

Janeiro

2024

# RELATÓRIO 09-E2

## Modelagem de Microssimulação para as Interseções

(Carangola até Ponte Branca)

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA VIÁRIO DA  
CIDADE DE PETRÓPOLIS (1ª PARTE)

Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós- Graduação e Pesquisa  
em Engenharia (COPPE/UFRJ)



PROJETO: PET-24.896

UFRJ/COPPETEC



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO - UFRJ**

**INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E  
PESQUISA EM ENGENHARIA – COPPE**

**PROGRAMA DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES – PET**

**Coordenação**

Marcelino Aurélio Vieira da Silva – Prof. Dr. do Departamento de Engenharia de Transportes PET/COPPE/UFRJ

**Equipe Técnica**

Bady Nunes de Carvalho

Lucas Ribeiro Sampaio

Marcus Hugo Sant' Anna Cardoso

Pedro Henrique Paixão Batista

Tomás Oliveira Cazelli

## Sumário

---

1	APRESENTAÇÃO .....	1
2	INTRODUÇÃO .....	2
3	FLUXOS DE VEÍCULOS.....	10
4	SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO - METODOLOGIA .....	13
5	SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO - ANÁLISE.....	19
6	CONCLUSÕES GERAIS .....	28
	Referências .....	29
	ANEXOS – RESULTADOS COMPLETOS DAS SIMULAÇÕES .....	30

## 1 APRESENTAÇÃO

---

O Espaço Tecnológico Professor Amaranto Lopes Pereira - LESFER da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) foi contratado pela Companhia Petropolitana de Trânsito e Transportes – CPTRANS, da Prefeitura Municipal de Petrópolis, para fins de elaboração de um DIAGNÓSTICO DO SISTEMA VIÁRIO DA CIDADE DE PETRÓPOLIS.

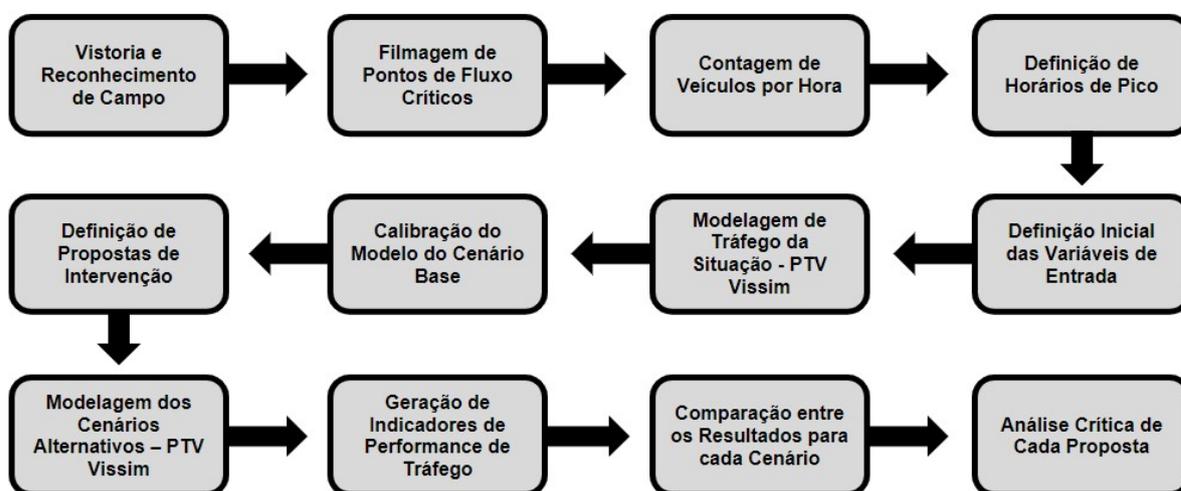
Desta forma, conforme restou pactuado no Contrato de Prestação de Serviços nº 249/2022, celebrado entre a CPTRANS e a Universidade Federal do Rio de Janeiro, com a interveniência da Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos – COPPETEC, o presente Relatório tem por objetivo, em atendimento ao Anexo IV (Plano de Trabalho), apresentar a modelagem de microssimulação para o trecho da Estrada União e Indústria compreendido entre a Estrada do Carangola até Ponte Branca

Por se tratar de um trecho de análise além dos dois previstos inicialmente, este presente relatório é nomeado como uma extensão do Relatório 9, procedimento adotado para todas as modelagens adicionais realizadas, sendo estas nomeadas como 09-E para indicar o conteúdo extra.

## 2 INTRODUÇÃO

A presente nota técnica apresenta os resultados de contagens de veículos realizadas para os pontos de filmagens que foram instalados no trecho da Estrada União e Indústria compreendido entre Carangola e Ponte Branca, assim como também a apresentação de resultados para a simulação integrada realizada para o conjunto de todas as localidades no software PTV Vissim, com a análise de cinco distintos cenários.

Todo o trabalho realizado pelo procedimento descrito ao longo do presente relatório seguiu o método descrito por meio do Fluxograma 1, sendo necessário a conclusão de cada etapa para iniciar a seguinte:



Fluxograma 1: Descrição Geral das atividades realizadas por etapa

Uma única câmera pertencente ao município de Petrópolis, localizada no ponto de Carangola, teve suas imagens disponibilizadas para consulta, tendo sido obtidas as imagens de veículos para 7 dias distintos com o objetivo de determinar o horário e o volume de pico de tráfego, visando-se obter também comportamentos distintos com base no dia e no horário.

Simultaneamente, foram instaladas 4 câmeras fixas ao longo do trecho pela equipe da COPPE, visando uma coleta de dados mais expandida que permitisse uma melhor compreensão do trecho da Estrada União e Indústria como um todo. Uma destas foi utilizada em conjunto com a câmera de Petrópolis localizada em Carangola, de forma a permitir uma visão mais completa dos veículos que executam o retorno no local.

Para avaliar as soluções propostas para a região do Estrada União e Indústria, foram realizadas contagens de veículos em 4 pontos da estrada a fim de usar esses dados

na simulação. Foram utilizadas as filmagens de câmeras da prefeitura de Petrópolis assim como de câmeras fixas instaladas pela equipe da COPPE/UFRJ. Os 4 pontos são descritos na Tabela 1, com suas coordenadas especificadas em seguida.

Tabela 1a: Descrição dos pontos analisados.

Ponto	Descrição
Assaí	Foi instalada uma câmera na Estrada União e Indústria, próximo ao supermercado Assaí para verificação de entrada e saída de veículos do supermercado.
Carangola	Foram utilizadas duas câmeras na Estrada União Indústria, em dois pontos próximos ao cruzamento com a Estrada de Carangola. A utilização de duas câmeras foi necessária para que fosse possível a compreensão de todas as conversões que ocorrem no trecho, uma vez que apenas uma única câmera era incapaz de enquadrar todas as rotas de conversões, sendo assim, a contagem foi feita com a análise dessas duas imagens.
Ponte Branca	Foi instalada uma câmera na Estrada União e Indústria próximo ao cruzamento com a Ponte Branca.
Roseiral	Foi instalada uma câmera na Estrada União e Indústria próximo ao cruzamento com as ruas Oliveira Bulhões e Virgílio de Sá Pereira Junior

Tabela 1b: Pontos de Filmagem e o período de realização de suas Contagens

Local de Filmagem	Latitude	Longitude	Datas de Contagem
Interseção em Ponte Branca	-22.464042750618454	-43.14706643372385	04/08/2023 até 10/08/2023
Entrada Mercado Assaí	-22.46777675531264	-43.149463083133746	04/08/2023 até 10/08/2023
Interseção no Roseiral	-22.469518299705175	-43.14959713512165	04/08/2023 até 10/08/2023
Interseções em Carangola	-22.47361913944087	-43.15795221235001	04/08/2023 até 10/08/2023

Com base nas imagens que foram obtidas, foi realizado um processo de contagem manual por períodos de 15 minutos ao longo de todos os sete dias com o objetivo de determinar o horário pico em uma semana para o fluxo de veículos em cada ponto

específico, assim como o seu quantitativo correspondente de forma que seja possível utilizar este volume máximo como referência nas simulações executadas em cada local.

As imagens foram capturadas de forma simultânea, no mesmo período, sendo utilizados os valores de três horários de picos nas simulações (Pico Manhã em Dia Útil; Pico Tarde em Dia Útil e Pico de Fim de Semana). Como se trata de uma modelagem Integrada, com valores de dados de entrada de pontos distintos, nem sempre os horários de pico para todos os pontos coincidem em um mesmo dia ou horário.

Dessa forma, optou-se por utilizar o ponto de Carangola como a referência para a realização das simulações para a definição do horário de pico base por ser o local onde foi verificada uma maior presença de zonas de conflito que atrasam o tráfego, com os dados de entrada dos outros pontos sendo estipulados para ao menos o mesmo dia de Carangola como forma de minimizar possíveis discrepâncias em relação ao comportamento dos veículos e as conversões que realizam.

Em todas os Quatro pontos de contagem, a captação de imagens se deu por meio da instalação de câmeras fixas em campo, pela própria equipe da COPPE. Após o período de uma semana, as câmeras foram desinstaladas e foram iniciados os procedimentos de contagem pela equipe responsável pelo Levantamento de Dados.

Nas Figuras 1 a 5 é possível observar as imagens das câmeras utilizadas na contagem de veículos. As figuras 2 e 3 especificamente se referem ao mesmo ponto de Carangola, visto sob ângulos distintos que se complementaram para a realização do procedimento de contagens.



Figura 1: Câmera fixa da equipe COPPE/UFRJ - Assaí



Figura 2: Câmera fixa da equipe COPPE/UFRJ - Carangola



Figura 3: Câmera da prefeitura de Petrópolis - Carangola



Figura 4: Câmera fixa da equipe COPPE/UFRJ - Ponte Branca



Figura 5: Câmera fixa da equipe COPPE/UFRJ - Roseiral

Além da instalação de câmeras fixas para contagem do fluxo, se utilizou a assistência de um equipamento RPA (“Remotely Piloted Aircraft System”), popularmente conhecido como drone, para a execução de filmagens mais curtas em Ponte Branca e Carangola, os pontos de início e fim do trecho estudado. As filmagens em drone feitas em Ponte Branca e em Carangola especificamente foram mais curtas - máximo de 15 minutos e uma única filmagem - por conta da bateria do drone.



Figura 6: Imagem de Drone da equipe COPPE/UFRJ – Carangola

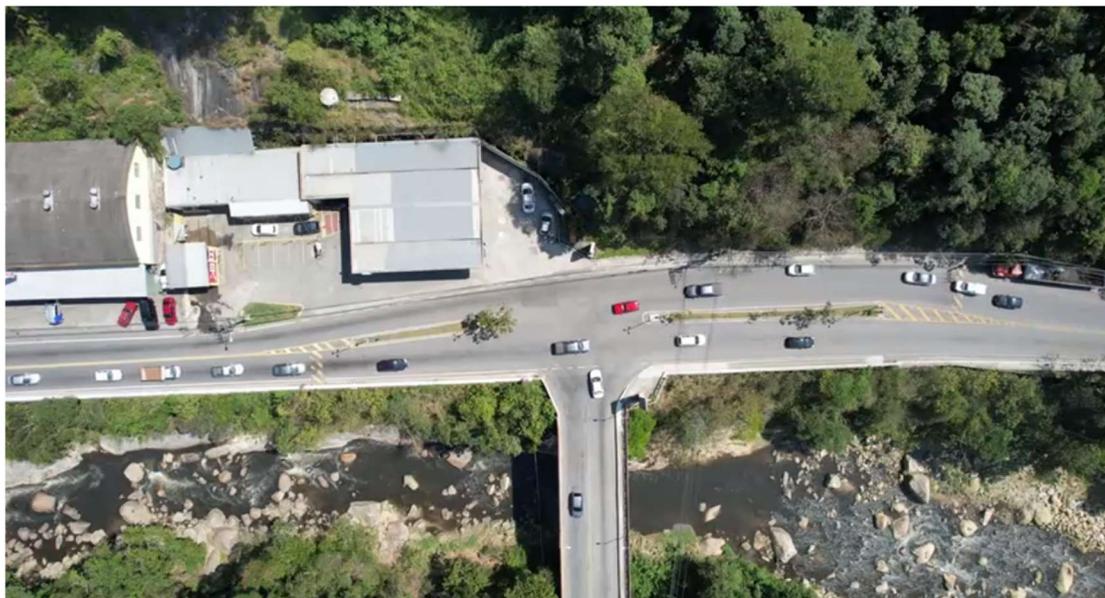


Figura 7: Imagem de Drone da equipe COPPE/UFRJ – Ponte Branca

Considerando que diferentes classes de veículos influenciam de modos distintos a ocupação da faixa da via, os veículos foram classificados da seguinte forma: automóveis (VP); as motocicletas (M); os caminhões e ônibus (CO); veículos de semi-reboque e reboque (SR/RE) e as bicicletas (B). No qual, posteriormente, foram convertidos em uma unidade de veículo padrão (UVP) que considerou os fatores apresentados na Tabela 2.

<b>Classe de Veículo</b>	Automóveis (VP)	Motocicletas (M)	Caminhões ou Ônibus (CO)	Veículos Semi-reboque ou Reboque (SR/RE)	Bicicletas (B)
<b>Fator de Conversão (UVP)</b>	1,0	1,0	1,5	2,0	0,5

Tabela 2: Fatores de conversão para UVP (Manual de Estudos de Tráfego – DNIT).

Após a contagem de todas as conversões nos pontos analisados foram elaborados relatórios com os valores encontrados nos quais são descritas as quantidades de veículos em unidade padrão. Sendo assim, foi possível estabelecer os dados de entrada da simulação com os valores totais de entrada de veículos e os percentuais de conversão em cada trecho.

Em todos os dias úteis se realizou uma análise da contagem de pelo menos três horários de pico na manhã e outros três na tarde/noite, definidos por meio de uma contagem mais extensa realizada para ao menos uma das datas. O período considerado como de pico da manhã geralmente se concentra no período das 07h até as 10h, enquanto para a tarde esse horário foi entre as 17h e 20h. Já para os Sábado e Domingo, considerou-se uma análise de pelo menos três horas por dia durante o período de pico determinado como sendo entre 11h e 14h, próximo do horário de almoço.

As indicações detalhadas dos fluxos, assim como suas subdivisões e o seu quantitativo no horário de pico de cada dia, podem ser encontradas nos diagramas inclusos no Relatório 02. Estes se baseiam em variados fluxos cuja lógica e nomenclatura exata em cada ponto analisado podem ser mais bem compreendidos no tópico seguinte. Enquanto os horários de pico exatos para cada ponto podem ser verificados nos dados de contagens anexados a este documento.

Desta forma, para as contagens de Carangola até Ponte Branca, foram considerados 3 horários ao todo para cada um dos cenários avaliados: o horário de pico da manhã em dias úteis (datas variáveis); o pico da tarde em dias úteis (datas variáveis) e um pico geral para o fim de semana (datas variáveis). Dessa forma, pode-se observar as diferenças no fluxo do trânsito em variadas circunstâncias.

Os valores de volume adotados nas simulações de Ponte Branca / Carangola, assim como o percentual de conversões executadas para distintos trajetos foram

determinados considerando os dados de contagem levantados e apresentados nos relatórios de contagens do Relatório 02, caso haja o interesse em analisar mais especificamente os valores de entrada que foram utilizados nas simulações. Como já mencionado, utilizou-se Carangola como referência para ao menos utilizar dados de um único dia para cada simulação, de forma que foram estipuladas as seguintes datas para cada pico analisado:

- Pico da Manhã em Dia Útil – 09/08/2023 (às 8h em Carangola)
- Pico da Tarde em Dia Útil – 04/08/2023 (às 17h em Carangola)
- Pico do Fim de Semana – 05/08/2023 (às 12h em Carangola)

### 3 FLUXOS DE VEÍCULOS

Cada um dos pontos de contagem apresenta uma lógica de fluxo distinta, sendo interseções com número de entradas distintas. De qualquer forma, foi desenhado um esquema dos fluxos para cada um dos locais de contagens, contendo sua nomenclatura para o ponto descrito.

Deve-se atentar que cada fluxo apresentado pode se subdividir de diferentes formas. Por exemplo, um Fluxo A em uma via que pode ter dois destinos diferentes, se dividindo em A1 e A2. Para verificar a nomenclatura das subdivisões dos fluxos apresentados neste tópico, deve-se consultar as contagens no Relatório 02 que contém esta especificação de forma mais detalhada.

Os esquemas de fluxos analisados podem ser observados nas Figuras 8 a 11.

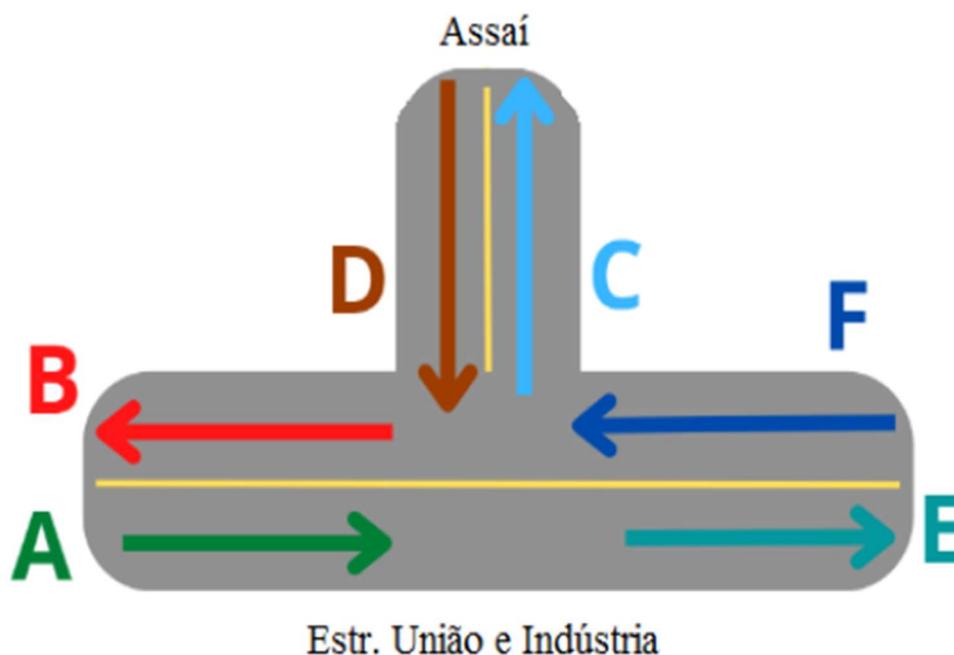


Figura 8: Esquema de fluxos – Assaí



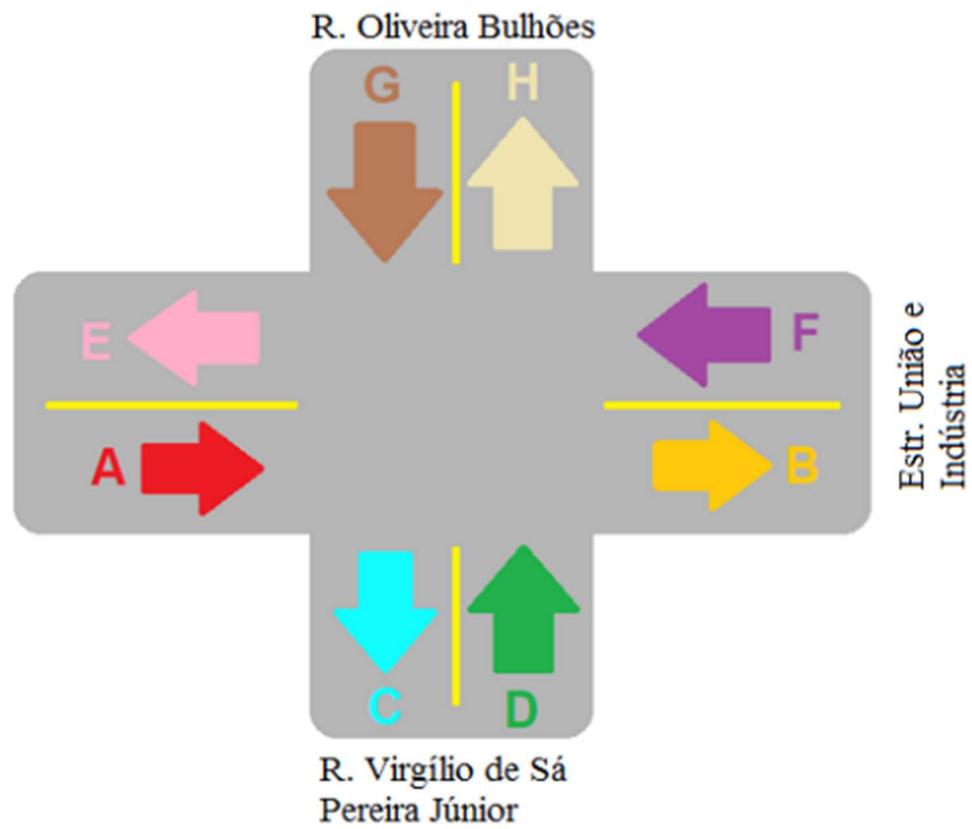


Figura 11: Esquema de fluxos - Roseiral

## 4 SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO - METODOLOGIA

---

A simulação integrada em Ponte Branca / Carangola foi executada por meio do software PTV Vissim visando obter critérios de avaliação do fluxo para o cenário atual e diferentes propostas de intervenção. Dentre os principais critérios de avaliação considerados em uma hora de simulação estão o nível de serviço; a fila média de veículos que é formada e o tempo de atraso médio dos veículos, este último o qual se considera o indicador mais adequado para avaliação.

Como parâmetro para o quantitativo de fluxo, foi inicialmente considerado para cada fluxo o valor máximo de pico encontrado para cada um dos três dos períodos de pico avaliados, com os valores mais críticos ocorrendo durante os dias úteis. De qualquer forma, os indicadores para a manhã e à tarde se mostraram próximos entre si ao final do processo e apontam para as mesmas conclusões.

Além do valor do volume de fluxo, diversas outras variáveis foram consideradas pelo software para a realização da simulação, como por exemplo a presença de pontos de ônibus no local; prioridades em zonas de conflito; a velocidade máxima estabelecida para os veículos; a geometria da via; o trajeto percorrido pelos veículos; dentre outros.

Foram realizados cinco cenários de simulações em particular que consideraram diferentes propostas de intervenções existentes para pontos localizados ao longo do trecho avaliado. Cada cenário foi estipulado em relação ao cenário base, sem a acumulação de propostas de intervenção neste trecho. A seguir se encontra a descrição de cada uma das cinco simulações:

1. Cenário Base, sem propostas de intervenções.
2. Cenário com criação de Nova Ponte de duas faixas com sentido de saída de veículos da Estrada União Indústria. Esta Nova Ponte se localizaria próximo ao Mercado Assaí que se encontra no trecho analisado, tendo a função de restringir o sentido duplo de tráfego que ocorre na via em Carangola com ligação para Cascatinha, a qual se limitaria apenas a atender a conversão de entrada de veículos em direção até a Estrada União Indústria.

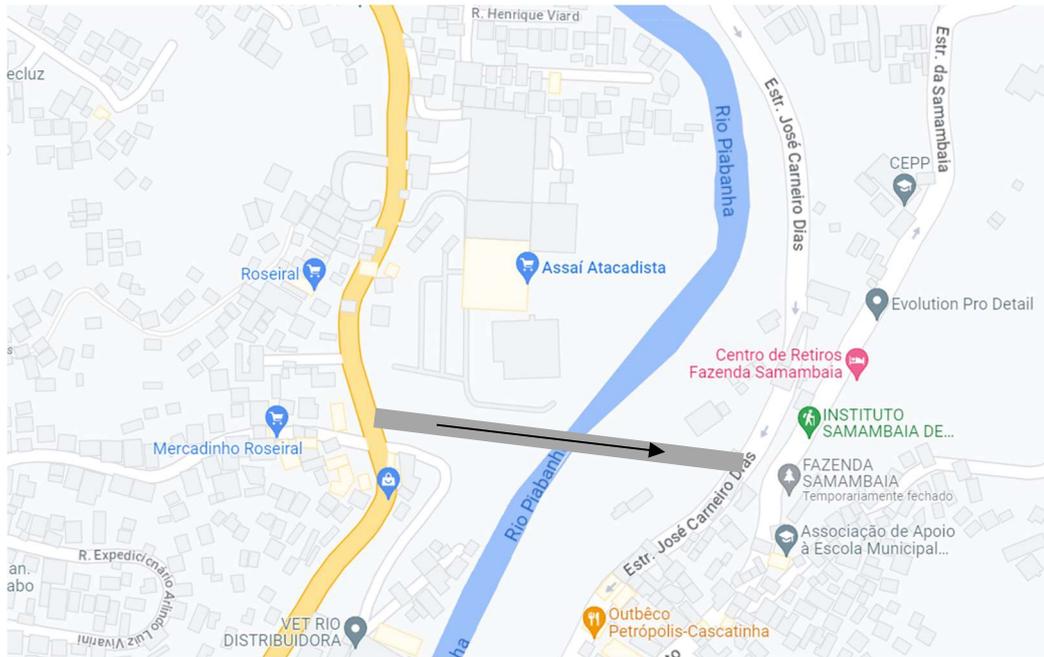


Figura 12: Localização da Nova Ponte no Mapa, com Sentido do tráfego no Cenário 2 indicado pela seta preta

3. Cenário com criação de Nova Ponte de duas faixas com sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria. Esta Nova Ponte seria a mesma do cenário 2 mas com o sentido oposto de fluxo, tendo a função de restringir o sentido duplo de tráfego que ocorre na via em Carangola com ligação para Cascatinha, a qual se limitaria apenas a atender a conversão de saída de veículos da Estrada União Indústria.

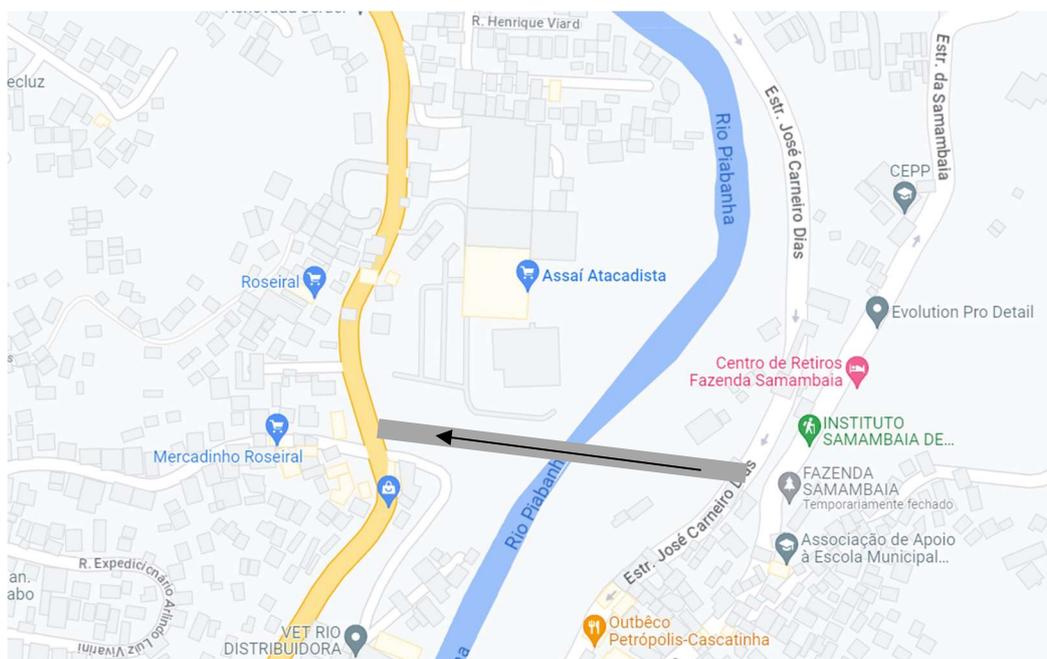


Figura 13: Localização da Nova Ponte no Mapa, com Sentido do tráfego no Cenário 3 indicado pela seta preta

4. Cenário de Substituição de Ponte de Pedestres com conexão com trecho que liga até a Estrada União Indústria na altura do Roseiral. O sentido da ponte é semelhante ao adotado no Cenário 3, com semelhante restrição de fluxo sendo executada na Ponte em Carangola com ligação para Cascatinha.

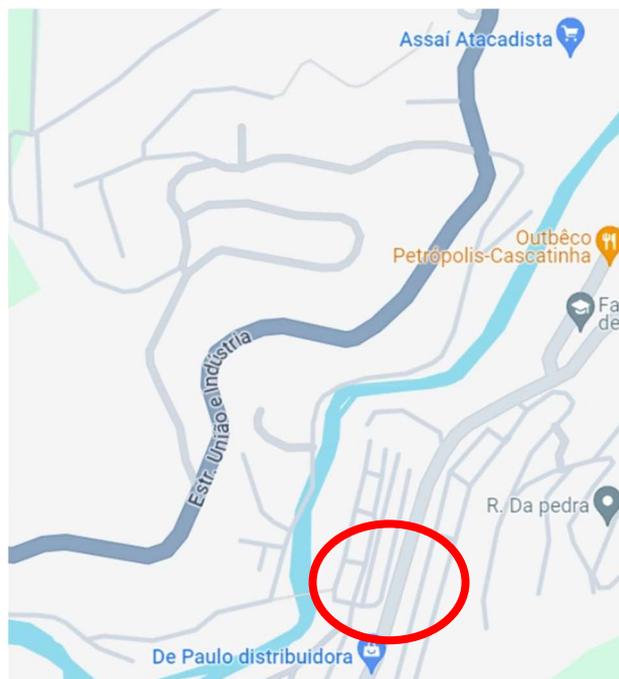


Figura 14: Localização da Ponte de Pedestres a ser revitalizada

5. Cenário de Criação de nova conexão da Estrada União Indústria com a Ponte de Cascatinha, de forma a permitir a saída de veículos de Cascatinha sem a necessidade de execução de Retorno em Carangola. Deve-se observar que este cenário verifica apenas a viabilidade de implementação desta proposta de um ponto de vista de tráfego, de forma que estudos adicionais devem ser feitos para verificação de viabilidade de implementação de um ponto de vista geométrico, levando em conta o relevo do local.

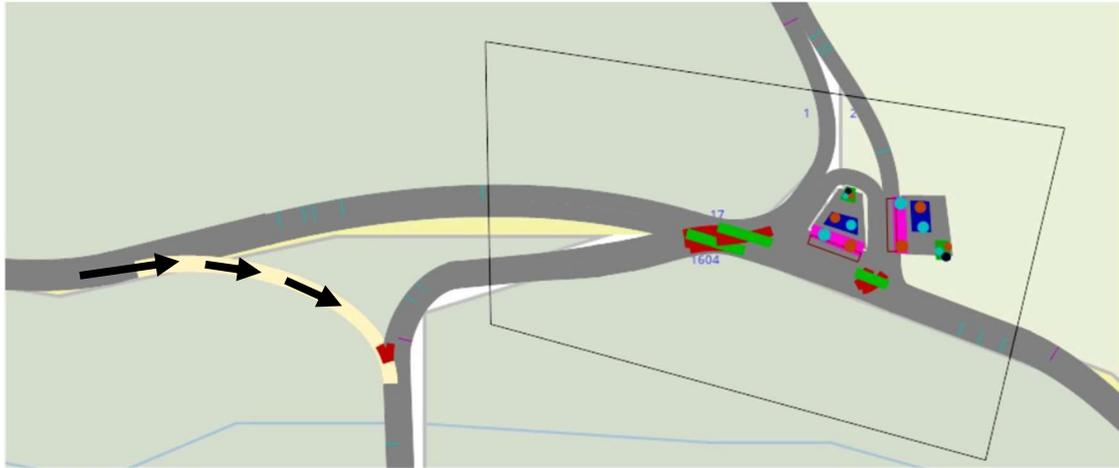


Figura 15: Esquema possível para nova Conexão para Cascatinha (PTV Vissim)

Algumas observações gerais a serem feitas:

- O objetivo principal da Ponte seria reduzir o sobrecarregamento que ocorre em Carangola, onde existem um total de 14 conversões possíveis no Cenário Base devido a existência de um retorno improvisado no local. Este valor seria reduzido para 10 conversões tanto no cenário 2 quanto no cenário 3.
- Foi inicialmente considerada a implementação de retornos nas proximidades visando eliminar completamente a necessidade de uso do retorno improvisado em Carangola, mas seriam necessários maiores estudos para escolha de um local nas proximidades onde seria possível haver essa execução, de forma que a possibilidade de retornos foi desconsiderada. No entanto, a implementação da Nova Ponte aqui proposta junto de retornos, seria teoricamente a solução ideal para uma grande redução de conflitos de tráfego que foram verificados em Carangola.
- Para os Cenários 2 e 3, a implementação da nova ponte implica na criação de nova interseção com a Estrada União Indústria. Existe a possibilidade de realizar esta ligação de forma direta ou pela criação de alteração da geometria da Estrada União Indústria na área de interseção de maneira a criar uma 3ª faixa para entrada ou saída dos veículos da ponte, como forma de minimizar o conflito criado. Para as simulações destes cenários, foi considerado o esquema de interseções demonstrado nas Figuras 16 e 17.



Figura 16: Possibilidade de Interseção da Nova Ponte com a Estrada União e Indústria (Cenário 2 - PTV Vissim)



Figura 17: Possibilidade de Interseção da Nova Ponte com a Estrada União e Indústria (Cenário 3 - PTV Vissim)

É importante também mencionar que todos os cenários possuem vários parâmetros e processos de construção semelhantes entre si, com as simulações mantendo os comportamentos de fluxo de trânsito iguais para todos, de forma a possibilitar a comparação dos indicadores gerados e analisados. Para este comportamento de veículos, se utilizou o padrão urbano com a modelagem do tipo **Wiedemann 74**, sendo feitas alterações somente no que diz respeito a posição dos veículos na faixa de forma que ocupassem qualquer posição na faixa e não necessariamente uma única centralizada, o que permitiu que fosse configurada a possibilidade de ultrapassagem

das bicicletas pelos carros em vez de que todos os veículos se comportassem como uma única fila.

Os dados de entrada de volume de veículos e a rota que estes realizam, com diferentes proporções entre os fluxos tendem a ser distintos dependendo do cenário avaliado, com diferentes contagens por hora tendo sido levantadas. De qualquer forma, outros parâmetros importantes para a simulação foram mantidos para todos os cenários de maneira a possibilitar uma melhor comparação entre os resultados.

Valores de velocidade desejada dos veículos por exemplo, foram definidos com base em parâmetros de vias arteriais segundo as especificações do Código de Trânsito Brasileiro, não superando o máximo de 60 km/h para nenhuma classe de veículo e utilizando velocidades mais reduzidas para bicicletas (15 km/h) e ônibus e caminhões (40km/h).

## 5 SIMULAÇÕES DE TRÁFEGO - ANÁLISE

A Figura 18 representa os vários pontos de coleta de dados que são apresentados nas simulações anexadas a este relatório estando localizados ao longo da Estrada União Indústria, no trecho entre a Interseção com a Ponte Branca até o início de Carangola.



Figura 18: Áreas de Análise do Tráfego pela Modelagem no PTV Vissim

Todos os pontos foram analisados de forma dinâmica e integrada. As simulações ao final deste relatório apresentam tanto os detalhes da performance para cada conversão compreendida dentro da área indicada como também apresentam um valor médio para cada indicador.

Para a análise de cada cenário, foi levado em consideração os valores destes indicadores médios assim como foram também observados os fluxos mais específicos dentro destas áreas como forma de verificar se algum destes se encontrava particularmente mais sobrecarregado em relação ao indicador médio que representa o conjunto de todas as conversões existentes em cada área.

## 5.1. Cenário Base

O principal ponto de retenção de tráfego verificado pela modelagem ocorreu em Carangola conforme esperado, enquanto o Roseiral e Ponte Branca apresentaram indicadores mais baixos. De forma que as propostas de intervenção testadas em seguida tiveram como foco justamente na melhoria da situação em Carangola.

Os indicadores se mantiveram relativamente estáveis independentemente do horário de pico analisado, com o Pico da Manhã de dia úteis apresentando os indicadores de menor performance, indicando a existência de tráfegos mais intensos.

As conversões mais intensas podem ser consideradas os fluxos críticos do sistema, com as propostas de intervenção devendo buscar justamente aliviar estes fluxos como forma de se obter resultados melhores para a média geral da interseção analisada.

Indicador	Carangola (Pico Manhã)	Carangola (Pico Tarde)	Roseiral (Pico Manhã)
Fila Média (metros)	121,2	95,0	14,1
Delay (segundos)	49,1	41,6	14,6
Nível de Serviço	LOS E	LOS E	LOS B

Tabela 3: Resumo dos resultados médios no Cenário Base em Carangola e Roseiral

Se julgarmos como melhores indicadores para avaliação da performance, o tempo médio de atraso dos veículos e a fila média de veículos que é formada. As médias em Carangola para cada um dos horários de pico estão resumidas pela Tabela 3, representando um indicador que converge os indicadores para todas as conversões em apenas um só para representar o todo. A descrição mais detalhada dos indicadores por conversão específica pode ser encontrada ao final deste presente relatório.

Por exemplo, no pico da tarde em Carangola, as conversões que contribuíram para o aumento dos indicadores médios foram justamente as conversões nomeadas como A para o ponto (A1; A2; A3 e A4), que representam as entradas de veículos que vêm da Estrada União Indústria desde o Centro de Petrópolis, sendo as conversões mais sujeitas aos conflitos advindos da entrada de veículos vindos de Cascatinha e também da possível conversão para a esquerda de parte da própria fila de veículos na Estrada do Carangola.

No período da manhã, a pior fila (251,9 veículos) foi causada pelos veículos vindos da entrada A, enquanto os piores delays (de 155 a 168 segundos) foram verificadas para a mesmas conversões, evidenciando que restringir o fluxo na via que conecta até Cascatinha ou criar retornos que substituem a conversão destes veículos para a Estrada do Carangola bem na interseção seriam possivelmente as soluções mais impactantes para a melhoria dos indicadores.

Depois das Conversões relacionadas ao fluxo A em Carangola, as conversões relacionadas a D apresentaram os valores mais altos de indicador de fila média de veículos (entre 117 e 206 metros), acima da média geral de 121 metros verificada para a interseção no período da manhã. O fluxo D é justamente o conjunto de carros que vêm de Cascatinha, reforçando a necessidade de restringir o fluxo desta via.



Figura 19: Fluxos Críticos no Cenário Base de Carangola

## 5.2. Cenário com Nova Ponte no Assaí (Sentido de Saída de veículos da Estrada União Indústria)

Neste cenário, foi considerada a criação de uma nova ponte ao lado do Mercado Assaí, próximo ao Roseiral. Esta nova ponte substituiria as conversões de saída da Estrada União Indústria que ocorrem atualmente na via de conexão entre Carangola e Cascatinha. Embora não elimine a entrada de fluxo D em Carangola, foi testada para ver se a redução de conflitos com eliminação das conversões de saída para

Cascatinha já ajudaria em algo, já que as conversões possíveis diminuiriam de 14 para 10. A tabela 4 faz um resumo dos resultados encontrados.

Indicador	Carangola (Pico Manhã)	Carangola (Pico Tarde)	Roseiral (Pico Manhã)
Fila Média (metros)	15,5	46,2	3,6
Delay (segundos)	21,1	33,3	8,5
Nível de Serviço	LOS C	LOS D	LOS A

Tabela 4: Resumo dos resultados médios no Segundo Cenário

Pode-se observar que se verificou uma redução dos indicadores – significativa especialmente para o pico da manhã – causada devido a redução dos conflitos em Carangola. Isso ocorre pois o conflito entre os fluxos de entrada A e D é o principal problema em Carangola e este conflito específico seria parcialmente eliminado com a restrição de fluxo na ponte com ligação para Cascatinha.

No entanto, com a eliminação do fluxo de saída para Cascatinha em Carangola, se mantém ainda a entrada de veículos no local, de forma que o conflito não é eliminado por completo. De forma que se conclui que uma outra possível alternativa a restrição do tráfego em Carangola deve ser a eliminação do fluxo de entrada D por completo, reposicionando essa entrada para a Nova Ponte ao inverter o seu sentido.

Dessa forma, não seria priorizada a eliminação de conflitos e sim a redução excessiva do volume de veículos que passam por Carangola, com possíveis pontos de entrada na Interseção caindo de quatro para três. Essa proposta será avaliada pelo Cenário 3 como uma possível alternativa. Ainda assim, os resultados observados por este atual cenário já apresentaram uma redução dos indicadores em Carangola que justificaria a intervenção de um ponto de vista de tráfego pelo menos.

De qualquer forma, para o Cenário 2 na manhã o principal fluxo crítico se manteve como sendo o fluxo A, apesar deste ter reduzido significativamente seus indicadores. O delay médio para as conversões do fluxo A variaram entre 33 até 45 segundos, como consequência de evitar conflito com conversões que entrariam na Ponte para Cascatinha. A melhoria ocorreu de forma mais forte no período da manhã pelo fato de uma maior proporção de veículos executar essa conversão na manhã.

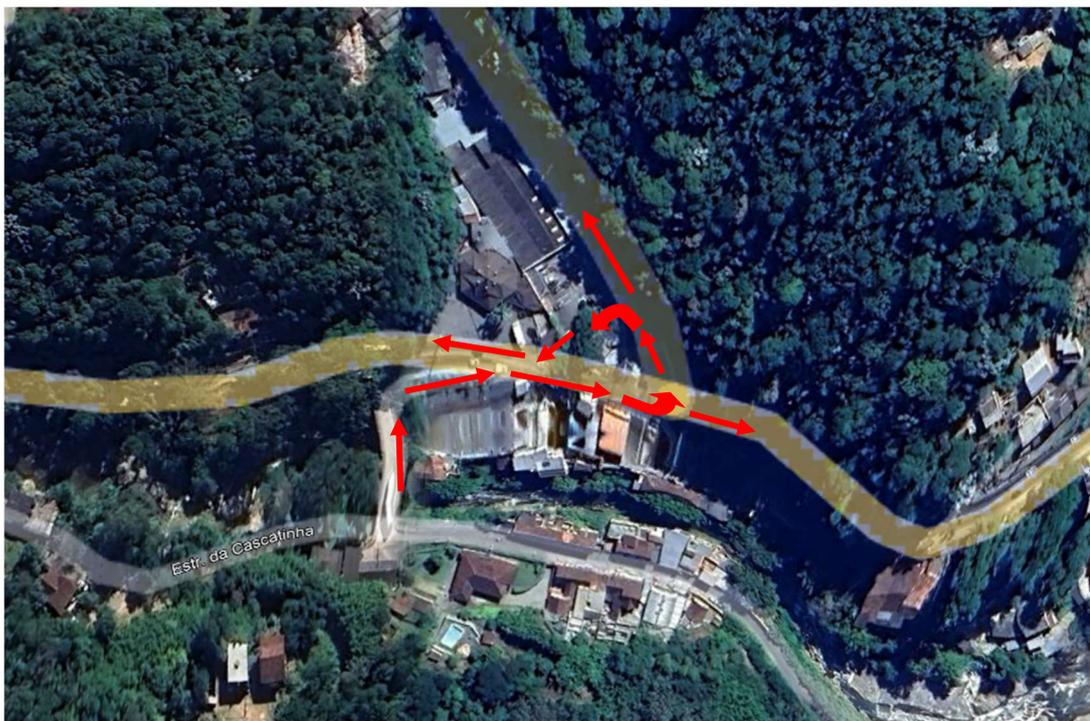


Figura 20: Fluxos Críticos no Cenário 2 de Carangola

### 5.3. Cenário com Nova Ponte no Assaí (Sentido de Entrada de veículos para a Estrada União Indústria)

O terceiro cenário é semelhante ao anterior, mas alterando os sentidos de fluxo na Nova Ponte na altura do Mercado Assaí e da via que conecta Carangola com Cascatinha diretamente. A nova ponte no Assaí fica com a responsabilidade de fornecer a entrada do Fluxo D que existia em Carangola, permitindo conversões para ambos os sentidos da Estrada União Indústria. Enquanto a via onde ocorria o fluxo D em Carangola fica destinada apenas para a saída de veículos. Os resultados gerais são descritos pela Tabela 5.

Indicador	Carangola (Pico Manhã)	Carangola (Pico Tarde)	Roseiral (Pico Manhã)
Fila Média (metros)	14,2	9,6	9,4
Delay (segundos)	15,3	14,2	15,3
Nível de Serviço	LOS C	LOS B	LOS C

Tabela 5: Resumo dos resultados médios no Terceiro Cenário

De início, se repara uma diferença significativa em relação ao cenário anterior no sentido que esta é a melhor solução para Carangola, mas resulta em um aumento no

nível de serviço em Roseiral por conta do deslocamento do ponto de entrada de veículos na Estrada União Indústria. Neste último cenário para o pico da Tarde, o nível de serviço melhorou de LOS D para LOS B, a segunda melhor categoria. A diminuição da fila média de veículos e de atraso médio também diminuiu de maneira consistente e significativa.

O principal benefício deste cenário se trata da completa retirada de um ponto de entrada de veículos de Carangola, remanejando este ponto para outro local de forma a evitar a concentração excessiva de entrada de veículos no mesmo ponto, o que diminui a quantidade de veículos em Carangola além de evitar o conflito entre os fluxos A e D mencionados no Cenário Base que causam o principal problema em Carangola atualmente.

No entanto, esse remanejamento possui certo impacto na interseção do Roseiral, com o nível de serviço médio no local aumentando de LOS A no segundo cenário para LOS C. Este fator deve ser considerado pois parte da redução se dá somente pela eliminação de conflitos e sim para o seu deslocamento para um local mais apropriado, pois mesmo com a alteração os níveis de tráfego em Roseiral não alcançam valores tão elevados como o que são vistos atualmente em Carangola.

A melhoria para Carangola é significativa, no período da tarde havendo uma redução de quase 20 segundos no tempo médio de atraso e uma diminuição de mais de 35 metros de veículos na fila média ao todo.

Os fluxos críticos também se alteram significativamente. No Cenário 1, se observou que o Fluxo A é o principal problema em Carangola, por conta do seu conflito com o Fluxo D. Já no Cenário 2 essa característica se manteve, apesar da redução dos indicadores.

Por fim, no Cenário 3, foram ambos Fluxos A e D que apresentaram as reduções significativas que permitiram uma redução dos indicadores médios apresentados para Carangola. De forma que o novo Fluxo Crítico para a interseção passa a ser o Fluxo F, que representa o fluxo da Estrada União Indústria vindo de Corrêas.

Este Fluxo F manteve seus indicadores relativamente estáveis em relação ao Cenário Base, apresentando uma fila média entre 22 e 38 metros de veículos e um delay médio entre 12 a 20 segundos para todas as suas subdivisões, considerando-se o Pico da Manhã como referência. No cenário base, o Fluxo Crítico A havia apresentado uma fila média de mais de 200 metros de veículos e atrasos acima de 160 segundos, o que evidencia uma melhoria bastante significativa somente com a implementação de nova ponte e restrição de fluxos na ponte existente que liga Carangola e Cascatinha.



Figura 21: Fluxos Críticos no Cenário 3 de Carangola

De forma que se recomenda a implementação do Cenário 3 como o mais recomendado para implementação, ao alcançar melhor equilíbrio para o tráfego ao longo da Estrada União Indústria.

Ainda assim, foram verificados dois cenários adicionais cujos resultados serão apresentados em seguida.

#### 5.4. Cenário com Revitalização de Ponte de Pedestres existente (Sentido de Entrada de veículos para a Estrada União Indústria)

O quarto cenário é semelhante ao anterior, apenas alterando o local de localização da nova ponte. No lugar de ser ao lado do Assaí, ela seria feita sobre a atual Ponte de Pedestres que possui conexão com uma via (Rua Oliveira Bulhões) que dá ligação até a interseção no Roseiral, sendo uma alternativa para veículos vindos de Cascatinha.

Indicador	Carangola (Pico Manhã)	Carangola (Pico Tarde)	Roseiral (Pico Manhã)
Fila Média (metros)	19,5	5,00	14,7
Delay (segundos)	16,3	13,9	14,2
Nível de Serviço	LOS C	LOS B	LOS B

Tabela 6: Resumo dos resultados médios no Quarto Cenário

A Tabela 6 demonstra que não há qualquer alteração que seja suficientemente significativa nos resultados em relação ao cenário 3 de um ponto de vista de tráfego. De forma que a opção pela localização da ponte em um local ou outro deve atender critérios distintos, como a infraestrutura local.

Como o acesso até o local onde se encontra a atual Ponte de Pedestres é bem acidentado, recomenda-se preferencialmente a Ponte no Assaí como uma opção mais favorável.

Em relação aos fluxos críticos, não há alterações tão significativas porque a localização da ponte em si não alteraria a lógica do tráfego, de forma que se recomenda utilizar critérios técnicos e de infraestrutura para a comparação deste cenário com os anteriores em vez de somente o comportamento do tráfego na Estrada União e Indústria.

Por exemplo, para se chegar da Ponte deste cenário, é necessário o veículo passar por um percurso íngreme e acidentado na Rua Oliveira Bulhões, de forma que seria necessário além da revitalização da Ponte, talvez repensar a infraestrutura viária no entorno para evitar riscos de acidentes ou outros problemas.

Por essa razão, combinado com os resultados de tráfego na Estrada União e Indústria similares ao cenário de criação de Nova Ponte, se recomenda a opção pela criação de uma nova ponte por completo que possibilite uma conexão livre e direta com Cascatinha.

### **5.5. Cenário com Nova Ligação em Carangola para saída de veículos na Ponte para Cascatinha**

Este último cenário foi pensado como uma possível solução intermediária para Carangola, possibilitando uma ligação de saída da Estrada União Indústria para a Ponte que existe em Carangola para conexão com Cascatinha.

A função desta ligação não representaria uma intervenção tão grande quanto a criação de uma nova ponte e possibilitaria a saída para Cascatinha de parte do fluxo de tráfego A em Carangola antes mesmo que estes veículos chegassem à Interseção analisada de Carangola, o que seria positivo. No entanto, estudos mais aprofundados deveriam ser executados para avaliação da viabilidade de implementação desta solução, de um ponto de vista geométrico.

Indicador	Carangola (Pico Manhã)	Carangola (Pico Tarde)	Roseiral (Pico Manhã)
Fila Média (metros)	42,1	36,6	9,4
Delay (segundos)	27,8	28,6	11,3
Nível de Serviço	LOS D	LOS D	LOS B

Tabela 7: Resumo dos resultados médios no Quinto Cenário

A Tabela 7 indica os indicadores observados para este último cenário. Observa-se uma melhoria que é mais leve em relação ao cenário base, com o Nível de Serviço Médio sendo reduzido de E para D tanto para a Manhã quanto para a Tarde.

Os fluxos críticos em Carangola se mantêm como sendo os referentes ao Fluxo A, mas com estes apresentando uma melhoria justamente por conta da redução do Fluxo A que passa pela Interseção existente.

De forma geral, é uma boa solução que apresenta resultados e teoricamente possui menor complexidade em relação à construção de uma nova ponte, embora deva-se reforçar que seria uma solução que poderia absorver apenas uma parcela referente ao Fluxo A de Carangola enquanto a nova Ponte no Assaí não possuiria esta limitação e por isso os indicadores se reduziram para níveis mais baixos.

Além disso, por conta do relevo no local, a geometria desta ligação ainda precisaria ser mais tecnicamente detalhada, com os resultados aqui sendo referentes apenas a influência sobre o tráfego em uma hipotética criação desta ligação no futuro.

## 6 CONCLUSÕES GERAIS

---

De forma geral, a Principal solução para o trecho é restringir um dos fluxos em Carangola, local no qual ocorre grande concentração de veículos e conversões, deslocando-o para mais próximo do Roseiral, onde uma nova ligação com Cascatinha seria criada.

Existe uma ponte para pedestres atualmente próxima ao Roseiral que poderia ser revitalizada de forma a ser destinada a veículos, mas ela se encontra em um local de acesso desfavorável, especialmente para veículos mais pesados, de forma que se recomenda a criação de uma nova ponte ao lado do supermercado Assaí possibilitando esta ligação.

Pode-se restringir tanto o sentido de entrada quanto o de saída em Carangola que seriam observados benefícios, mas se considera que a entrada de veículos para a Estrada União e Indústria vindos de Cascatinha deva ser restringida em Carangola e deslocado para a Nova Ponte de forma a reduzir a quantidade de veículos em Carangola, local onde foram verificados os principais problemas de tráfego.

Além desta solução, uma solução intermediária ou complementar que foi verificada como apresentando resultados melhorados de tráfego foi a simples criação de uma ligação de saída de veículos da Estrada União e Indústria, conectada à ponte em Carangola, permitindo que uma parte dos veículos pudesse sair para Cascatinha sem precisar sequer passar pelos conflitos existentes em Carangola.

Há uma diferença de nível que precisaria ser superada, mas diferentes projetos poderiam ser avaliados como forma de superar o desnível sem implicar na criação de uma ligação muito íngreme, como criar a saída para a Ponte em Cascatinha em um ponto ligeiramente mais distante de Carangola, estendendo o comprimento da nova conexão de saída enquanto se diminui a sua inclinação.

De qualquer forma, esta solução deve ser tecnicamente aprofundada, sendo considerada como uma solução adicional e complementar em relação à solução de uma nova ponte ao lado do Supermercado Assaí. Caso possível, ela deslocaria a Saída para Cascatinha para fora da Interseção em Carangola, enquanto a entrada de veículos de Cascatinha se concentraria na nova ponte, eliminando por completo a necessidade de conversões de veículos com esta origem ou destino em Carangola.

## REFERÊNCIAS

---

CÓDIGO DE TRÂNSITO BRASILEIRO – CTB – Lei N° 9.503, de 23 de Setembro de 1997.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de estudos de tráfego. Rio de Janeiro, 2006.384 p. (IPR. Publ., 723).

PLANMOB - Plano de Mobilidade Urbana de Petrópolis 2019–2029. 1. ed. Petrópolis - RJ: 2019, 633p.

## **ANEXOS – RESULTADOS COMPLETOS DAS SIMULAÇÕES**

---

Nas páginas a seguir se encontram os resultados detalhados das 15 modelagens realizadas no software PTV Vissim para os 5 diferentes cenários em 3 horários de pico distintos: Pico da Manhã em Dia Útil; Pico da Tarde em Dia Útil e Pico em Final de Semana.

O resultado da Média Geral de cada interseção avaliada como um todo se encontra destacado em Amarelo e Negrito, enquanto os indicadores individuais por fluxo específico estão descritos acima do resultado da Média Geral.

Resultado Simulação - PTV Vissim (05/08/2023 às 12h) - Horário de Pico no Final de Semana

1. Cenário Base

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	0,620565	285	LOS_B	12,905298	361,472072	70,32933
Ponte Branca - D1	6,007472	224	LOS_B	12,825082	225,126649	43,801465
Ponte Branca - A1	1,214669	522	LOS_B	11,866536	315,719575	61,427557
Ponte Branca - A2	1,214669	203	LOS_A	9,688776	118,224074	23,002109
Ponte Branca - F2	16,650327	289	LOS_C	19,137437	349,304185	67,961901
Ponte Branca - F1	4,020747	684	LOS_B	13,396504	559,195972	108,799216
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>5,049751</b>	<b>2207</b>	<b>LOS_B</b>	<b>13,323928</b>	<b>1927,451192</b>	<b>375,011963</b>
Roseiral - D1	0,222448	10	LOS_A	7,681725	7,106253	1,382619
Roseiral - D2	1,005483	29	LOS_A	6,95933	22,226792	4,324526
Roseiral - D3	0	24	LOS_A	1,65752	8,232379	1,601722
Roseiral - G1	0,001138	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - G2	0	1	LOS_A	0,421181	0,276623	0,053821
Roseiral - G3	0,389368	14	LOS_A	8,555246	10,764177	2,094318
Roseiral - A2	6,414454	44	LOS_A	5,344296	16,862036	3,28074
Roseiral - A3	10,183665	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - A1	6,414454	858	LOS_A	8,668311	427,474729	83,171049
Roseiral - F3	4,966439	2	LOS_C	21,589567	17,060163	3,319288
Roseiral - F2	3,71279	17	LOS_A	4,98461	8,3513	1,62486
Roseiral - F1	3,71279	715	LOS_A	6,301262	365,998081	71,209927
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	3,71279	11	LOS_C	16,002002	6,698102	1,303207
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>2,689579</b>	<b>1725</b>	<b>LOS_A</b>	<b>7,490154</b>	<b>889,594981</b>	<b>173,082858</b>
Carangola - D2	78,198693	169	LOS_B	14,45535	114,404139	22,258888
Carangola - D1 + D4	6,059689	428	LOS_C	15,208531	293,032461	57,013469
Carangola - D3	120,700751	283	LOS_B	11,815015	155,515848	30,257733
Carangola - F3	2,867361	196	LOS_C	15,329462	198,034554	38,530328
Carangola - F2	2,867361	80	LOS_C	16,276826	110,446178	21,488813
Carangola - F1	2,867361	50	LOS_C	16,122072	63,329604	12,32164
Carangola - A1 + A4	149,059392	485	LOS_F	93,729905	3355,921533	652,940384
Carangola - A2	234,013795	40	LOS_F	98,788566	298,067922	57,993187
Carangola - A (Retorno)	234,013795	37	LOS_F	101,392519	307,559259	59,839856
Carangola - A3	192,200603	220	LOS_F	92,658907	1562,450653	303,996121
Carangola - G2	0	92	LOS_A	6,694378	69,370314	13,496942
Carangola - G3	117,059429	66	LOS_A	3,070189	29,993205	5,835588
Carangola - G1	117,006898	241	LOS_A	1,441696	80,663334	15,694154
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>87,093833</b>	<b>2387</b>	<b>LOS_E</b>	<b>38,593076</b>	<b>6639,529711</b>	<b>1291,811217</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (09/08/2023 às 8h) - Dia útil - Pico da Manhã

1. Cenário Base

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	14,641028	233	LOS_D	27,354134	428,532455	83,376844
Ponte Branca - D1	32,708573	334	LOS_D	32,809099	644,598443	125,415434
Ponte Branca - A1	3,19162	306	LOS_C	17,560335	272,678628	53,053352
Ponte Branca - A2	3,19162	238	LOS_C	16,940275	214,19051	41,67369
Ponte Branca - F2	62,64122	295	LOS_E	37,096904	627,33435	122,056469
Ponte Branca - F1	23,166101	723	LOS_D	34,071053	1263,206707	245,774123
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>25,071966</b>	<b>2129</b>	<b>LOS_D</b>	<b>29,269121</b>	<b>3447,407182</b>	<b>670,740167</b>
Roseiral - D1	1,797355	8	LOS_C	22,671035	31,232014	6,076615
Roseiral - D2	3,473499	25	LOS_D	26,754332	36,45407	7,092637
Roseiral - D3	0,910948	19	LOS_C	16,700814	22,636976	4,404333
Roseiral - G1	0,18675	3	LOS_C	17,362292	2,373323	0,461762
Roseiral - G2	0,058365	14	LOS_A	3,541633	5,666692	1,102532
Roseiral - G3	1,192805	41	LOS_A	9,493353	60,82029	11,833418
Roseiral - A2	44,152378	40	LOS_A	9,22093	26,181068	5,093884
Roseiral - A3	57,311635	32	LOS_C	15,652071	42,040278	8,179511
Roseiral - A1	44,152378	1009	LOS_B	14,72427	769,678531	149,751474
Roseiral - F3	17,677979	12	LOS_E	47,312717	27,755601	5,400231
Roseiral - F2	14,089939	18	LOS_A	6,795717	7,708245	1,499744
Roseiral - F1	14,089939	495	LOS_B	14,267618	323,752546	62,990481
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	14,089939	10	LOS_C	15,64597	5,774318	1,123472
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>14,085165</b>	<b>1726</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,654657</b>	<b>1358,447313</b>	<b>264,304484</b>
Carangola - D2	117,502153	173	LOS_C	23,133494	207,530468	40,377888
Carangola - D1 + D4	159,004706	698	LOS_C	22,955672	767,292265	149,287193
Carangola - D3	206,094487	184	LOS_C	17,778739	159,101571	30,955384
Carangola - F3	23,704738	182	LOS_E	44,645206	453,498624	88,234353
Carangola - F2	23,704738	82	LOS_E	49,689003	265,764346	51,708084
Carangola - F1	23,704738	42	LOS_F	51,368681	124,209145	24,166586
Carangola - A1 + A4	166,93335	268	LOS_F	155,396029	2647,234981	515,055733
Carangola - A2	251,857384	17	LOS_F	161,261043	188,427558	36,661156
Carangola - A (Retorno)	251,857384	26	LOS_F	168,280281	274,030532	53,316384
Carangola - A3	210,058809	112	LOS_F	163,698188	1257,219522	244,609235
Carangola - G2	0,095624	91	LOS_B	13,000331	95,324294	18,546644
Carangola - G3	126,281645	28	LOS_A	6,835814	13,431031	2,613191
Carangola - G1	125,976504	284	LOS_A	4,843351	125,854879	24,486786
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>121,165587</b>	<b>2187</b>	<b>LOS_E</b>	<b>49,154483</b>	<b>6502,024888</b>	<b>1265,057775</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (04/08/2023 às 17h) - Dia útil - Pico da Tarde

1. Cenário Base

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	2,554953	314	LOS_C	17,52939	509,282543	99,087877
Ponte Branca - D1	13,361154	238	LOS_C	18,198261	314,458646	61,182226
Ponte Branca - A1	9,330999	555	LOS_B	12,875975	442,036555	86,004251
Ponte Branca - A2	9,330999	205	LOS_B	10,914669	143,184059	27,858415
Ponte Branca - F2	10,692221	270	LOS_C	16,37498	322,042866	62,657839
Ponte Branca - F1	1,419543	686	LOS_B	10,469201	492,517057	95,825922
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>6,418429</b>	<b>2268</b>	<b>LOS_B</b>	<b>13,590037</b>	<b>2221,325618</b>	<b>432,189248</b>
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D2	0,586622	22	LOS_A	6,199145	12,057849	2,346019
Roseiral - D3	0,023131	44	LOS_A	2,261832	16,99061	3,305755
Roseiral - G1	0,030693	4	LOS_A	9,125535	3,456151	0,672441
Roseiral - G2	0	4	LOS_A	0,511084	1,13412	0,220659
Roseiral - G3	0,087062	11	LOS_A	3,596571	5,141371	1,000324
Roseiral - A2	4,981717	45	LOS_A	5,697015	22,951899	4,465606
Roseiral - A3	9,859257	12	LOS_B	11,058855	9,117186	1,773873
Roseiral - A1	4,981717	881	LOS_A	8,800004	471,671375	91,77011
Roseiral - F3	9,992403	40	LOS_B	12,479785	34,703006	6,751944
Roseiral - F2	6,711773	7	LOS_A	9,060539	5,017574	0,976238
Roseiral - F1	6,711773	725	LOS_A	8,625512	412,267579	80,21229
Roseiral - F1 (Faixa de Onibus)	6,711773	11	LOS_B	13,792592	6,059745	1,179006
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>3,227266</b>	<b>1806</b>	<b>LOS_A</b>	<b>8,540264</b>	<b>999,022473</b>	<b>194,373471</b>
Carangola - D2	79,775447	213	LOS_C	18,549363	185,796515	36,14925
Carangola - D1 + D4	29,027178	436	LOS_C	17,931747	343,549948	66,842336
Carangola - D3	138,665646	281	LOS_C	15,165563	194,21365	37,786919
Carangola - F3	8,641721	252	LOS_C	22,99293	406,150951	79,022216
Carangola - F2	8,641721	77	LOS_D	26,076854	165,116716	32,125713
Carangola - F1	8,641721	80	LOS_C	17,548629	103,366204	20,111307
Carangola - A1 + A4	161,646496	413	LOS_F	116,923136	3735,063794	726,707691
Carangola - A2	246,970483	43	LOS_F	122,986374	405,821481	78,958114
Carangola - A (Retorno)	246,970483	43	LOS_F	132,631587	455,941394	88,709628
Carangola - A3	204,975305	174	LOS_F	119,595207	1691,691214	329,141638
Carangola - G2	0,019276	126	LOS_A	8,072149	108,480412	21,106346
Carangola - G3	123,727501	144	LOS_A	4,937462	71,688766	13,948029
Carangola - G1	123,49488	308	LOS_A	2,29339	112,042754	21,799449
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>94,96052</b>	<b>2590</b>	<b>LOS_E</b>	<b>41,606814</b>	<b>7971,204244</b>	<b>1550,906691</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (05/08/2023 às 12h) - Horário de Pico no Final de Semana

2. Criação de Nova Ponte ao lado do Assai (Sentido de saída de veículos da Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	0,602796	286	LOS_B	14,355459	382,646224	74,449051
Ponte Branca - D1	8,045492	224	LOS_B	14,151956	229,356227	44,624387
Ponte Branca - A1	1,263035	566	LOS_A	9,059748	346,664474	67,44831
Ponte Branca - A2	1,263035	220	LOS_A	8,115793	137,395607	26,732192
Ponte Branca - F2	12,30139	289	LOS_C	16,320359	335,415479	65,259664
Ponte Branca - F1	1,596469	687	LOS_B	10,068071	475,187291	92,45418
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>4,008967</b>	<b>2272</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,365466</b>	<b>1904,924076</b>	<b>370,629005</b>
Roseiral - D2	1,119936	29	LOS_A	7,901775	21,492587	4,181676
Roseiral - D1	0,193057	9	LOS_A	6,324293	6,545765	1,273568
Roseiral - D3	0,02872	24	LOS_A	3,131989	10,068598	1,958983
Roseiral - G1	0	1	LOS_A	0,104278	0,264738	0,051508
Roseiral - G2	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - G3	0,140868	14	LOS_A	4,458246	9,947946	1,935509
Roseiral - A2	2,957006	36	LOS_A	3,876168	12,734058	2,477585
Roseiral - A3	3,714378	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - A1	2,957006	719	LOS_A	7,466444	348,628601	67,830457
Roseiral - F3	0,57822	757	LOS_A	5,163648	307,85257	59,896924
Roseiral - F2	1,207034	2	LOS_A	7,98581	1,485252	0,288976
Roseiral - F1 (seguindo na estrada União Indústria)	0,57822	17	LOS_A	2,460366	4,477456	0,87115
Roseiral - F1 (com saída para a nova ponte)	0,57822	104	LOS_A	4,740979	41,707222	8,11471
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>0,903565</b>	<b>1712</b>	<b>LOS_A</b>	<b>6,069751</b>	<b>764,871844</b>	<b>148,816267</b>
Carangola - F2	2,35041	424	LOS_B	11,912559	265,215843	51,601366
Carangola - F1	12,773046	297	LOS_B	11,408899	168,383664	32,761342
Carangola - D2	0,489751	196	LOS_B	10,313555	149,398981	29,067613
Carangola - D1 + D4	0,489751	80	LOS_B	13,280046	94,872972	18,458833
Carangola - D3	0,489751	50	LOS_A	9,91175	41,605455	8,09491
Carangola - A2 + A1 + A4	4,14973	519	LOS_C	18,835936	600,062095	116,750279
Carangola - A (Retorno)	20,746412	36	LOS_C	21,207437	63,257726	12,307655
Carangola - A3	12,580591	219	LOS_C	18,587224	275,214097	53,546663
Carangola - G3 + G2	0,002117	158	LOS_A	5,671119	102,735081	19,988514
Carangola - G1	10,688196	241	LOS_A	4,471919	124,920744	24,305037
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>5,802224</b>	<b>2220</b>	<b>LOS_B</b>	<b>12,884012</b>	<b>1885,233292</b>	<b>366,797894</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (09/08/2023 às 8h) - Dia útil - Pico da Manhã

2. Criação de Nova Ponte ao lado do Assai (Sentido de saída de veículos da Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	1,345176	230	LOS_B	12,070183	281,544724	54,778373
Ponte Branca - D1	6,944455	329	LOS_B	14,598079	334,379307	65,058063
Ponte Branca - A1	6,725727	403	LOS_B	12,927043	326,385251	63,50271
Ponte Branca - A2	6,725727	328	LOS_B	13,426392	285,534706	55,554678
Ponte Branca - F2	20,328998	315	LOS_C	18,906279	429,021284	83,471952
Ponte Branca - F1	4,450104	761	LOS_C	15,952005	761,25733	148,113014
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>7,128909</b>	<b>2366</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,914336</b>	<b>2415,788814</b>	<b>470,024719</b>
Roseiral - D2	1,018813	25	LOS_A	9,857935	21,739447	4,229706
Roseiral - D1	0,248554	8	LOS_A	9,1784	12,735734	2,477911
Roseiral - D3	0,012862	19	LOS_A	2,130728	6,921252	1,346624
Roseiral - G1	0,176616	14	LOS_A	5,260274	8,505935	1,654946
Roseiral - G2	0,13795	3	LOS_B	13,007277	3,830948	0,745363
Roseiral - G3	0,793737	41	LOS_A	8,158089	39,509635	7,687139
Roseiral - A2	8,079544	34	LOS_A	4,348591	13,830115	2,690838
Roseiral - A3	11,563002	26	LOS_B	12,561737	29,854111	5,808525
Roseiral - A1	8,079544	881	LOS_A	9,328744	503,402149	97,943766
Roseiral - F3	7,523677	689	LOS_A	7,607936	365,261693	71,066653
Roseiral - F2	10,293098	19	LOS_C	19,831466	21,886898	4,258395
Roseiral - F1 (seguindo na estrada União Indústria)	7,523677	26	LOS_A	6,067945	14,110555	2,745401
Roseiral - F1 (com saída para a nova ponte)	7,523677	64	LOS_A	7,549785	34,358925	6,684998
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>3,622532</b>	<b>1849</b>	<b>LOS_A</b>	<b>8,523638</b>	<b>1076,154179</b>	<b>209,380498</b>
Carangola - F2	2,395326	746	LOS_B	12,528634	440,315798	85,669454
Carangola - F1	29,386364	197	LOS_B	11,258251	110,736041	21,54521
Carangola - D2	1,279531	181	LOS_C	16,635759	209,971937	40,852909
Carangola - D1 + D4	1,279531	81	LOS_D	25,223741	170,482027	33,169608
Carangola - D3	1,279531	42	LOS_B	13,737677	48,175014	9,373107
Carangola - A2 + A1 + A4	14,295665	526	LOS_E	35,441443	1202,226321	233,909556
Carangola - A (Retorno)	54,016234	36	LOS_E	43,956931	117,258793	22,8143
Carangola - A3	34,479119	229	LOS_D	33,24208	522,783817	101,714734
Carangola - G3 + G2	1,784735	119	LOS_C	15,061386	149,112946	29,011961
Carangola - G1	30,754082	283	LOS_C	16,070144	310,228231	60,359141
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>15,511205</b>	<b>2440</b>	<b>LOS_C</b>	<b>21,054367</b>	<b>3281,082963</b>	<b>638,379518</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (04/08/2023 às 17h) - Dia útil - Pico da Tarde

2. Criação de Nova Ponte ao lado do Assai (Sentido de saída de veículos da Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	3,180595	314	LOS_C	17,794279	489,346691	95,209084
Ponte Branca - D1	13,797704	238	LOS_C	19,568351	332,268066	64,647292
Ponte Branca - A1	3,568732	587	LOS_B	12,410995	448,256149	87,214358
Ponte Branca - A2	3,568732	217	LOS_B	11,913293	166,025425	32,302515
Ponte Branca - F2	20,657283	268	LOS_C	21,814929	410,866279	79,939648
Ponte Branca - F1	3,736334	690	LOS_B	13,962581	655,918574	127,61792
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>7,794372</b>	<b>2314</b>	<b>LOS_C</b>	<b>15,382753</b>	<b>2500,165216</b>	<b>486,441301</b>
Roseiral - D2	1,53658	22	LOS_B	13,011749	20,202698	3,930711
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D3	0	44	LOS_A	3,491739	17,760706	3,455588
Roseiral - G1	0,028439	4	LOS_A	6,361425	2,539379	0,494071
Roseiral - G2	0,0453	4	LOS_A	9,343426	3,468554	0,674855
Roseiral - G3	0,219153	11	LOS_A	9,936719	9,496002	1,847577
Roseiral - A2	4,675951	37	LOS_A	3,998322	12,987654	2,526925
Roseiral - A3	9,165333	7	LOS_B	11,640902	6,266022	1,21914
Roseiral - A1	4,675951	675	LOS_A	9,19074	388,872166	75,660393
Roseiral - F3	5,605504	773	LOS_B	11,34483	496,705675	96,640875
Roseiral - F2	8,888721	47	LOS_B	12,931151	37,741358	7,343097
Roseiral - F1 (seguindo na estrada União Indústria)	5,605504	7	LOS_A	9,194779	4,960111	0,965057
Roseiral - F1 (com saída para a nova ponte)	5,605504	195	LOS_A	9,556281	113,906207	22,162009
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>2,742271</b>	<b>1826</b>	<b>LOS_B</b>	<b>10,049479</b>	<b>1113,354201</b>	<b>216,618271</b>
Carangola - F2	2,411773	409	LOS_B	13,585551	267,620402	52,069206
Carangola - F1	79,969054	283	LOS_B	13,67111	195,25043	37,988639
Carangola - D2	4,616536	254	LOS_C	21,288947	365,845941	71,180326
Carangola - D1 + D4	4,616536	77	LOS_C	23,492946	144,080842	28,032896
Carangola - D3	4,616536	81	LOS_C	20,351045	126,066771	24,528013
Carangola - A2 + A1 + A4	89,578591	494	LOS_F	80,146751	3111,955564	605,473472
Carangola - A (Retorno)	154,236525	46	LOS_F	81,028218	276,315933	53,76104
Carangola - A3	122,459365	194	LOS_F	74,160507	1152,61352	224,256708
Carangola - G3 + G2	0,208039	273	LOS_B	10,122114	275,780605	53,656885
Carangola - G1	78,277568	308	LOS_A	6,069878	186,544526	36,294786
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>46,193169</b>	<b>2419</b>	<b>LOS_D</b>	<b>33,331951</b>	<b>6088,596285</b>	<b>1184,619592</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (05/08/2023 às 12h) - Horário de Pico no Final de Semana

3. Criação de Nova Ponte ao lado do Assaí (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	0,403602	285	LOS_B	12,512473	359,395971	69,925396
Ponte Branca - D1	6,357705	223	LOS_B	12,979178	205,612948	40,004808
Ponte Branca - A1	1,963961	535	LOS_A	9,123475	361,316938	70,299147
Ponte Branca - A2	1,963961	209	LOS_A	7,310555	137,783148	26,807594
Ponte Branca - F2	17,414903	291	LOS_C	17,994683	370,157907	72,019278
Ponte Branca - F1	3,5362	686	LOS_B	12,33586	570,981427	111,092238
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>5,331315</b>	<b>2229</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,919349</b>	<b>2002,261078</b>	<b>389,567248</b>
Roseiral - D1	1,080151	29	LOS_B	11,041256	22,637764	4,404486
Roseiral - D2	0,151629	10	LOS_A	5,126764	6,742738	1,311892
Roseiral - D3	0,001011	24	LOS_A	2,124245	7,705276	1,499167
Roseiral - G1	0	1	LOS_A	0,177422	0,26659	0,051869
Roseiral - G2	0,001542	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - G3	0,323444	14	LOS_A	8,701465	11,45174	2,228092
Roseiral - A2	5,56313	44	LOS_A	5,878798	19,496898	3,793388
Roseiral - A3	8,315255	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - A1	5,56313	854	LOS_A	9,480279	474,153371	92,253016
Roseiral - F3	1,767854	557	LOS_B	13,008116	349,953762	68,088286
Roseiral - F2	3,576601	1	LOS_B	10,87192	1,139458	0,221697
Roseiral - F1 (seguindo na estrada União Indústria)	1,767854	11	LOS_A	5,662679	4,066915	0,791274
Roseiral - Fluxo de Carangola absorvido (D1 + D2 + D4)	13,079099	130	LOS_D	25,165242	286,419605	55,726847
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>3,078156</b>	<b>1675</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,635482</b>	<b>1184,64155</b>	<b>230,488199</b>
Carangola - F3	5,300728	174	LOS_C	20,40626	172,123064	33,488894
Carangola - F2	7,920918	517	LOS_C	17,35175	397,044928	77,250515
Carangola - F1	12,264077	340	LOS_C	15,23905	234,792944	45,682175
Carangola - A1 + A4	1,875132	477	LOS_B	12,830054	379,785635	73,892484
Carangola - A2	9,04648	43	LOS_C	22,568569	70,285408	13,674986
Carangola - A (Retorno)	9,04648	36	LOS_C	21,500136	47,41989	9,226188
Carangola - A3	5,523835	219	LOS_B	12,527199	181,60184	35,333119
Carangola - G2	0	92	LOS_A	5,10284	47,772358	9,294765
Carangola - G3	4,680914	66	LOS_A	2,194179	23,495296	4,571331
Carangola - G1	5,135915	242	LOS_A	5,207	146,365711	28,477449
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>4,807814</b>	<b>2206</b>	<b>LOS_B</b>	<b>13,683154</b>	<b>1700,028949</b>	<b>330,763858</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (09/08/2023 às 8h) - Dia útil - Pico da Manhã

3. Criação de Nova Ponte ao lado do Assaí (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	3,190132	230	LOS_C	15,382358	331,794422	64,555138
Ponte Branca - D1	13,574573	329	LOS_C	20,171378	476,304826	92,671611
Ponte Branca - A1	4,33977	428	LOS_B	11,443158	323,706994	62,981618
Ponte Branca - A2	4,33977	350	LOS_B	10,6711	285,222411	55,493917
Ponte Branca - F2	27,299087	317	LOS_C	24,186025	564,205612	109,77391
Ponte Branca - F1	7,316866	775	LOS_C	18,860505	924,780094	179,928602
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>10,20417</b>	<b>2429</b>	<b>LOS_C</b>	<b>16,916733</b>	<b>2903,797274</b>	<b>564,973432</b>
Roseiral - D1	3,09329	25	LOS_D	27,667126	41,40552	8,05601
Roseiral - D2	0,701213	8	LOS_C	21,123952	11,331121	2,204624
Roseiral - D3	0,133893	19	LOS_B	12,489973	14,33644	2,78935
Roseiral - G1	0,268905	14	LOS_A	4,483926	6,451696	1,255266
Roseiral - G2	0,279187	3	LOS_D	25,918164	3,131157	0,609209
Roseiral - G3	0,86383	41	LOS_B	10,08673	38,755574	7,540426
Roseiral - A2	35,813425	42	LOS_B	11,734418	28,761081	5,595861
Roseiral - A3	41,754352	34	LOS_B	13,298098	26,226056	5,102638
Roseiral - A1	35,813425	1032	LOS_B	14,805228	864,464693	168,193417
Roseiral - F3	2,657736	555	LOS_B	13,89912	410,971569	79,960134
Roseiral - F2	4,751986	12	LOS_C	19,633573	14,988378	2,916194
Roseiral - F1 (seguindo na estrada União Indústria)	2,657736	20	LOS_A	6,778166	9,081948	1,767017
Roseiral - Fluxo de Carangola absorvido (D1 + D2 + D4)	13,06544	123	LOS_D	29,242431	312,753168	60,850402
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>9,398478</b>	<b>1928</b>	<b>LOS_C</b>	<b>15,330933</b>	<b>1782,730116</b>	<b>346,8545</b>
Carangola - F3	21,915347	176	LOS_C	19,903315	173,549119	33,766352
Carangola - F2	32,929518	775	LOS_C	16,114685	578,688325	112,59172
Carangola - F1	37,916684	225	LOS_B	12,361803	137,076672	26,670139
Carangola - A1 + A4	4,958852	487	LOS_C	15,840903	477,612927	92,92612
Carangola - A2	10,097754	45	LOS_D	29,772778	95,393569	18,560122
Carangola - A (Retorno)	10,097754	36	LOS_D	29,655461	74,547978	14,504328
Carangola - A3	7,59099	230	LOS_C	16,573479	253,089326	49,241986
Carangola - G2	0,670339	91	LOS_A	8,872144	69,855513	13,591344
Carangola - G3	6,135588	28	LOS_A	4,339732	15,693629	3,05341
Carangola - G1	7,238663	284	LOS_A	9,480472	238,854667	46,472439
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>14,21928</b>	<b>2377</b>	<b>LOS_C</b>	<b>15,283295</b>	<b>2113,081918</b>	<b>411,128957</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (04/08/2023 às 17h) - Dia útil - Pico da Tarde

3. Criação de Nova Ponte ao lado do Assaí (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	7,512026	313	LOS_C	24,369525	624,8475	121,572618
Ponte Branca - D1	22,377431	238	LOS_D	26,099112	403,300706	78,467662
Ponte Branca - A1	1,277894	595	LOS_B	11,109204	418,369867	81,399574
Ponte Branca - A2	1,277894	223	LOS_A	8,54251	136,893421	26,634485
Ponte Branca - F2	11,662296	268	LOS_C	17,288279	351,670561	68,422312
Ponte Branca - F1	1,085071	687	LOS_B	10,313825	513,710994	99,949492
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>7,431733</b>	<b>2324</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,661387</b>	<b>2446,078368</b>	<b>475,917966</b>
Roseiral - D1	1,675042	22	LOS_C	20,422261	30,315596	5,898313
Roseiral - D2	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D3	0,118965	44	LOS_A	4,587935	19,059211	3,70823
Roseiral - G1	0	4	LOS_A	0,728364	1,119685	0,21785
Roseiral - G2	0,021289	4	LOS_A	7,780482	3,379842	0,657594
Roseiral - G3	0,086967	11	LOS_A	5,180245	7,420487	1,443757
Roseiral - A2	4,483541	44	LOS_A	5,275225	16,449308	3,200438
Roseiral - A3	1,80686	11	LOS_A	7,172918	5,374942	1,045768
Roseiral - A1	4,483541	861	LOS_A	7,789816	395,689895	76,986875
Roseiral - F3	1,682778	539	LOS_B	13,603225	368,625186	71,721066
Roseiral - F2	4,423172	23	LOS_B	13,87539	21,888245	4,258657
Roseiral - F1 (seguido na estrada União Indústria)	1,682778	8	LOS_A	3,933739	3,605678	0,701534
Roseiral - Fluxo de Carangola absorvido (D1 + D2 + D4)	18,625219	160	LOS_D	31,404353	424,498551	82,591993
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>2,993076</b>	<b>1731</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,824182</b>	<b>1293,283095</b>	<b>251,625896</b>
Carangola - F3	19,294997	221	LOS_C	22,188399	249,067109	48,459409
Carangola - F2	20,372743	524	LOS_C	18,521906	466,777876	90,818013
Carangola - F1	23,473486	371	LOS_C	16,896977	312,13855	60,730819
Carangola - A1 + A4	0,822819	432	LOS_B	12,708236	394,817565	76,817151
Carangola - A2	6,300802	48	LOS_D	27,036104	103,488656	20,135132
Carangola - A (Retorno)	6,300802	45	LOS_C	18,27881	67,922896	13,215327
Carangola - A3	3,592733	193	LOS_B	14,04651	197,966911	38,517167
Carangola - G2	0,273895	127	LOS_A	5,810276	81,145316	15,78793
Carangola - G3	3,428615	145	LOS_A	4,680484	71,707988	13,951769
Carangola - G1	4,232194	307	LOS_A	5,607238	187,08926	36,400772
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>9,581566</b>	<b>2413</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,230047</b>	<b>2131,585545</b>	<b>414,72909</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (05/08/2023 às 12h) - Horário de Pico no Final de Semana

4. Criação de Ponte de Veículos na atual Ponte de Pedestres (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria, na Interseção do Roseiral)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	0,787017	285	LOS_B	14,514037	385,234695	74,952673
Ponte Branca - D1	8,402154	224	LOS_C	16,049611	251,108811	48,85665
Ponte Branca - A1	1,148085	566	LOS_A	9,310539	351,949545	68,476592
Ponte Branca - A2	1,148085	222	LOS_A	6,877459	129,956014	25,284718
Ponte Branca - F2	12,722894	289	LOS_C	15,762206	318,282393	61,926188
Ponte Branca - F1	1,898524	683	LOS_B	11,588577	508,06987	98,851935
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>4,313101</b>	<b>2269</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,898832</b>	<b>1943,593228</b>	<b>378,152617</b>
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D2	1,719404	29	LOS_B	12,029163	29,872969	5,812194
Roseiral - D3	0	34	LOS_A	3,131081	12,487398	2,429594
Roseiral - G1	4,286491	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - G2	4,430018	200	LOS_B	10,014231	135,348329	26,333867
Roseiral - G3	5,071049	146	LOS_B	12,949406	138,975728	27,039627
Roseiral - A2	5,575445	44	LOS_A	7,740105	22,750025	4,426328
Roseiral - A3	10,265686	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - A1	5,575445	859	LOS_A	9,614723	462,914629	90,066366
Roseiral - F3	0,124485	1	LOS_C	17,398716	1,951536	0,379698
Roseiral - F2	0	20	LOS_A	1,472808	4,95584	0,964226
Roseiral - F1	0	546	LOS_A	2,281966	183,039171	35,612772
Roseiral - F1 (Faixa de Onibus)	0	12	LOS_B	12,354049	6,356198	1,236685
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>3,147258</b>	<b>1891</b>	<b>LOS_A</b>	<b>7,609429</b>	<b>999,67743</b>	<b>194,500902</b>
Carangola - F (Retorno)	54,15977	9	LOS_C	18,619398	7,091751	1,379797
Carangola - F3	9,255394	176	LOS_C	19,672405	170,625378	33,197498
Carangola - F2	27,239033	519	LOS_C	17,607764	411,012943	79,968183
Carangola - F1	29,201781	342	LOS_C	15,637582	247,359346	48,12714
Carangola - A1 + A4	3,273877	475	LOS_B	13,58063	426,676824	83,015806
Carangola - A2	4,703402	43	LOS_D	25,126004	81,29957	15,817942
Carangola - A (Retorno)	4,703402	36	LOS_C	23,896862	62,081512	12,078806
Carangola - A3	3,758835	219	LOS_B	14,559049	224,478994	43,675455
Carangola - G2	0,149755	92	LOS_A	5,413377	53,987747	10,504054
Carangola - G3	2,799113	66	LOS_A	3,074383	28,71905	5,587684
Carangola - G1	3,364221	243	LOS_A	7,257145	174,947149	34,038358
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>8,827954</b>	<b>2220</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,48683</b>	<b>1888,019308</b>	<b>367,339951</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (09/08/2023 às 8h) - Dia útil - Pico da Manhã

4. Criação de Ponte de Veículos na atual Ponte de Pedestres (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria, na Interseção do Roseiral)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	1,80035	232	LOS_B	13,264043	308,269632	59,978069
Ponte Branca - D1	8,855191	331	LOS_C	16,281775	406,446761	79,07977
Ponte Branca - A1	0,816607	430	LOS_A	9,965974	296,966922	57,778972
Ponte Branca - A2	0,816607	353	LOS_A	9,629126	257,676615	50,134506
Ponte Branca - F2	20,777497	321	LOS_C	19,151292	443,873151	86,361586
Ponte Branca - F1	4,38393	772	LOS_C	16,146199	774,344159	150,659236
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>6,568536</b>	<b>2439</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,253139</b>	<b>2486,600357</b>	<b>483,802072</b>
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D2	3,130588	25	LOS_C	18,562803	29,634978	5,76589
Roseiral - D3	0,222052	27	LOS_B	12,497009	48,108394	9,360145
Roseiral - G1	7,27148	3	LOS_B	10,900778	2,489852	0,484435
Roseiral - G2	7,387377	202	LOS_B	13,428483	157,007961	30,548044
Roseiral - G3	8,336758	168	LOS_C	17,432343	228,36678	44,431877
Roseiral - A2	47,63104	41	LOS_B	13,889585	37,832403	7,360811
Roseiral - A3	63,416381	33	LOS_C	17,832228	38,419709	7,475079
Roseiral - A1	47,63104	1018	LOS_C	17,437849	1128,063261	219,480119
Roseiral - F3	5,662141	12	LOS_D	29,656607	48,872301	9,508774
Roseiral - F2	3,777853	28	LOS_A	9,932335	11,649256	2,266522
Roseiral - F1	3,777853	544	LOS_A	7,06989	271,298854	52,784899
Roseiral - F1 (Faixa de Onibus)	3,777853	12	LOS_B	12,606496	6,399307	1,245073
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>14,683567</b>	<b>2113</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,205551</b>	<b>2010,227859</b>	<b>391,117295</b>
Carangola - F (Retorno)	92,951473	8	LOS_B	13,591534	6,573402	1,278945
Carangola - F3	35,651289	174	LOS_C	22,159069	211,821299	41,212728
Carangola - F2	46,624064	764	LOS_C	17,676822	696,980108	135,607002
Carangola - F1	51,180234	225	LOS_B	14,241985	172,265046	33,516518
Carangola - A1 + A4	2,936272	492	LOS_C	15,308235	472,914313	92,011941
Carangola - A2	9,279958	45	LOS_D	27,121547	92,435965	17,98468
Carangola - A (Retorno)	9,279958	37	LOS_D	28,301673	80,673117	15,696057
Carangola - A3	6,172634	230	LOS_C	16,089999	259,700538	50,528288
Carangola - G2	0,74212	91	LOS_B	10,123232	84,721267	16,48368
Carangola - G3	6,011539	28	LOS_A	4,623862	18,364035	3,572974
Carangola - G1	7,363312	294	LOS_B	12,922083	298,407134	58,059185
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>19,510784</b>	<b>2388</b>	<b>LOS_C</b>	<b>16,341586</b>	<b>2393,59663</b>	<b>465,706927</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (04/08/2023 às 17h) - Dia útil - Pico da Tarde

4. Criação de Ponte de Veículos na atual Ponte de Pedestres (Sentido de entrada de veículos para a Estrada União Indústria, na Interseção do Roseiral)

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	8,386588	314	LOS_D	25,79002	637,849869	124,102407
Ponte Branca - D1	24,348097	237	LOS_D	30,874298	453,711723	88,275815
Ponte Branca - A1	2,139575	603	LOS_B	11,945071	441,570987	85,913668
Ponte Branca - A2	2,139575	225	LOS_A	9,599765	146,735748	28,549444
Ponte Branca - F2	22,295892	270	LOS_C	23,568627	389,394933	75,762104
Ponte Branca - F1	5,495885	693	LOS_C	16,456667	672,418707	130,828246
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>10,890628</b>	<b>2342</b>	<b>LOS_C</b>	<b>18,166567</b>	<b>2740,369551</b>	<b>533,176336</b>
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D2	1,114288	22	LOS_B	10,98648	20,803177	4,047542
Roseiral - D3	0,024946	44	LOS_A	4,815359	26,381631	5,132907
Roseiral - G1	5,012029	4	LOS_C	16,258372	6,408437	1,246849
Roseiral - G2	5,032733	261	LOS_B	11,573919	166,847219	32,462406
Roseiral - G3	5,768633	170	LOS_B	13,891024	156,176051	30,386185
Roseiral - A2	17,474715	44	LOS_A	7,299148	23,035395	4,481851
Roseiral - A3	26,333484	11	LOS_A	9,665361	7,275489	1,415546
Roseiral - A1	17,474715	839	LOS_B	13,211912	698,325269	135,868722
Roseiral - F3	2,862119	24	LOS_A	8,698573	16,644307	3,238377
Roseiral - F2	1,714595	8	LOS_A	1,397107	1,973006	0,383875
Roseiral - F1	1,714595	529	LOS_A	5,463213	233,197817	45,371821
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	1,714595	12	LOS_B	14,60667	6,740868	1,311528
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>6,533754</b>	<b>1968</b>	<b>LOS_B</b>	<b>10,517488</b>	<b>1362,205994</b>	<b>265,035787</b>
Carangola - F3	2,814077	192	LOS_C	20,927049	194,418771	37,826828
Carangola - F2	13,011494	481	LOS_C	18,115312	406,457042	79,081771
Carangola - F1	15,582954	340	LOS_C	16,552606	286,780667	55,797097
Carangola - A1 + A4	0,825806	438	LOS_B	12,891235	391,086726	76,091266
Carangola - A2	5,526294	48	LOS_D	26,703475	96,925597	18,858199
Carangola - A (Retorno)	5,526294	46	LOS_C	17,808748	68,222112	13,273544
Carangola - A3	3,41482	194	LOS_B	13,36543	199,843985	38,882378
Carangola - G2	0,62783	127	LOS_A	6,108084	72,391639	14,084782
Carangola - G3	3,850408	144	LOS_A	5,375607	71,490404	13,909435
Carangola - G1	4,382808	307	LOS_A	6,377005	202,213763	39,34345
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>5,004875</b>	<b>2317</b>	<b>LOS_B</b>	<b>13,900355</b>	<b>1989,346343</b>	<b>387,05451</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (05/08/2023 às 12h) - Horário de Pico no Final de Semana

5. Criação de Conexão de Saída de veículos na Estrada União Indústria com a Ponte que liga Cascatinha a Carangola

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	0,12283	285	LOS_B	11,572831	352,23732	68,532583
Ponte Branca - D1	5,161877	224	LOS_B	12,998606	232,58935	45,253436
Ponte Branca - A1	0,151263	523	LOS_A	7,817079	288,125915	56,058833
Ponte Branca - A2	0,151263	209	LOS_A	6,303415	105,992437	20,622277
Ponte Branca - F2	6,115503	291	LOS_B	11,68622	281,044462	54,68104
Ponte Branca - F1	0,290041	688	LOS_A	8,046631	424,592859	82,610342
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>2,002053</b>	<b>2220</b>	<b>LOS_A</b>	<b>9,257866</b>	<b>1682,61616</b>	<b>327,375963</b>
Roseiral - D1	0,35694	10	LOS_B	11,761011	8,387097	1,631824
Roseiral - D2	1,680599	29	LOS_B	10,624966	23,122436	4,498786
Roseiral - D3	0,040834	24	LOS_A	4,289764	11,130335	2,165559
Roseiral - G1	0,001134	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - G2	0	1	LOS_A	0,051227	0,271358	0,052796
Roseiral - G3	0,168613	14	LOS_A	4,132129	7,961366	1,548993
Roseiral - A2	6,088744	44	LOS_A	6,197089	19,649884	3,823153
Roseiral - A3	10,762277	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - A1	6,088744	868	LOS_A	9,276808	475,815949	92,576494
Roseiral - F3	3,662354	2	LOS_A	4,196135	0,652651	0,126982
Roseiral - F2	2,736372	17	LOS_A	3,257928	6,673179	1,298358
Roseiral - F1	2,736372	721	LOS_A	4,439137	318,314616	61,932458
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	2,736372	12	LOS_B	13,300954	6,517897	1,268146
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>2,549787</b>	<b>1742</b>	<b>LOS_A</b>	<b>7,08125</b>	<b>877,540452</b>	<b>170,737484</b>
Carangola - D2	5,019821	166	LOS_B	14,49599	116,585121	22,683228
Carangola - D1 + D4	1,738536	423	LOS_B	14,590228	273,181662	53,151225
Carangola - D3	16,683693	279	LOS_B	11,480754	148,848559	28,960521
Carangola - F3	1,085001	196	LOS_B	10,076492	135,497459	26,362882
Carangola - F2	1,085001	80	LOS_B	11,877235	95,917467	18,662054
Carangola - F1	1,085001	50	LOS_B	11,862648	44,73847	8,704481
Carangola - A2	8,887024	484	LOS_D	27,737402	866,476426	168,584827
Carangola - A (Retorno)	31,250147	37	LOS_D	28,09991	74,143494	14,42563
Carangola - A3	20,257937	223	LOS_D	27,378395	433,929689	84,426949
Carangola - G2	0	92	LOS_A	4,815448	57,043584	11,098609
Carangola - G3	15,649534	66	LOS_A	2,810688	28,455703	5,536446
Carangola - G1	15,625074	241	LOS_A	1,870928	82,772247	16,104471
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>9,40868</b>	<b>2337</b>	<b>LOS_C</b>	<b>15,810371</b>	<b>2356,774709</b>	<b>458,542719</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (09/08/2023 às 8h) - Dia útil - Pico da Manhã

5. Criação de Conexão de Saída de veículos na Estrada União Indústria com a Ponte que liga Cascatinha a Carangola

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	1,422669	230	LOS_B	12,0986	279,69959	54,419377
Ponte Branca - D1	8,007289	328	LOS_C	16,068011	372,030185	72,383555
Ponte Branca - A1	7,324064	404	LOS_B	12,076502	286,098431	55,664358
Ponte Branca - A2	7,324064	329	LOS_B	11,867915	251,337411	48,901127
Ponte Branca - F2	26,955891	319	LOS_C	23,612524	521,920162	101,546698
Ponte Branca - F1	6,501435	771	LOS_C	18,722129	918,525952	178,711773
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>9,067632</b>	<b>2381</b>	<b>LOS_C</b>	<b>16,297183</b>	<b>2627,294717</b>	<b>511,176082</b>
Roseiral - D1	0,286321	8	LOS_A	8,404337	5,044978	0,981569
Roseiral - D2	1,709307	25	LOS_B	12,830877	28,207604	5,488175
Roseiral - D3	0,000241	19	LOS_A	3,832355	8,70427	1,693535
Roseiral - G1	0,035703	3	LOS_A	5,532069	1,63507	0,318125
Roseiral - G2	0,032118	14	LOS_A	1,564392	4,686872	0,911895
Roseiral - G3	0,849635	41	LOS_A	8,711843	30,818247	5,996111
Roseiral - A2	33,427991	41	LOS_B	10,103514	27,306628	5,312878
Roseiral - A3	46,245257	33	LOS_B	14,923869	33,267504	6,472647
Roseiral - A1	33,427991	1033	LOS_B	14,921913	907,044566	176,477913
Roseiral - F3	6,568059	19	LOS_B	13,173145	21,485177	4,180235
Roseiral - F2	4,575279	26	LOS_A	4,532155	8,263956	1,607865
Roseiral - F1	4,575279	684	LOS_A	6,325045	346,063209	67,331325
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	4,575279	12	LOS_B	14,35885	6,698549	1,303294
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>9,372991</b>	<b>1958</b>	<b>LOS_B</b>	<b>11,258598</b>	<b>1429,358136</b>	<b>278,101154</b>
Carangola - D2	17,379985	179	LOS_C	17,470086	171,366398	33,341674
Carangola - D1 + D4	33,129962	706	LOS_C	18,422508	645,638561	125,617803
Carangola - D3	77,828611	182	LOS_B	13,47638	129,162835	25,130394
Carangola - F3	2,343414	181	LOS_C	15,507974	184,501641	35,897315
Carangola - F2	2,343414	82	LOS_C	21,279801	130,152575	25,322962
Carangola - F1	2,343414	42	LOS_B	14,18699	49,596616	9,649699
Carangola - A2	63,718001	483	LOS_F	59,454615	1801,952799	350,594536
Carangola - A (Retorno)	121,725191	36	LOS_F	64,463949	156,336531	30,417408
Carangola - A3	93,122631	227	LOS_F	60,179376	885,843101	172,352878
Carangola - G2	0	91	LOS_A	9,013606	81,413663	15,84014
Carangola - G3	60,990005	28	LOS_A	2,554101	12,371177	2,406982
Carangola - G1	60,862595	283	LOS_A	2,537435	104,222933	20,277996
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>42,050957</b>	<b>2520</b>	<b>LOS_D</b>	<b>27,794335</b>	<b>4352,602158</b>	<b>846,858217</b>

Resultado Simulação - PTV Vissim (04/08/2023 às 17h) - Dia útil - Pico da Tarde

5. Criação de Conexão de Saída de veículos na Estrada União Indústria com a Ponte que liga Cascatinha a Carangola

Ponto de Observação e Conversão Analisada	Fila Média de Veículos	Total de Veículos	Nível de Serviço	Atraso Médio de Viagem (s)	Emissões CO (g)	Emissões Nox (g)
Ponte Branca - D2	4,891424	314	LOS_C	20,382632	552,111131	107,420764
Ponte Branca - D1	17,546047	238	LOS_C	22,418494	346,310792	67,379496
Ponte Branca - A1	2,45605	573	LOS_B	11,663202	413,598691	80,471276
Ponte Branca - A2	2,45605	211	LOS_A	9,843928	146,016919	28,409587
Ponte Branca - F2	12,35058	272	LOS_C	17,514888	315,55101	61,39476
Ponte Branca - F1	1,60135	685	LOS_B	11,490535	522,316958	101,6239
<b>Média da Interseção em Ponte Branca</b>	<b>6,540197</b>	<b>2293</b>	<b>LOS_B</b>	<b>14,448713</b>	<b>2295,024359</b>	<b>446,528344</b>
Roseiral - D1	0	0	LOS_A	-	-	-
Roseiral - D2	2,111143	22	LOS_C	17,650001	25,52444	4,966129
Roseiral - D3	0,049598	44	LOS_A	4,063025	18,118411	3,525184
Roseiral - G1	0,042725	4	LOS_B	10,1123	2,239184	0,435664
Roseiral - G2	0,029667	4	LOS_A	4,814368	2,481432	0,482797
Roseiral - G3	0,180725	11	LOS_A	5,960984	6,856355	1,333997
Roseiral - A2	11,768137	44	LOS_A	5,884224	18,387401	3,57752
Roseiral - A3	19,229224	11	LOS_B	13,424268	9,595735	1,866981
Roseiral - A1	11,768137	853	LOS_B	11,694058	561,705754	109,287529
Roseiral - F3	8,428168	42	LOS_C	16,001214	39,596622	7,704064
Roseiral - F2	5,576676	7	LOS_A	6,083474	3,539486	0,688655
Roseiral - F1	5,576676	728	LOS_A	8,337061	387,625403	75,417818
Roseiral - F1 (Faixa de Ônibus)	5,576676	11	LOS_C	17,693596	6,962896	1,354727
<b>Média da Interseção em Roseiral</b>	<b>4,741606</b>	<b>1781</b>	<b>LOS_B</b>	<b>10,136216</b>	<b>1080,411875</b>	<b>210,208891</b>
Carangola - D2	5,375572	201	LOS_C	19,020066	182,664415	35,539858
Carangola - D1 + D4	12,103405	414	LOS_C	19,277132	361,812103	70,395488
Carangola - D3	67,629119	263	LOS_C	15,802856	192,322731	37,419015
Carangola - F3	4,228869	250	LOS_C	16,798731	280,666997	54,607599
Carangola - F2	4,228869	77	LOS_C	20,20263	124,114708	24,148212
Carangola - F1	4,228869	80	LOS_B	13,681763	85,780858	16,689838
Carangola - A2	57,252744	446	LOS_F	70,41974	2224,782304	432,861793
Carangola - A (Retorno)	122,138146	46	LOS_F	69,482833	240,802351	46,851387
Carangola - A3	90,203788	198	LOS_F	67,96103	1008,644431	196,245555
Carangola - G2	0	125	LOS_A	5,522065	80,711346	15,703495
Carangola - G3	61,106734	144	LOS_A	4,05751	60,618118	11,794083
Carangola - G1	61,069073	308	LOS_A	2,522493	111,165371	21,628742
<b>Média da Interseção em Carangola</b>	<b>36,633829</b>	<b>2552</b>	<b>LOS_D</b>	<b>28,574024</b>	<b>4948,969885</b>	<b>962,889706</b>

## Diagnóstico do sistema viário da cidade de Petrópolis (1 Parte)

Rio de Janeiro, 26 de janeiro de 2024

DocuSigned by:  
  
A84C46DC55944C1...

---

**Prof. Marcelino Aurélio Vieira da Silva**

Coordenador do Projeto

  Prof. Andrea S. Santos  
PET/COPPE/UFRJ  
Slape 1692706  
Assinatura do Coordenador do Programa  
**Prof. Andrea Souza Santos**

Coordenadora do Programa de Engenharia de Transporte



---

**Antonio MacDowell de Figueiredo**

Diretora Superintendente da Fundação COPPETEC