

Reprogramação semafórica de um cruzamento com base na teoria de filas e métodos estocásticos e simulação

Marlon Muriel Zanchin (UTFPR – Ponta Grossa) marlonz@alunos.utfpr.edu.br
Renato Gonçalves Vieira Araújo (UTFPR – Ponta Grossa) renatogvaraujo@gmail.com
Shih Yung Chin (UTFPR – Ponta Grossa) chin@utfpr.edu.br

Resumo:

A análise aqui presente acarreta na mudança de comportamento de um cruzamento existente há mais de uma década no local estudado, o semáforo que trabalharemos nunca passou por alterações de seus tempos de verde e vermelho ao longo do tempo, mesmo com o contínuo crescimento do fluxo de carros na cidade durante os anos. O local estudado para esta proposta de melhoria para diminuição de filas foi um cruzamento situado na cidade de Ponta Grossa – Paraná, que em horários de pico, fica extremamente congestionado. Com a proposta de reprogramação semafórica buscou-se melhorar o atendimento das 4 vias simultaneamente. Foram obtidas melhoras significativas quando adicionamos 10 segundos de tempo de ciclo semafórico, fazendo com que assim as ruas 2 e 3 não precisassem abrir simultaneamente como antes. Como resultado temos uma diminuição na fila máxima de 13% a 55% nas ruas, a fila média de carros tendo um decréscimo de 28% a 63%, com um tempo de espera máximo em minutos diminuindo de 13% a 51%, bem como uma diminuição da espera média de 29% a 67%, todos esses dados quando comparados ao mesmo cruzamento com a configuração atual.

Palavras chave: congestionamento, cruzamento, transito, semáforo, teoria de filas.

Traffic signal reprogramming in an intersection based on queuing theory and stochastic methods and simulation

Abstract

An analysis here presented show us a change in the behavior of an intersection that has existed for more than a decade in the place studied, the traffic light in question has never been through changes of timing on the green and red colors, even with the continuous growth of the flow of cars in the city over the years. The site studied for this proposal of improvement for the reduction of lines is a crossing located in the city of Ponta Grossa - Paraná, which at peak times, is very segregated. With the proposal of semaphore reprogramming it was tried to improve the attendance of the 4 streets simultaneously. Significant improvements were obtained when we added 10 seconds of semaphore cycle time that way, making streets 2 and 3 did not need to open simultaneously like before. As a result, a maximum queue decreased from 13% to 55% on the streets, an average line of cars with a decrease from 28% to 63%, with a maximum waiting time in minutes decreasing from 13% to 51%. As well, a decrease in the average wait from 29% to 67%, all this data when compared to the same crossing with the current configuration.

Key words: congestion, crossing, transit, semaphore, queuing theory.

1. Introdução

Para TAHA (2008, p. 13), o planejamento urbano trata de três áreas gerais: 1) construção de novos projetos habitacionais; 2) recuperação de áreas habitacionais e recreacionais urbanas deterioradas; e 3) planejamento de instalações públicas. [1]

A malha logística é de grande importância para a economia de uma nação. A eficácia de um modelo de transporte depende de como a capacidade de suportar os movimentos de pessoas de maneira segura reage diante de um modelo logístico. Os problemas ocasionados pelos fluxos de pessoas no tráfego urbano são frequentes e muitos pesquisadores tentam resolvê-los. [2]

Para melhor resolver os problemas ocasionados pelo transporte em esquinas muito movimentadas, há a implementação de sinais de trânsito de modo a estender o tempo de verde de ruas mais movimentadas e diminuir o tempo de vermelho nas ruas secundárias. Dominar o controle e método que o sinal eletrônico deve operar é de grande importância para otimizar os cruzamentos e aproveitar de maneira personalizada o fluxo máximo das interseções. [2]

Muitos benefícios estão atrelados a otimização dos sinais de trânsito, ao mesmo tempo que problemas podem ser relacionados a grandes volumes de tráfego, como por exemplo, poluição do ar e sonora, consumo de combustível, desconforto e estresse. [3]

A teoria das filas faz parte da área de pesquisa operacional e é ligada aos processos estocásticos, a partir dos estudos realizados em filas, é possível entender os comportamentos dos atendimentos, possibilitando, portanto, a identificação de pontos falhos no sistema para que possamos tomar decisões sobre situações encontradas a fim de melhorá-las.

O propósito do trabalho é o estudo de caso do cruzamento das ruas Dom Pedro II com a Pref. Campos de Melo situadas em Ponta Grossa. A fim de melhorar a movimentação do trânsito na região e diminuir engarrafamentos e acidentes ocasionados pela má programação dos semáforos existentes no local.

Será proposto a implementação de diferentes programações para os semáforos ali já existentes, definindo os tempos entre verde e vermelho para a melhoria do fluxo local de carros.

O artigo será composto por seções, sendo a segunda seção sobre a teoria de filas e a sua revisão bibliográfica. A terceira tratando da metodologia utilizada no trabalho. A quarta seção traz os resultados obtidos e a discussão em torno deles. Por fim a quinta seção nos traz as conclusões finais provindas do estudo. Na sexta seção tem-se as referências aqui utilizadas para a realização do estudo.

2. Teoria das Filas

É senso comum de qual é a ideia genérica das filas, todas as pessoas já passaram por algum tipo de espera em fila, seja qual ela for. A formação de filas acontece quando se tem procura por um serviço, e o atendimento do serviço é menor do que essa procura. Deste modo, a Teoria das Filas tenta através de análises a modelos matemáticos detalhados, encontrar a melhor forma de solucionar esse problema de espera, minimizando-a ao máximo, consequentemente otimizando assim a relação econômica com a satisfação do cliente. [4].

Existem modelos de variações de atendimentos, onde: FIFO – *First in first out*, primeiro a entrar é o primeiro a sair; LIFO – *Last in first out*, último a entrar é o primeiro a sair; SIRO – *Service in random order*, serviço de ordem aleatória; PRI – *Priority*, prioridade de atendimento;

Nesta teoria, existem alguns cálculos que servem para dar embasamento e contextualização para as análises feitas, são estes:

Taxa de chegada (λ) – é a quantidade de entidades por unidade de tempo. É usado para saber quantas entidades deverão ser atendidas.

Taxa de atendimento (μ) – é a quantidade de entidades que podem ser atendidas por unidade de tempo em um servidor ou canal de atendimento. Está podendo ser menor ou igual a taxa de chegada, mas nunca maior, pois não é possível atender entidades que ainda não existem ou não chegaram.

A partir das taxas de chegada e atendimento podemos coletar informações extras para o estudo tais como:

Chegada Acumulada: Quando os dados apresentam um padrão determinístico pode-se desenvolver uma equação para estimar os valores acumulados em qualquer instante t' , dá-se pela soma do acumulado até um instante anterior qualquer com a taxa de chegada multiplicando a diferença dos tempos que temos pelo tempo do instante anterior qualquer.

Atendimento Acumulado: Dá-se pela soma do acumulado até um instante anterior qualquer com a taxa de atendimento multiplicando a diferença dos tempos que temos pelo tempo do instante anterior qualquer.

Fila: Dá-se pela diferença total das chegadas e dos atendimentos (chegada acumulada e atendimento acumulado).

Espera: O tempo que se leva para o cliente ser atendido.

Duração média de Atendimento Individual: a média do tempo que um cliente leva para ser atendido.

Sendo assim, para qualquer instante de tempo dado é possível calcula-los utilizando as fórmulas da Tabela 1:

Parâmetro	Formula
Taxa de chegada (λ)	$\lambda = \frac{a_1 \times Freq_1 + \dots + a_i \times Freq_i}{\sum_{i=1}^n a_i}$
Taxa de atendimento (μ)	$\mu = \frac{c_1 \times Freq_1 + \dots + c_i \times Freq_i}{\sum_{i=1}^n c_i}$
Chegada Acumulada (ChAc)	$ChAc = ChAc(t^*) + \lambda(t' - t^*)$
Atendimento Acumulado (AtAc)	$AtAc = AtAc(t^*) + \mu(t' - t^*)$
Tempo médio de atendimento Individual (Din)	$Din = \frac{1}{\mu}$
Fila (Lq)	$Lq = ChAc - AtAc$
Fila Média ($\overline{Lq}$)	$\overline{Lq} = \sum_{i=1}^n \frac{Lq_i}{n}$
Fila Máxima ($Lq_{m\acute{a}x}$)	$Lq_{m\acute{a}x} = \max(Lq)$
Espera (Wq_i)	$Wq_i = Din \times Fila_i$
Espera Média ($\overline{Wq}$)	$\overline{Wq} = \sum_{i=1}^n \frac{(Din \times Fila_i)}{n}$
Espera Máxima ($Wq_{m\acute{a}x}$)	$Wq_{m\acute{a}x} = \max(Wq)$

Fonte: Autoria própria

Tabela 1 – Formulário

Quando se analisa a presente literatura em que o estudo é composto, é possível observar que existem diversos estudos que tratam a Teoria de filas em sistemas de cruzamentos e interseções de ruas ou avenidas. Esses estudos já presentes se mostram bastante eficazes em diversos tipos de locais como universidades (SANTOS; PAQUEROTE; SOARES, 2015) e até mesmo em cidades históricas como a de Mariana-MG (MUNIZ et al.,2009), sendo a teoria de filas aplicada para melhorar a malha urbana e por consequência a o dia a dia da população.

Com base nos artigos pesquisados, percebe-se a carência da aplicação de teoria de filas em semáforos já existentes e que nunca tiveram seus tempos de verde e vermelho reformulados ao longo do tempo, devido ao aumento do fluxo de carros e crescimento da cidade. Sendo, portanto, importante a contribuição deste artigo.

3. Metodologia

Com o número total de veículos registrados em Ponta Grossa/PR, observado na tabela 2, houve um crescimento significativo na ordem de 84,5% na região.

Mês/Ano	Município	Total
Jul/2007	Ponta Grossa/PR	105.873
Jul/2017	Ponta Grossa/PR	195.348

Fonte: Adaptado de DETRAN/PR [5]

Tabela 2 – Número total de veículos registrados em Ponta Grossa/PR

É importante destacar como foi realizado a coleta dos dados. Primeiramente foi realizada uma filmagem do cruzamento e das vias a serem estudadas. O dia foi uma quarta feira durante o horário das 17h30 até 17h50, horário escolhido devido ao intenso movimento de comerciantes, trabalhadores e estudantes que cruzam pela região neste período.

A partir da coleta dos dados foram obtidos então as quantidades de veículos que chegam e saem em cada uma das vias que comportam o cruzamento, com os dados coletados e tabelados, foram determinados para cada via: atendimento acumulado, chegada acumulada, fila formada a cada 20 segundos, fila média e fila máxima. A partir destes dados foi possível com embasamento matemático realizar uma comparação entre as características de cada uma das vias e com isso realizar a escolha da reprogramação semaforica que melhor atende o cruzamento.

A adoção dos 20 segundos como parâmetro para o cálculo das filas formadas nas ruas se dá pelo fato de que a programação atual do cruzamento é de 40 segundos de verde para a rua 1, 30 segundos de verde para a rua 2 e 4, e 20 segundos para a rua 3, portanto, os 20 segundos facilitam a realização dos cálculos.

Por se tratar de 4 ruas bem movimentadas sendo consideradas duas como “principais”, enfrentamos dificuldades para conseguir equilibrar os tempos de espera de todas as ruas ao mesmo tempo de forma adequada.

A figura 1 apresentada abaixo é o local do cruzamento, no qual 1, 2, 3 e 4 são as nomeações para cada via que chegam ao cruzamento, já as possíveis movimentações do cruzamento podem ser observadas na figura 2.

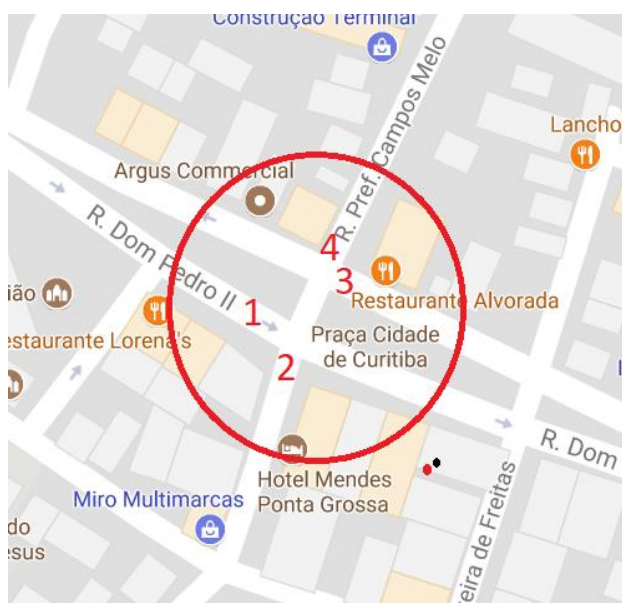


Figura 1 – Cruzamento das ruas a ser estudado



Figura 2 – Diagrama de movimentação observado

Como pode-se perceber na figura 2 a quantidade de possibilidades que os motoristas possuem são significativas. Acontecem do modo que se procede:

O motorista que vem da rua 1 tem 4 opções, sendo elas: seguir reto continuando na rua 1; virar para a esquerda seguindo para a rua 4; virar para a direita seguindo para a rua 2; fazer o U seguindo para a rua 3.

O motorista que vem da rua 2 tem 3 opções, sendo elas: seguir reto continuando na rua 2; virar para a direita seguindo para a rua 1; virar para a esquerda seguindo na rua 3.

O motorista que vem da rua 3 tem 3 opções, sendo elas: seguir reto continuando na rua 3; virar para a direita seguindo para a rua 4; virar para a esquerda seguindo na rua 2; fazer o U seguindo para a rua 1.

Por fim, o motorista que vem da rua 4 tem 3 opções, sendo elas: permanecer na rua 4 seguindo reto; virar para a direita seguindo para a rua 3; virar para a esquerda seguindo para a rua 1.

O local foi escolhido para o estudo por apresentar em sua rotina diária um grande fluxo de movimento e congestionamento. Neste cruzamento além da movimentação de carros de passeio e utilitários, também há a movimentação de ônibus e caminhões pesados. Um dos motivos desta alta movimentação é que existe o terminal Nova Rússia próximo ao local, que “despacha” boa parte do fluxo de ônibus por este cruzamento, além dos caminhões que fazem o retorno por este local pois é uma das entradas da cidade de quem vem do norte do estado.

O principal problema observado na programação atual dos semáforos, é que as vias 2 e 4 tem seus sinais verdes no mesmo instante, o que é o agravador do problema, pois há um grande conflito nas movimentações de interesse, muitas vezes estes conflitos são entre 2 ônibus que bloqueiam totalmente o cruzamento e fazem com que a duração média de atendimento individual naquele instante seja muito alto, se comparado com o normal, fazendo com que a fila presente nestas vias fique esperando mais de um ciclo do sinaleiro.

4 Resultados e Discussões

A coleta de dados durante 20 minutos de análise, resultaram na tabela 3 abaixo que foi construída com o auxílio matemático da tabela 1 e também com os Anexos 1 e 2 que tem as informações da situação atual do cruzamento.

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	53	61	47	59
Fila Média (carros)	20,58	37,07	25,20	32,30
Tempo de Espera Máximo (minutos)	0,83	4,10	1,92	4,00
Tempo de Espera Médio (minutos)	0,38	2,70	0,97	2,55
Chegada Acumulada (carros)	1049	284	535	267

Fonte: Autoria própria.

Tabela 3 – Resultados encontrados em 20 minutos de observações.

Com a coleta e tratamento dos dados podemos observar que o problema exposto ao final da seção 3 foi confirmado, pois os tempos de espera médio das ruas 2 e 4 são bem superiores se comparado aos tempos das ruas 1 e 3.

Os dados também mostram informações curiosas, por exemplo a rua 1, que tem uma chegada acumulada muito superior as demais, tem o tempo de espera médio menor se comparado com as outras, concluindo-se, portanto, que há uma grande discrepância entre os índices que podem ser ajustados de maneira a ficar mais distribuído a espera entre os veículos.

Com isso, modelou-se, portanto, 3 sugestões de reprogramação semafórica para o cruzamento com os objetivos de aproximação dos tempos médios de espera e redução dos tempos máximos de espera apresentados nas ruas 2 e 4.

4.1 Sugestões de reprogramações

São propostos então três configurações de reprogramação do ciclo semafórico alterando as durações dos tempos de vermelho e verde, consideraremos aqui o tempo de amarelo como tempo de verde para simplificação dos cálculos. A ideia das três sugestões de reprogramação se baseia em ter mais alternativas para comparações e posterior resolução do caso. A fim de melhorar o fluxo do trânsito no horário estudado, abaixo na tabela 4, é apresentado as programações sugeridas e a atual do cruzamento.

Verde/Vermelho									
	Tempo de ciclo do semáforo	Rua 1		Rua 2		Rua 3		Rua 4	
Atual	90 seg	40 seg	50 seg	30 seg	60 seg	20 seg	70 seg	30 seg	60 seg
Programação 1	110 seg	40 seg	70 seg	20 seg	90 seg	30 seg	80 seg	20 seg	90 seg
Programação 2	110 seg	45 seg	65 seg	20 seg	90 seg	25 seg	85 seg	20 seg	90 seg
Programação 3	100 seg	40 seg	60 seg	20 seg	80 seg	20 seg	80 seg	20 seg	80 seg

Fonte: Autoria própria.

Tabela 4 – Programações atuais e sugeridas.

As vias são de movimentações rápidas, o cálculo da taxa de atendimento acarretou em 1 veículo por segundo por faixa, as ruas 1 e 3 tem 2 faixas, então a taxa de atendimento é de 2 veículos por segundo nestas ruas.

4.1.1 Análise reprogramação 1

Demonstrado na tabela 4 as configurações dos semáforos adotadas para a reprogramação 1 gerou-se a tabela 5 sob simulação dos dados atuais;

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	208	73	40	74
Fila Média (carros)	104,13	34,00	14,73	36,53
Tempo de Espera Máximo (minutos)	3,92	4,88	1,33	5,52
Tempo de Espera Médio (minutos)	2,03	2,40	0,53	2,47

Fonte: Autoria própria.

Tabela 5 – Resultados simulados na reprogramação 1.

Analizando a tabela 5 podemos perceber uma melhora nos tempos médios de espera das ruas 2, 3 e 4.

4.1.2 Análise reprogramação 2

Demonstrado na tabela 4 as configurações dos semáforos adotadas para a reprogramação 2 gerou-se a tabela 6 sob simulação dos dados atuais;

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	108	73	42	65
Fila Média (carros)	47,80	34,00	17,95	34,73
Tempo de Espera Máximo (minutos)	2,07	4,88	1,45	4,83
Tempo de Espera Médio (minutos)	0,88	2,40	0,68	2,43

Fonte: Autoria própria.

Tabela 6 – Resultados simulados na reprogramação 2.

Analizando a tabela 6 podemos perceber uma melhora nos tempos médios de espera das ruas 2, 3 e 4.

4.1.3 Análise reprogramação 3

Demonstrado na tabela 4 as configurações dos semáforos adotadas para a reprogramação 3 gerou-se a tabela 7 sob simulação dos dados atuais;

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	128	53	73	45
Fila Média (carros)	61,47	22,33	41,17	23,40
Tempo de Espera Máximo (minutos)	2,55	3,58	2,9	3,17
Tempo de Espera Médio (minutos)	1,17	1,53	1,62	1,80

Fonte: Autoria própria.

Tabela 7 – Resultados simulados na reprogramação 3.

Analizando a tabela 7 podemos perceber uma melhora nos tempos médios de espera das ruas 2 e 4.

4.2 Análise das propostas de melhorias

A simulação 1 nos apresenta resultados interessantes como: com o aumento de 20 segundos no tempo de ciclo dos semáforos do cruzamento, percebe-se que apesar dos parâmetros não terem sido mudados em relação ao atendimento das ruas, o resultado desse aumento no tempo de ciclo prejudicou muito o fluxo na via 1, elevando o tempo de espera médio em 434%, em compensação este índice das ruas 2, 3 e 4 caíram na ordem de 11%, 45% e 3% respectivamente.

As tabelas 8, 9 e 10 a seguir demonstram as porcentagens de aumento ou redução, dos resultados das reprogramações simuladas, de cada índice.

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	292%	-20%	-15%	-25%
Fila Média (carros)	406%	-8%	-42%	-13%
Tempo de Espera Máximo (minutos)	372%	-19%	-31%	-38%
Tempo de Espera Médio (minutos)	434%	-11%	-45%	-3%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 8 – Comparação reprogramação 1 com a programação atual.

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	104%	-20%	-11%	-10%
Fila Média (carros)	132%	-8%	-29%	-8%
Tempo de Espera Máximo (minutos)	149%	-19%	-24%	-21%
Tempo de Espera Médio (minutos)	132%	-11%	-30%	-5%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 9 – Comparação reprogramação 2 com a programação atual.

Rua	1	2	3	4
Fila Máxima (carros)	142%	-13%	-55%	-24%
Fila Média (carros)	199%	-40%	-63%	-28%
Tempo de Espera Máximo (minutos)	207%	-13%	-51%	-21%
Tempo de Espera Médio (minutos)	208%	-43%	-67%	-29%

Fonte: Autoria própria.

Tabela 10 – Comparação reprogramação 3 com a programação atual.

Das reprogramações apresentadas a que apresenta um melhor resultado é a reprogramação 3 que reduz significativamente os tempos de espera média das ruas 2, 3 e 4 sem prejudicar muito o tempo da rua 1.

Infelizmente a rua 1 foi prejudicada em todos os cenários, porém o impacto não é tão significativo quando levamos em conta o benefício coletivo que pode ser gerado para as outras ruas caso as reprogramações sejam implementadas.

5. Considerações Finais

A aplicação da teoria das filas para se analisar o cenário estudado e propor melhorias no cruzamento das ruas estudadas na cidade de Ponta Grossa se mostrou eficaz e aplicável. As informações levantadas assim como os dados obtidos através da pesquisa em campo e sua posterior análise, trouxeram resultados satisfatórios e podem gerar informações importantes para os órgãos competentes utilizarem em uma possível correção semafórica.

A inferência sobre o cenário atual de congestionamento e uma má distribuição de tempos foi confirmada na análise e discussão dos resultados, já que foi possível melhorar todas as demandas das ruas alterando o fluxo apenas de uma rua. De tal modo, os objetivos do estudo foram alcançados, tendo em vista que os resultados aqui presentes poderão auxiliar na tomada de decisão e realização de melhorias nos problemas de congestionamento.

Embora nos resultados não exista um cenário perfeito, uma rua sempre sofrerá algum tipo de perda em prol da melhora coletiva das outras. O cenário ideal seria onde teríamos todas as quatro ruas diminuindo suas filas e esperas ao mesmo tempo, ainda assim o resultado se mostra eficaz para os problemas ali observados com pequenas alterações.

A metodologia aqui utilizada para se coletar os dados poderia ser melhor aplicada caso mais dados estivessem em mãos, gerando assim maior segurança nos resultados. Os dados aqui apresentados foram coletados durante apenas um dia da semana, podendo ser coletado

também durante o decorrer da semana nos mesmos horários para se considerar as variações ali presentes. No entanto para o estudo aqui realizado uma única coleta de dados se mostrou suficiente para realização do mesmo.

Para finalizar, o estudo pode ainda servir como base para outros cruzamentos ou interseções de trânsitos em diversos locais, com as propostas aqui já apresentadas, abre-se a oportunidade para que demais sugestões de melhorias possam ser apresentadas.

6. Referências

- [1] TAHA, H. A. **Pesquisa Operacional**. Ed. 8. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008.
- [2] SALIMIFARD, Khodakaram; ANSARI, Mehdi. Modeling and Simulation of Urban Traffic Signals. **International Journal Of Modeling And Optimization**. S. L., p. 172-175. abr. 2013. Disponível em: <https://nacto.org/docs/usdg/modeling_and_simulation_of_urban_traffic_signals_salimifard.pdf>. Acesso em: 02 set. 2017.
- [3] SHEU, J. B. “**A composite traffic flow modeling approach for incident-responsive network traffic assignment,**” *Physica A*, vol. 367, 2006, pp. 461–478.).
- [4] COSTA, Luciano Cajado. **Teoria das Filas**. Maranhão: A, 2007. 61 p. Disponível em: <http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf>. Acesso em: 04 set. 2017.
- [5] DETRAN (Estado). **Frota de Veículos Por Tipo e Município**. CURITIBA
- [6] MUNIZ, Leandro Reis; GUIMARÃES, Irce Fernandes Gomes; CAMPOS, Magno Silvério. **APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL PARA ANÁLISE DO TRÁFEGO NO CRUZAMENTO CENTRAL COM SEMÁFORO DA CIDADE HISTÓRICA DE MARIANA**. Salvador: ., 2009. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009_tn_sto_096_652_14544.pdf>. Acesso em: 05 set. 2017.
- [7] SANTOS, Renan de Souza dos; PAQUEROTE, Woldermacdowell Alves; SOARES, Werner Kleyson da Silva. **SIMULAÇÃO DE TRÂNSITO E SEMÁFOROS: UM ESTUDO DE CASO PILOTO EM UM TRECHO NO ENTORNO DO CAMPUS DA UFRN**. Natal: ., 2015. Disponível em: <<http://cdsid.org.br/sbpo2015/wp-content/uploads/2015/08/142661.pdf>>. Acesso em: 05 set. 2017.

ANEXO 1

RUA 1 (Rua D. Pedro II - Sentido Centro)						RUA 2 (Av. Osmário Martins Silva)					
t	Ch	ChAc	At	AtAc	FILA	t	Ch	ChAc	At	AtAc	FILA
17:30:20	25	25	25	25	0	17:30:20	7	7	0	0	7
17:30:40	18	43	18	43	0	17:30:40	8	15	0	0	15
17:31:00	15	58	0	43	15	17:31:00	5	20	0	0	20
17:31:20	16	74	0	43	31	17:31:20	3	23	10	10	13
17:31:40	19	93	20	63	30	17:31:40	5	28	8	18	10
17:32:00	20	113	40	103	10	17:32:00	9	37	0	18	19
17:32:20	21	134	20	123	11	17:32:20	4	41	0	18	23
17:32:40	16	150	0	123	27	17:32:40	3	44	5	23	21
17:33:00	20	170	0	123	47	17:33:00	5	49	14	37	12
17:33:20	15	185	40	163	22	17:33:20	2	51	0	37	14
17:33:40	16	201	38	201	0	17:33:40	1	52	0	37	15
17:34:00	18	219	0	201	18	17:34:00	2	54	0	37	17
17:34:20	15	234	0	201	33	17:34:20	1	55	8	45	10
17:34:40	18	252	20	221	31	17:34:40	5	60	5	50	10
17:35:00	15	267	40	261	6	17:35:00	4	64	0	50	14
17:35:20	16	283	20	281	2	17:35:20	6	70	0	50	20
17:35:40	18	301	0	281	20	17:35:40	5	75	2	52	23
17:36:00	17	318	0	281	37	17:36:00	2	77	3	55	22
17:36:20	16	334	40	321	13	17:36:20	8	85	0	55	30
17:36:40	14	348	27	348	0	17:36:40	3	88	0	55	33
17:37:00	20	368	0	348	20	17:37:00	2	90	0	55	35
17:37:20	15	383	0	348	35	17:37:20	1	91	8	63	28
17:37:40	18	401	20	368	33	17:37:40	5	96	7	70	26
17:38:00	18	419	40	408	11	17:38:00	9	105	0	70	35
17:38:20	17	436	20	428	8	17:38:20	2	107	0	70	37
17:38:40	15	451	0	428	23	17:38:40	3	110	5	75	35
17:39:00	20	471	0	428	43	17:39:00	5	115	10	85	30
17:39:20	15	486	40	468	18	17:39:20	4	119	0	85	34
17:39:40	21	507	39	507	0	17:39:40	3	122	0	85	37
17:40:00	18	525	0	507	18	17:40:00	6	128	0	85	43
17:40:20	16	541	0	507	34	17:40:20	5	133	10	95	38
17:40:40	15	556	20	527	29	17:40:40	8	141	6	101	40
17:41:00	17	573	40	567	6	17:41:00	9	150	0	101	49
17:41:20	19	592	20	587	5	17:41:20	2	152	0	101	51
17:41:40	21	613	0	587	26	17:41:40	5	157	5	106	51
17:42:00	25	638	0	587	51	17:42:00	4	161	12	118	43
17:42:20	15	653	40	627	26	17:42:20	8	169	0	118	51
17:42:40	14	667	40	667	0	17:42:40	3	172	0	118	54
17:43:00	16	683	0	667	16	17:43:00	6	178	0	118	60
17:43:20	18	701	0	667	34	17:43:20	5	183	15	133	50
17:43:40	14	715	20	687	28	17:43:40	7	190	8	141	49
17:44:00	21	736	40	727	9	17:44:00	2	192	0	141	51
17:44:20	15	751	20	747	4	17:44:20	5	197	0	141	56
17:44:40	20	771	0	747	24	17:44:40	9	206	5	146	60
17:45:00	23	794	0	747	47	17:45:00	6	212	17	163	49
17:45:20	18	812	40	787	25	17:45:20	4	216	0	163	53
17:45:40	12	824	37	824	0	17:45:40	3	219	0	163	56
17:46:00	15	839	0	824	15	17:46:00	5	224	0	163	61
17:46:20	18	857	0	824	33	17:46:20	6	230	18	181	49
17:46:40	20	877	20	844	33	17:46:40	4	234	9	190	44
17:47:00	18	895	40	884	11	17:47:00	8	242	0	190	52
17:47:20	20	915	20	904	11	17:47:20	7	249	0	190	59
17:47:40	23	938	0	904	34	17:47:40	2	251	5	195	56
17:48:00	19	957	0	904	53	17:48:00	3	254	15	210	44
17:48:20	14	971	40	944	27	17:48:20	5	259	0	210	49
17:48:40	15	986	40	984	2	17:48:40	8	267	0	210	57
17:49:00	16	1002	0	984	18	17:49:00	2	269	0	210	59
17:49:20	18	1020	0	984	36	17:49:20	4	273	14	224	49
17:49:40	15	1035	20	1004	31	17:49:40	5	278	9	233	45
17:50:00	14	1049	40	1044	5	17:50:00	6	284	0	233	51

ANEXO 2

RUA 2 (Rua D. Pedro II - Sentido Bairro)						RUA 4 (Rua Pref. Campos Melo)					
t	Ch	ChAc	At	AtAc	FILA	t	Ch	ChAc	At	AtAc	FILA
17:30:20	11	11	0	0	11	17:30:20	5	5	0	0	5
17:30:40	11	22	0	0	22	17:30:40	4	9	0	0	9
17:31:00	9	31	31	31	0	17:31:00	3	12	0	0	12
17:31:20	13	44	0	31	13	17:31:20	6	18	11	11	7
17:31:40	10	54	0	31	23	17:31:40	2	20	6	17	3
17:32:00	8	62	0	31	31	17:32:00	5	25	0	17	8
17:32:20	12	74	20	51	23	17:32:20	6	31	0	17	14
17:32:40	10	84	20	71	13	17:32:40	3	34	5	22	12
17:33:00	9	93	0	71	22	17:33:00	4	38	10	32	6
17:33:20	9	102	0	71	31	17:33:20	7	45	0	32	13
17:33:40	10	112	0	71	41	17:33:40	8	53	0	32	21
17:34:00	12	124	40	111	13	17:34:00	3	56	0	32	24
17:34:20	8	132	0	111	21	17:34:20	5	61	9	41	20
17:34:40	9	141	0	111	30	17:34:40	6	67	9	50	17
17:35:00	9	150	0	111	39	17:35:00	8	75	0	50	25
17:35:20	10	160	20	131	29	17:35:20	2	77	0	50	27
17:35:40	8	168	20	151	17	17:35:40	5	82	8	58	24
17:36:00	9	177	0	151	26	17:36:00	1	83	12	70	13
17:36:20	10	187	0	151	36	17:36:20	6	89	0	70	19
17:36:40	8	195	0	151	44	17:36:40	4	93	0	70	23
17:37:00	12	207	40	191	16	17:37:00	5	98	0	70	28
17:37:20	8	215	0	191	24	17:37:20	9	107	5	75	32
17:37:40	8	223	0	191	32	17:37:40	5	112	7	82	30
17:38:00	12	235	0	191	44	17:38:00	2	114	0	82	32
17:38:20	8	243	20	211	32	17:38:20	3	117	0	82	35
17:38:40	9	252	20	231	21	17:38:40	5	122	5	87	35
17:39:00	12	264	0	231	33	17:39:00	1	123	7	94	29
17:39:20	7	271	0	231	40	17:39:20	4	127	0	94	33
17:39:40	7	278	0	231	47	17:39:40	8	135	0	94	41
17:40:00	10	288	40	271	17	17:40:00	5	140	0	94	46
17:40:20	8	296	0	271	25	17:40:20	2	142	7	101	41
17:40:40	13	309	0	271	38	17:40:40	3	145	6	107	38
17:41:00	9	318	0	271	47	17:41:00	6	151	0	107	44
17:41:20	8	326	20	291	35	17:41:20	2	153	0	107	46
17:41:40	7	333	20	311	22	17:41:40	1	154	5	112	42
17:42:00	10	343	0	311	32	17:42:00	4	158	12	124	34
17:42:20	6	349	0	311	38	17:42:20	5	163	0	124	39
17:42:40	8	357	0	311	46	17:42:40	2	165	0	124	41
17:43:00	7	364	40	351	13	17:43:00	3	168	0	124	44
17:43:20	8	372	0	351	21	17:43:20	6	174	12	136	38
17:43:40	6	378	0	351	27	17:43:40	5	179	8	144	35
17:44:00	8	386	0	351	35	17:44:00	8	187	0	144	43
17:44:20	8	394	20	371	23	17:44:20	9	196	0	144	52
17:44:40	7	401	20	391	10	17:44:40	3	199	5	149	50
17:45:00	12	413	0	391	22	17:45:00	2	201	13	162	39
17:45:20	8	421	0	391	30	17:45:20	1	202	0	162	40
17:45:40	9	430	0	391	39	17:45:40	5	207	0	162	45
17:46:00	6	436	40	431	5	17:46:00	6	213	0	162	51
17:46:20	9	445	0	431	14	17:46:20	2	215	14	176	39
17:46:40	7	452	0	431	21	17:46:40	5	220	9	185	35
17:47:00	8	460	0	431	29	17:47:00	4	224	0	185	39
17:47:20	9	469	20	451	18	17:47:20	5	229	0	185	44
17:47:40	9	478	20	471	7	17:47:40	6	235	5	190	45
17:48:00	10	488	0	471	17	17:48:00	6	241	12	202	39
17:48:20	8	496	0	471	25	17:48:20	5	246	0	202	44
17:48:40	9	505	0	471	34	17:48:40	8	254	0	202	52
17:49:00	8	513	40	511	2	17:49:00	7	261	0	202	59
17:49:20	5	518	0	511	7	17:49:20	1	262	11	213	49
17:49:40	8	526	0	511	15	17:49:40	3	265	9	222	43
17:50:00	9	535	0	511	24	17:50:00	2	267	0	222	45