

MODELOS DE SIMULAÇÃO DISCRETA NA ANÁLISE DE DESEMPENHO DE PORTARIAS DE ACESSO DE VEÍCULOS DE PASSAGEIROS: O CASO DA REFINARIA DO NORDESTE ABREU E LIMA, PE - BRASIL

Claudio Falavigna
Christiano Lima Machado
Sergio Pedro Lopes
Frederico Carneiro de Campos
Carlos David Nassi

Laboratório GIS – Programa de Engenharia de Transportes (PET) – COPPE / UFRJ

RESUMO

Nesta comunicação são apresentados os principais resultados e métodos utilizados para analisar o desempenho da operação das portarias de acesso de veículos de passageiros da Refinaria do Nordeste Abreu e Lima em Pernambuco, Brasil. Foi utilizada uma simulação assistida por computador utilizando o software Arena para representar a aleatoriedade das variáveis do processo e situações de operações futuras consideradas no momento pico da obra. Os resultados mostram que na atualidade a portaria opera com 85% da sua capacidade instalada, portanto espera-se que no cenário pico a operação só será viável se são adotadas medidas paliativas. É recomendado reduzir a proporção de ônibus que fazem detenção para controle de crachá dos funcionários na portaria e que o controle seja realizado diretamente no local de trabalho.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho resume os resultados e a metodologia utilizada na análise de desempenho das portarias de acesso de veículos de passageiros da Refinaria do Nordeste Abreu e Lima. A futura refinaria de derivados de petróleo está localizada no município de Ipojuca (PE), a cerca de 50 km ao sul da capital de Pernambuco, Recife. A previsão é que no momento de pico da obra o empreendimento terá uma força de trabalho de aproximadamente 27.000 pessoas e a maioria acessará no mesmo horário de pico da manhã.

O acesso de veículos e funcionários à refinaria é permitido somente nas portarias onde há um procedimento de controle diferenciado segundo o tipo de veículo que esteja acessando. A maioria da força de trabalho chega em ônibus fretado e no momento de acesso os trabalhadores devem descer para validar o crachá nas catracas de acesso para pedestres. Este processo faz com que os ônibus tenham um tempo médio de controle maior que veículos leves (carros ou utilitários) e vans.

O objetivo principal deste estudo foi desenvolver um modelo de simulação que permita estimar o desempenho da operação das portarias de veículos de passageiros na situação futura mais desfavorável (momento pico da obra) baseado nos dados da operação atual.

2. METODOLOGIA

Para estimar o desempenho da operação das portarias nas situações futuras e considerando que o problema apresenta características e variáveis totalmente probabilísticas, foi escolhida a técnica de simulação por eventos discretos assistida por um computador para desenvolver um modelo que represente o problema de acesso dos veículos e permita otimizá-lo (Darci, 2008). Para executar a simulação foi utilizado o software *Arena*.

As principais variáveis consideradas no modelo são:

- **Intervalo entre chegadas para cada tipo de veículo (Taxa de chegada λ):** é a variável que determina o fluxo horário e a aleatoriedade das chegadas de cada tipo de veículo.

- **Tempo de atendimento para cada tipo de veículo (Taxa de serviço μ):** é a variável que determina o fluxo de veículos que pode ingressar pela portaria em um período de tempo. Cada tipo de veículo possui um tempo de atendimento diferente.
- **Porcentagem de ônibus que devem fazer desembarque de funcionários na portaria:** representa a proporção de ônibus que deve aguardar o desembarque de funcionários. A inclusão desta variável é importante, pois permite considerar a situação futura onde os ônibus executariam o desembarque diretamente nos canteiros reduzindo o tempo de espera na portaria.
- **Quantidade de faixas habilitadas:** Nos levantamentos de campo foi observado que há alguns momentos nos horários de pico que são habilitadas algumas faixas adicionais para ingresso ou saída de veículos aumentando a capacidade da portaria.

2.1. Lógica do modelo

As portarias se comportam como um modelo de atendimento com servidores em paralelo onde há distintos tipos de entidades (veículos) cada uma com um processo de controle (tempo de atendimento) diferente. A Figura 1 apresenta o fluxograma básico da lógica do modelo.

2.2. Medidas de desempenho

As medidas de desempenho utilizadas para avaliar a operação das portarias foram:

- Ocupação média das barreiras (%) [tempo ocupado/tempo total].
- Extensão média da fila [metros]. Em razão das características geométricas do acesso a extensão da fila de veículos não pode ser maior que 50 metros.
- Quantidade média de veículos na fila [veículos].
- Tempo médio de espera na fila [segundos] e Tempo médio de atendimento [segundos].
- Fluxo estimado médio de pessoas que acessam [pessoas/hora].

2.3. Levantamentos de campo

A coleta de dados referente ao tempo de atendimento, à distribuição de frequência de chegada dos diferentes tipos de veículos, ao fluxo de entrada e saída, foi realizada com os seguintes levantamentos:

- Levantamento da distribuição de intervalos de chegadas entre veículos.
- Levantamento dos tempos de atendimento com contagem e classificação de veículos.
- Levantamento dos tempos de desembarque e embarque dos funcionários nos ônibus.
- Levantamento dos tempos de atendimento dos pedestres nas catracas.

Baseados nestes dados foram ajustados estatisticamente curvas de distribuição de frequências que melhor representam a “aleatoriedade” das distintas variáveis mencionadas anteriormente (Ross, 2006; Altioek e Melamed, 2007).

2.1. Cenários de simulação

O modelo foi calibrado com base nos dados da operação atual e assim foram estimadas três situações futuras, a saber:

- Cenário 1: representa a operação com o fluxo estimado no momento pico da obra com um fluxo de 500 veículos/hora, com 4 faixas de atendimento e um 50% dos ônibus com processo de desembarque de funcionários.
- Cenário 2: considera a operação da portaria com o fluxo estimado no momento pico da obra considerando 4 faixas de atendimento e ônibus sem desembarque de funcionários.
- Cenário 3: representa a operação com o fluxo estimado no momento pico da obra sem ônibus com desembarque, mas considerando só 3 faixas de atendimento.

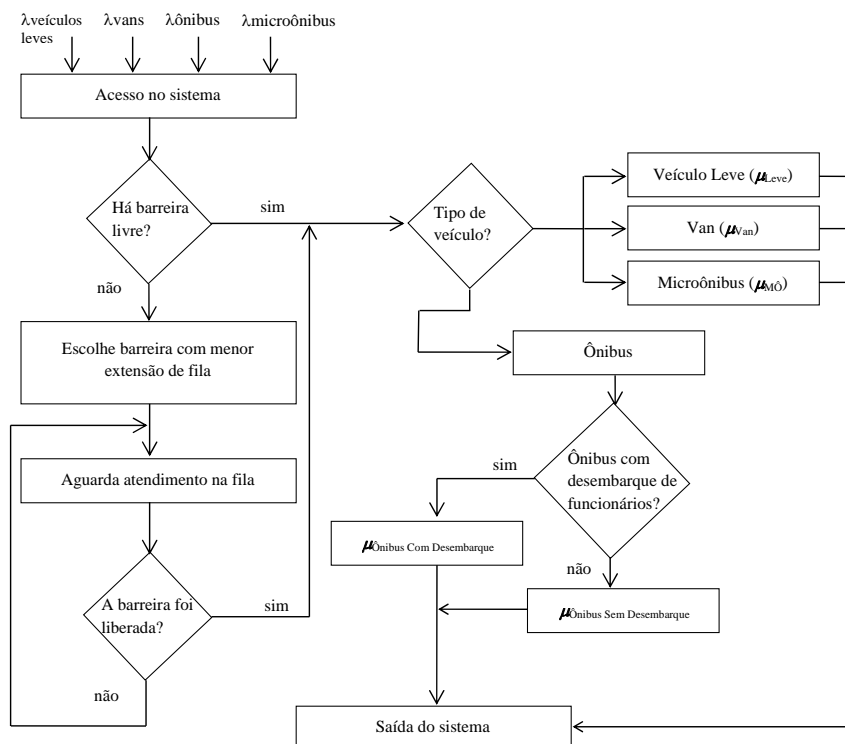


Figura 1. Lógica do modelo

Tabela 1. Resultados da simulação.

	Situação Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Ônibus [veic/h]	61	86	86	86
Microônibus [veic/h]	16	18	18	18
Veículos Leves (automóvel + pickup) [veic/h]	257	346	346	346
Van [veic/h]	38	54	54	54
Quantidade de Faixas de atendimento [nro]	4	4	4	3
Fluxo horário médio [veic/h]	372	504	504	504
Tempo médio de atendimento [seg]	34,1	32,5	22,0	21,9
Tempo médio de espera na fila [seg]	39,4	200,4	6,5	100,8
Quantidade média de veículos na fila [veic]	1,3	8,7	<1	4,7
Ocupação média das barreiras [%]	85%	98%	76%	97,2%
Extensão média da fila [metros]	9	51	3	28
Fluxo horário estimado de pessoas [pess/h]	2.861	3.411	3.952	3.802

3. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os principais resultados da simulação. É possível observar que atualmente as portarias operam com 85% da sua capacidade, considerando a proporção de ônibus com desembarque de 50% segundo o observado em campo. Estas condições do fluxo são consideradas similares nas simulações dos cenários futuros (Cenários 1, 2 e 3).

Os resultados dos Cenários 1 e 3 mostram que as barreiras terão uma ocupação de 98 e 97% respectivamente, a extensão da fila é estimada em 51 e 28 metros respectivamente e o tempo médio de espera será superior a três minutos, evidenciando que nestas situações haverá uma situação de engarrafamento e demora no acesso dos veículos.

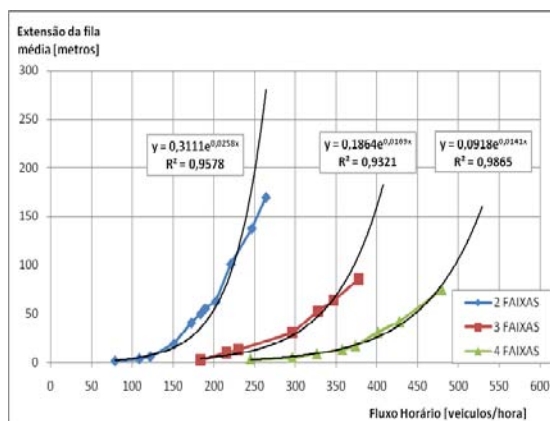


Figura 2. Variação da extensão média da fila com relação ao fluxo horário

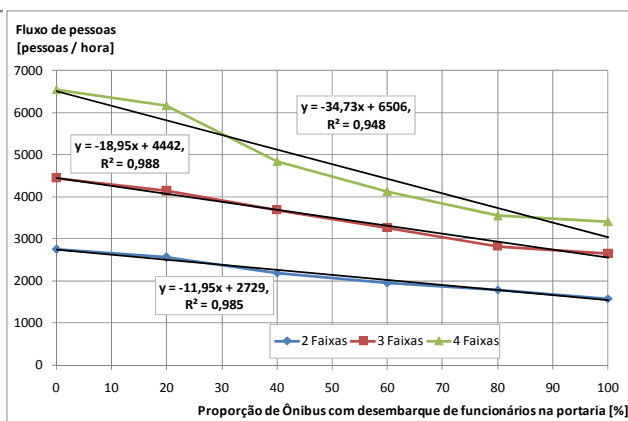


Figura 3. Variação do fluxo de pessoas com relação à proporção de ônibus com parada por desembarque

4. RECOMENDAÇÕES

As seguintes recomendações foram avaliadas como possíveis soluções:

- **Utilizar as faixas de saída como faixas de entrada:** o uso temporal das faixas de saída como faixas reversíveis permite otimizar a utilização do espaço disponível, mas só foi recomendada com a condição da existência de uma faixa de emergência habilitada e sinalização adequada. Foi avaliado o desempenho da portaria considerando duas, três ou quatro faixas de entrada (Figura 2).
- **Reduzir a proporção de ônibus que fazem desembarque de funcionários na portaria:** em razão da demora adicional que gera este processo, foi avaliada a sensibilidade do modelo em relação a proporção de ônibus com desembarque (Figura 3).

Segundo os resultados do modelo, para ter um desempenho aceitável no momento pico da obra a portaria deverá operar com 4 faixas simultâneas e é recomendável suprimir o desembarque dos funcionários que chegam de ônibus para maximizar o fluxo de pessoas que podem acessar (Tabela 1, Cenário 2).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresenta a aplicação de um modelo de simulação discreta para estimar o desempenho futuro das portarias de acesso de veículos de passageiros na Refinaria do Nordeste Abreu e Lima, PE. Além do desempenho das portarias em situações futuras a aplicação do modelo permitiu identificar a sensibilidade das variáveis que poderiam ser modificadas para melhorar o acesso dos veículos e minimizar os tempos de espera e extensão das filas. Por último são apresentadas as recomendações para melhorar o desempenho das portarias no momento pico da obra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Altiock, T. e Melamed, B. (2007). *Simulation Modeling and Analysis with Arena*. 1ra Ed. Elsevier Press, USA.
- Darci, P. (2008). *Usando o Arena em simulação*. 3ra Edição. Ed. INDG Ltda. BH-MG, Brasil.
- Ross, S. M. (2006). *Simulation*. 4ta Edição. Elsevier Academic Press, USA.

Claudio Falavigna (claudio.falavigna@gmail.com)

Christian Lima Machado

Sergio Pedro Lopes (sergio@gis.coppe.ufrj.br)

Frederico Carneiro de Campos

Carlos David Nassi (nassi@pet.coppe.ufrj.br)

Laboratório GIS – Programa de Engenharia de Transportes (PET) – COPPE / UFRJ