

INFLUÊNCIA DE CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EM CAPACIDADE DE AUTOESTRADA

Aluno: Daniel Rodrigues Acosta (daniel.acosta@ufrgs.br)

Orientadora: Prof^a Dr^a Helena Beatriz Bettella Cybis (helenabc@producao.ufrgs.br)

INTRODUÇÃO

Congestionamentos em autoestradas próximas ao perímetro urbano impactam fortemente nas cidades, gerando perdas como prejuízo financeiro e poluição atmosférica, que diminuem a qualidade de vida. O gerenciamento de tráfego busca intervir para atenuar esses problemas.

O termo *capacidade* é geralmente utilizado na área de Transportes como um valor determinístico que representa o volume máximo suportado por uma rodovia. Essa definição se mostra insuficiente para representar condições da que diferem do padrão, como neblina e chuva. Na versão mais recente do Manual de Capacidade de Rodovias (Highway Capacity Manual - HCM) de 2016, foram acrescentadas a esta definição noções de capacidade que a relacionam com a ocorrência de breakdown, que é o momento da queda de velocidade e volume resultante de um excesso de demanda que leva à transição do regime da rodovia de não-congestionado para congestionado. Como esse fenômeno ocorre em diferentes volumes, a capacidade passa a ser tratada como uma variável aleatória e seu valor a ser definido probabilisticamente.

O trabalho busca utilizar dados de detectores de tráfego e pluviométricos para determinar quão sensíveis ao clima são as condições de tráfego da via. Utilizando os dados de campo, a sensibilidade será determinada comparando as situações com e sem chuva através da Probabilidade de Breakdown.

METODOLOGIA

Para identificar os momentos em que ocorre o breakdown, Brilon (2005) estabelece uma velocidade limite. Considera-se que ocorreu um breakdown em um período i quando a velocidade cai para um patamar abaixo desta velocidade limite no período $i+1$.

Os dados dos detectores são agrupados em intervalos de tempo pequenos (menores que 5 minutos) e cada intervalo recebe uma classificação entre: breakdown {B}, fluxo livre {F} ou estado de congestionamento {C}.

Para obter a probabilidade de breakdown, são usados dois métodos, o Product Limit Method (Função Sobrevida, utilizada na área médica) (Kaplan e Meier, 1958) e o método da Máxima Verossimilhança (Distribuição de Weibull).

Os dados dos pluviômetros foram obtidos da base de dados do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) e foram concatenados com os bancos de dados de tráfego, os quais receberam um binário (0 para ausência de chuva e 1 para presença) no mesmo período do banco de dados da chuva.

A partir das curvas de probabilidade e de dados meteorológicos, é possível traçar curvas de probabilidade distintas para situações de tempo seco e chuvoso e analisar as diferenças existentes.

ESTUDO DE CASO

O presente estudo relaciona dados de detectores (tipo laço indutivo) em quatro pistas da BR 290 (Freeway) localizados na região metropolitana de Porto Alegre - RS a três pluviômetros próximos a eles, para que o tráfego seja classificado de acordo com as condições climáticas. A Figura 1 mostra a localização dos detectores de tráfego e dos pluviômetros.



→ Detector 1 - Sentido Litoral BR 290 - km 87	Pluviômetro 1 Dist. Até Detectores 1 e 2: 3,78 km
← Detector 2 - Sentido PoA BR 290 - km 87	Pluviômetro 2 Dist. até Detector 3: 1,51 km
→ Detector 3 - Sentido Litoral BR 290 - km 94	Pluviômetro 3 Dist. até Detector 4: 1,33 km
→ Detector 4 - Sentido PoA BR 290 - km 96	

Figura 1: Localização dos detectores de tráfego e dos pluviômetros

Os dados dos detectores, fornecidos pela Concessionária Triunfo-Concepa, responsável no período pelo trecho estudado, referem-se a um ano de tráfego.

O fluxo de veículos em uma autoestrada está sujeito a irregularidades que prejudicam o estudo do fluxo principal, exigindo a filtragem dos dados. Foram retirados dados de dias com VDM muito baixa (provável falha do detector), períodos referentes a acidentes que obstruíram a via e períodos nos quais a Ponte móvel do Guaíba estava içada.

Aplicando o método de Brilon para a definição dos breakdowns ocorridos, usando-se uma velocidade limite de 78 km/h, definida visualmente, tem-se a Figura 2:

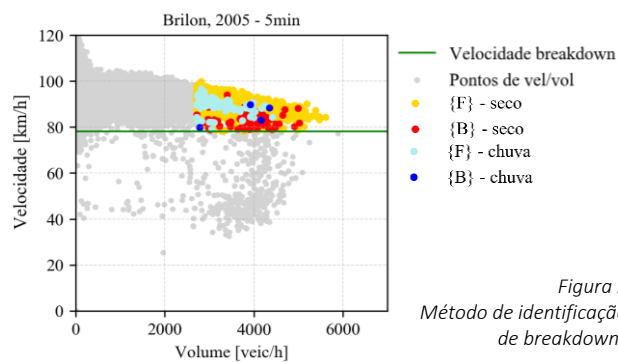


Figura 2
Método de identificação de breakdowns

Aplicando nesses dados o Método PLM com uma faixa de 95% de Intervalo de Confiança, tem-se a Figura 3. Usando os mesmos dados e aplicando o método da Máxima Verossimilhança, obtém-se a Figura 4.

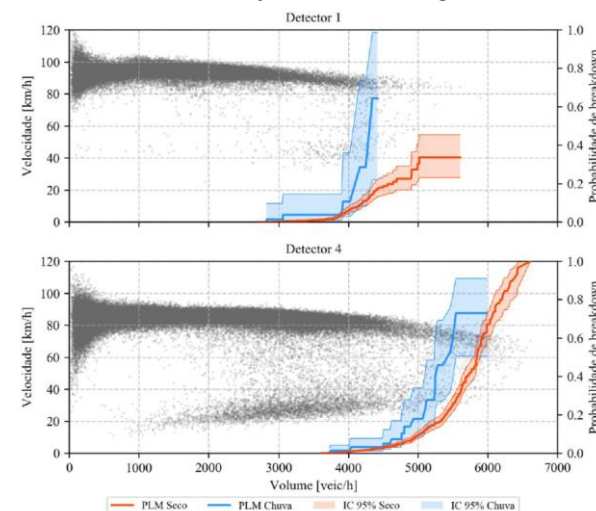


Figura 3 – Probabilidade de Breakdown pelo Método PLM

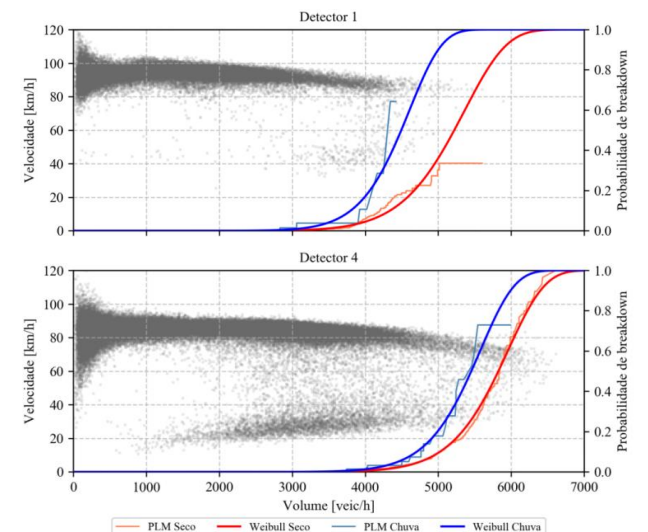


Figura 4: Dados de velocidade-fluxo, método PLM e método Weibull

Os detectores 2 e 3 mostraram-se inadequados para a análise e forneceram curvas pouco representativas, pois não apresentam congestionamentos com frequência suficiente.

A capacidade da rodovia, assumindo-se um valor constante para fins de comparação, pode ser inferida a partir da distribuição de Weibull. Sugere-se utilizar o volume relativo a uma probabilidade entre 3% e 4%. Nesse estudo utilizou-se 4%, que levou às capacidades de via mostradas na Tabela 1.

Detec.	Volume a 4% de probabilidade de breakdown (veic/h)		Diferença (veic/h)
	Seco	Chuva	
Nº 1	3.953,34	3.492,45	460,89
Nº 4	4.663,53	4.368,18	295,35

Tabela 1: Capacidades com tempo seco e com chuva

CONCLUSÃO

O Método PLM mostrou diferença significativa entre a probabilidade de breakdown com e sem chuva. Essa metodologia se mostra eficiente para a identificação de probabilidade para volumes menores. Os intervalos de 95% de confiança, contudo, indicaram que existe uma incerteza maior para volumes maiores. Isso decorre do fato de que a frequência de observações em volumes maiores é menor, especialmente em relação à chuva, que, por si só, é menos frequente que o tempo seco. Para contornar esse problema, indica-se a utilização de períodos de dados maiores, o que foi inviável para esse estudo.

O ajuste dos dados à distribuição de Weibull explicitou as diferenças existentes entre as duas situações climáticas e permitiu que pudessem ser calculadas as probabilidades de breakdown para todos os volumes.

As curvas de probabilidade de breakdown de detectores distantes de gargalos evidenciam o fato de que essa metodologia não é adequada para o cálculo da capacidade nesses casos. As diferenças de capacidade e de probabilidade encontradas nos detectores próximos a gargalos confirmam que as operadoras de rodovias devem estar atentas à influência da chuva no tráfego.

REFERÊNCIAS

- Brilon, W., Geistefeldt, J., e Regler, M. (2005) Reliability of Freeway Traffic Flow: A stochastic Concept of Capacity. Proceedings of the 16th International Symposium on Transportation and Traffic Theory.
- Kaplan, E. L., e Meier, P. (1958) Nonparametric Estimation from Incomplete Observations. Journal of the American Statistical Association, v. 53, n. 282, p. 457-481.