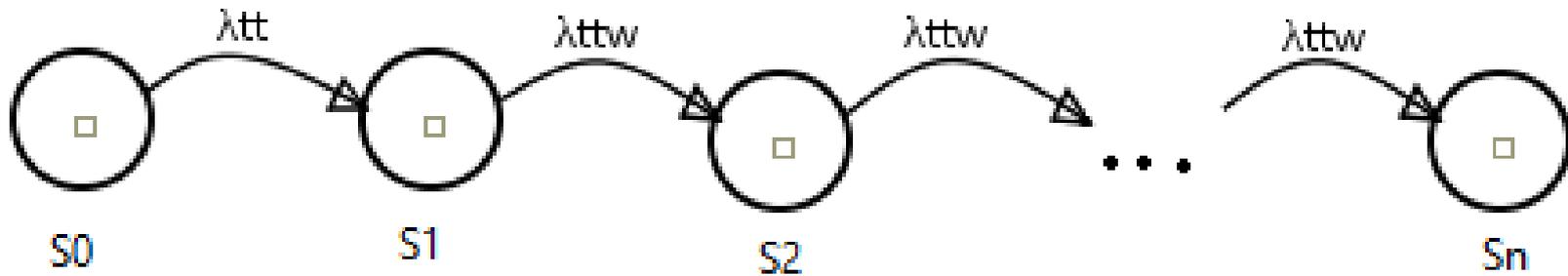
O Funcionamento do BRT



MODELO DE ALTO NÍVEL



MODELO CTMC



Probabilidade de Alcance do destino

Bus Model

- *Hypoexponential Distribution*

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

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

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

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

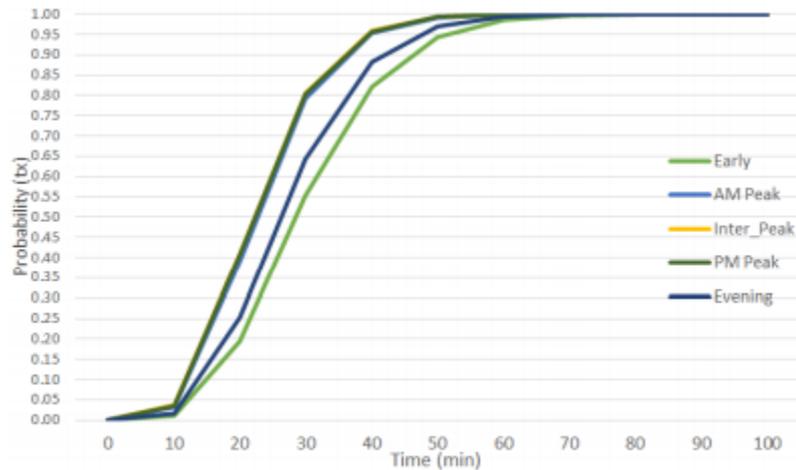


Fig. 4: Destination arrival probability.

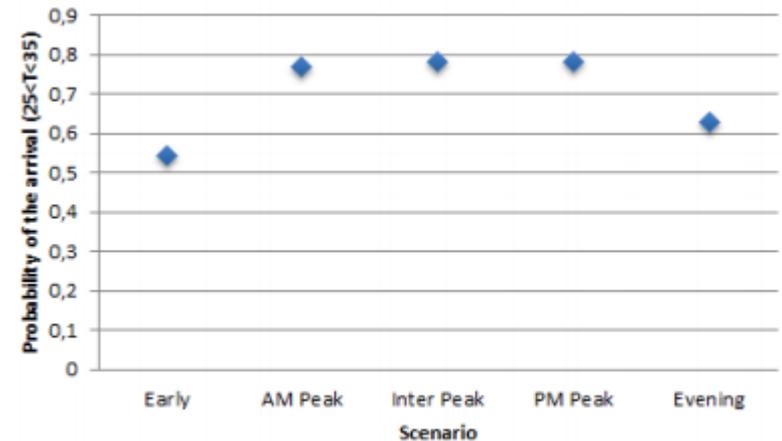


Fig. 5: Probability of arrival in a range

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 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_{tt}	-	1.304	1.304
	$\lambda_{ttw} \ 1to21$	0.220	1.304	1.524
31 Km/h	λ_{tt}	-	0.968	0.968
	$\lambda_{ttw} \ 1to21$	0.220	0.968	1.188
39 Km/h	λ_{tt}	-	0.769	0.769
	$\lambda_{ttw} \ 1to21$	0.220	0.769	0.989

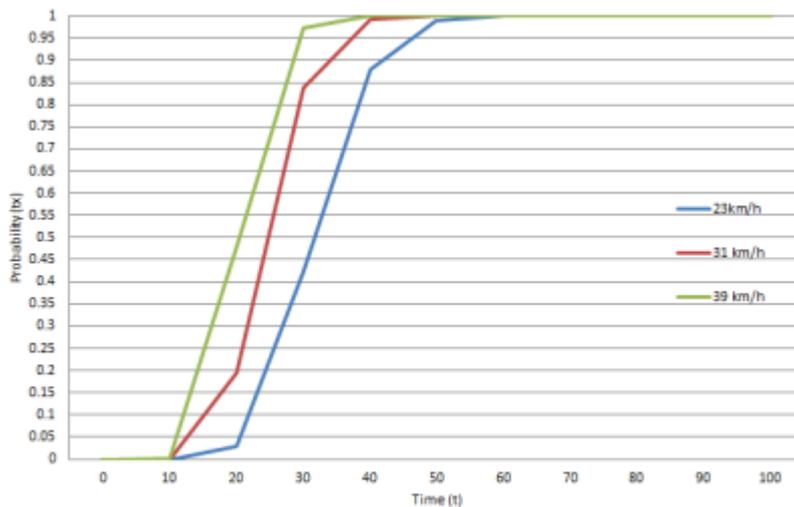


Fig. 6: Destination arrival probability in new scenario.

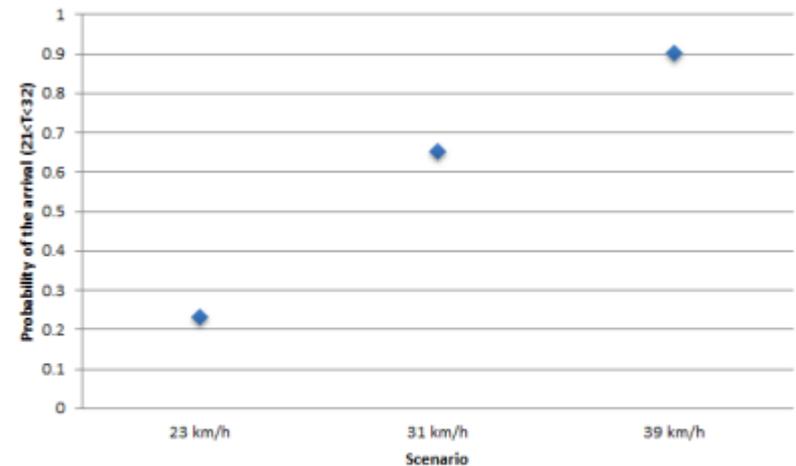
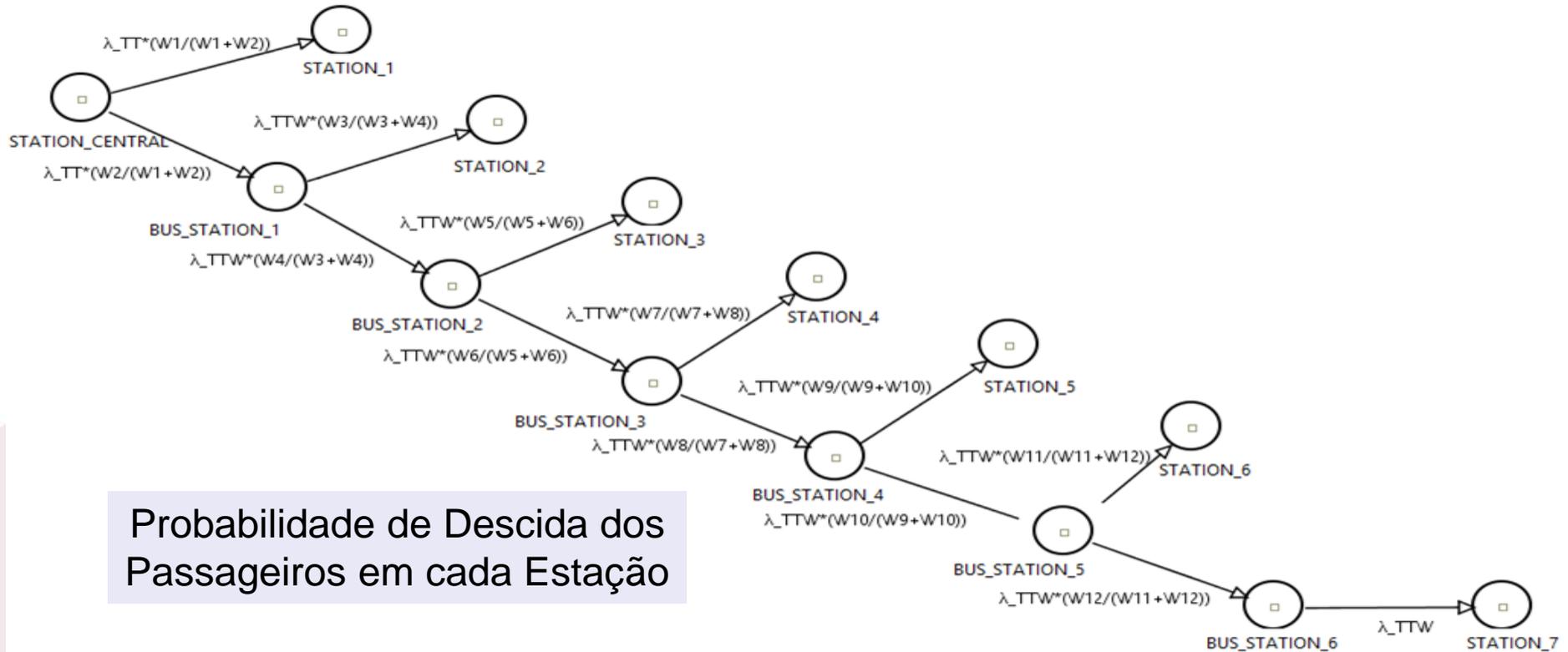


Fig. 7: Probability of arrival in a range for new scenario.

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

MODELO CTMC



Probabilidade de Descida dos Passageiros em cada Estação

Passenger Model

- *Mathematica*

- $\pi(0) = e^{-\lambda t t} (t)$

- $\pi(S1) = \frac{w1 - e^{-t \lambda t t} w1}{w1 + w2}$

- $\pi(S2) =$

$$\frac{e^{-t (\lambda t t + \lambda t t w)} w2 w3 \left(-e^{t \lambda t t} \lambda t t + e^{t (\lambda t t + \lambda t t w)} (\lambda t t - \lambda t t w) + e^{t \lambda t t w} \lambda t t w \right)}{(w1 + w2) (w3 + w4) (\lambda t t - \lambda t t w)}$$

- ...



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 de modelagem 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 modelo para ônibus com frota especificada e rota com ida e volta;
- Desenvolver modelo de desempenho ambiental para os ônibus (com comparação e mudanças na frota);
- Desenvolver modelo para análise de confiabilidade e manutenibilidade de ônibus em Rota BRT;
- Focar as métricas de dependabilidade e desempenho para a construção dos modelos;
- 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!