

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 2/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

ÍNDICE

ITEM	DESCRIÇÃO	PÁGINA
1.0	OBJETIVO	3
2.0	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	3
3.0	PESQUISAS DE CAMPO	6
4.0	DIAGNÓSTICO	9
5.0	PROPOSTAS DE CIRCULAÇÃO	11
6.0	AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS	16
7.0	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	63
8.0	BIBLIOGRAFIA	64
	ANEXOS	64
	ANEXO A – AT - SITUAÇÃO ATUAL _ PICO DA TARDE	64
	ANEXO B – AT BS - SITUAÇÃO ATUAL BINÁRIO _ PICO DA TARDE	64
	ANEXO C – AT VIADUTO - SITUAÇÃO ATUAL VIADUTO _ PICO DA TARDE	64

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 3/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

1.0 OBJETIVO

O objetivo deste documento é a apresentação do estudo de circulação do bolsão viário compreendido entre a Praça do Letreiro, interseção das rodovias MG-040 vindo de Mário Campos e da MG-155, em direção a Alberto Flores, e da Praça da Bandeira, interseção das ruas Quintino Bocaiuva, Coronel Alberto Cambraia e Presidente Vargas. O projeto de requalificação urbana dessa área recebeu o nome de Bem-vindo Brumadinho.

2.0 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo diretamente afetada é a mostrada na Figura 1.



Figura 1 - Área de estudo diretamente afetada

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 4/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

A circulação principal é efetuada pelas ruas Padre Eustáquio e Chiconá, assim descritas:

2.1 RUA PADRE EUSTÁQUIO

Descrição	
A Rua Padre Eustáquio é a principal via de saída da Área Central de Brumadinho em direção às rodovias MG-040 para Mário Campos e MG-155 para Belo Vale.	
Características da Via	
Extensão do trecho em estudo:	320 metros
Início/Fim:	Da Rua Cel. Alberto Cambraia à Rua Chiconá
Largura média da pista:	10 metros
Sentido direcional:	Sentido duplo em toda a sua extensão
Número de faixas de tráfego por sentido:	Uma faixa por sentido e uma de estacionamento no sentido Rua Cel. Alberto Cambraia à Rua Chiconá
Classificação viária:	Via Arterial
Estacionamento:	Parada proibida no sentido Praça do Letreiro>Praça da Bandeira
Condição do passeio:	Em regular estado de conservação
Condição da pavimentação:	Em regular estado de conservação com início de ocorrência de iacarés
Condição da sinalização vertical:	Em bom estado de conservação
Condição da sinalização horizontal:	Em bom estado de conservação
	
	
Figura 2 – Seção transversal – Rua Padre Eustáquio, sentido Praça do Letreiro	
Figura 3 – Seção transversal – Rua Padre Eustáquio, sentido Praça da Bandeira	

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 5/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

2.2 RUA CHICONA

Descrição	
A Rua Chicona é a continuação do percurso de saída da Área Central de Brumadinho em direção às rodovias MG-040 para Mário Campos e MG-155 para Belo Vale após a Rua Padre Eustáquio.	
Características da Via	
Extensão do trecho em estudo:	360 metros
Início/Fim:	Da Rua Padre Eustáquio até a Praça do Letreiro
Largura média da pista:	10 metros
Sentido direcional:	Sentido duplo em toda a sua extensão
Número de faixas de tráfego por sentido:	Uma faixa por sentido e uma de estacionamento no sentido Rua Cel. Alberto Cambraia à Rua Chicona
Classificação viária:	Via Arterial
Estacionamento:	Não regulamentado
Condição do passeio:	Em regular estado de conservação
Condição da pavimentação:	Em regular estado de conservação com início de ocorrência de jacarés
Condição da sinalização vertical:	Em bom estado de conservação
Condição da sinalização horizontal:	Em bom estado de conservação
	
Figura 4 – Seção transversal – Rua Padre Eustáquio, sentido Praça da Bandeira	Figura 5 – Seção transversal – Rua Padre Eustáquio, sentido Praça do Letreiro

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 6/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

3.0 PESQUISAS DE CAMPO

3.1 CONTAGEM CLASSIFICADA DE VEÍCULOS

Foram realizadas Contagem Volumétricas Classificatórias em doze pontos na área central de Brumadinho, conforme Figura 6 .

Os veículos foram classificados por sentido e por tipo, de acordo com sua categoria (automóvel, ônibus, caminhão e moto). A pesquisa compreendeu o período de 06:00 horas até 20:00 horas, de forma a melhor compreender a dinâmica local, e foram realizadas em um dia, 16 de março de 2023, quinta-feira.

Essas pesquisas foram aplicadas pela Fratar Engenharia Consultiva.

Planilha	Local	Município	Coordenadas	Data
B06	R. Irineu Lamounier x R. Itaguá	Brumadinho/MG	-20.142959, -44.210717	16/03/2023
B07	Rod. MG 040 x R. Itaguá	Brumadinho/MG	-20.143088, -44.209759	16/03/2023
B08	Av. Inhotim x R. Itaguá	Brumadinho/MG	-20.143188, -44.212574	16/03/2023
B23	Rod. MG 040 x R. Pedro Herculano	Brumadinho/MG	-20.136852, -44.201363	16/03/2023
B24	Rod. MG 040 x R. José Sampaio	Brumadinho/MG	-20.137300, -44.201965	16/03/2023
B25	Rod. MG 040 x R. Cap. José Antunes	Brumadinho/MG	-20.137639, -44.202181	16/03/2023
B26	Rod. MG 040 x R. República do Peru	Brumadinho/MG	-20.138376, -44.202214	16/03/2023
B27	Rod. MG 040 x R. República da Argentina	Brumadinho/MG	-20.138552, -44.201969	16/03/2023
B28	Rod. MG 040 x R. República da Bolívia	Brumadinho/MG	-20.139363, -44.201460	16/03/2023
B29	Rod. MG 040 x R. República do Chile	Brumadinho/MG	-20.139652, -44.201190	16/03/2023
B30	Rod. MG 040 x R. Cel. Alberto Cambraia	Brumadinho/MG	-20.140428, -44.200791	16/03/2023

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 7/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 6 - Interseções pesquisadas

Buscando sempre a excelência na qualidade dos estudos desenvolvidos, foi utilizada, para a CCV uma Unidade de Coleta de Vídeo criada pela empresa CountingCars.

Com o sistema CountingCam, os dados de tráfego foram coletados e, posteriormente processados, por meio da filmagem do fluxo de veículos.

O equipamento é instalado no local da pesquisa, sendo o tempo de coleta pré-programado.



Figura 7 - Câmera de CCV

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 8/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

Em seguida, os vídeos foram processados digitalmente para tabulação e totalização a cada 15 minutos dos fluxos por movimento e categoria. Os vídeos das filmagens também são disponibilizados para posterior consulta.

A precisão dos dados levantados é fator crítico para a qualidade dos estudos que se desenvolverão. Em se tratando de modelagem e simulação computacional, a fidedignidade das pesquisas de tráfego é ainda mais imprescindível em virtude da sensibilidade da técnica.

Além de dar maior confiabilidade aos dados coletados, essa técnica permite observar características operacionais como velocidade e densidade do tráfego ao longo do período de pesquisa. Esta é uma diferença fundamental para o processo de calibração das redes de microssimulação.

3.2 FILMAGENS AÉREAS

Para a melhor aferição do comportamento do tráfego foram realizados voos de drone sobre a área de estudo nos dias 02 e 09 de maio de 2023. Os vídeos auxiliam na calibração do modelo de simulação, mostrando velocidades e comprimentos de filas.



Figura 8 - Foto aérea tirada por drone

3.3 FILMAGENS NO NÍVEL DO SOLO

Foram também realizadas várias filmagens com câmera GoPro para caracterização das vias.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 9/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

4.0 DIAGNÓSTICO

O tráfego na área de estudo concentra-se principalmente nas ruas Padre Eustáquio e Chiconá, vias de acesso à Área Central de Brumadinho, induzido pela principal transposição do Rio Paraopeba.

Essa transposição é feita por uma ponte de pista simples, com apenas uma faixa de tráfego por sentido, e logo em seguida passando por uma passagem inferior da linha férrea também com apenas uma faixa de tráfego por sentido, e acessando uma interseção que funciona com precário disciplinamento do tráfego, com uma mini rotatória implantada em torno de um poste de iluminação e significativo movimento de pedestres.

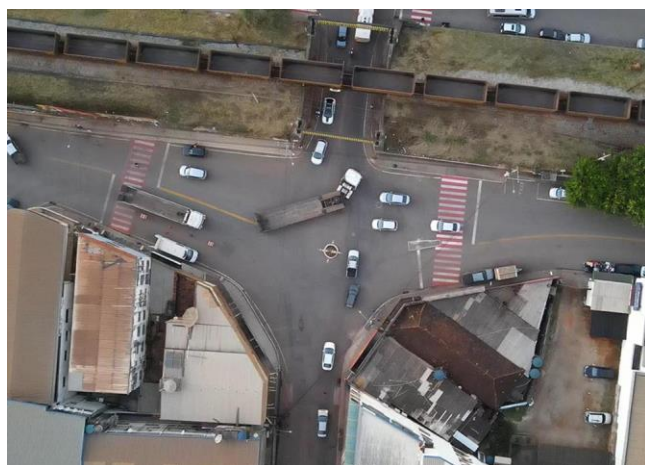


Figura 9 - Praça da Bandeira

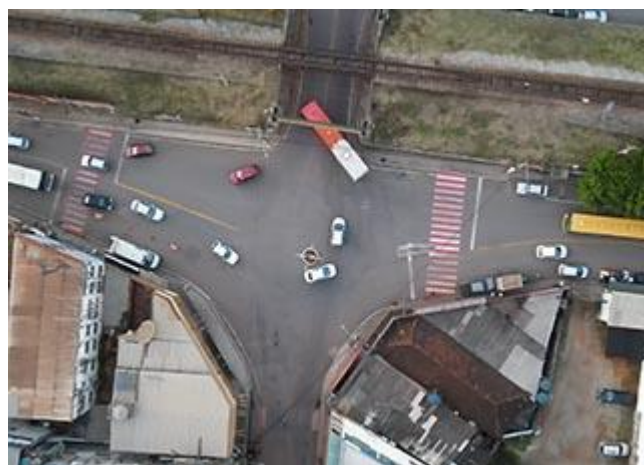


Figura 10 - Praça da Bandeira

A restrição de capacidade imposta por essa interseção provoca, no pico da tarde, extensas filas de veículos, que chegam a ocupar trecho da MG-155, vindo de Alberto Flores, que costuma passar de 200 metros de comprimento.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 10/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 11 - Fila na MG-155



Figura 12 - Fila na Praça do Letreiro



Figura 13 - Fila na Rua Chiconia



Figura 14 - Fila na Rua Padre Eustáquio



Figura 15 - Fila na ponte



Figura 16 - Fila na ponte e Praça da Bandeira

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 11/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

5.0 PROPOSTAS DE CIRCULAÇÃO

Considerando a restrição de capacidade imposta pela chegada em apenas uma faixa à Praça da Bandeira foram propostas três alternativas para redução dos níveis de congestionamento observados, pela aplicação de mudanças de circulação.

Duas dessas alternativas consistem na implantação de sentido direcional único nas ruas Padre Eustáquio e Chiconá, funcionando em binário com a AMG-0185, e a terceira pela implantação de uma mova transposição da linha férrea, próxima à Câmara dos Vereadores.

5.1 BINÁRIO SENTIDO HORÁRIO

Essa proposta consiste em um binário em que os veículos entram na Área Central pelas ruas Chiconá e Padre Eustáquio e saem pela AMG-0185, passando pela Rua Quintino Bocaiuva e Avenida Inhotim.



Figura 17 - Circulação horária

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 12/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

Nesta proposta as ruas Chiconá e Padre Eustáquio funcionam em mão única no sentido da Praça do Letreiro para a ponte. O trecho da Rua Coronel Alberto Cambraia entre a Rua Padre Eustáquio e a Praça da Bandeira, que engloba a ponte, funciona em mão única nesse sentido.



Figura 18 - Alteração de circulação para o binário em sentido horário

5.2 BINÁRIO EM SENTIDO ANTI-HORÁRIO

Nessa proposta o binário funciona no sentido inverso, ou seja, no sentido anti-horário, com os veículos saindo da Área Central pelas ruas Chiconá e Padre Eustáquio e entrando pela AMG-0185, passando pela Rua Quintino Bocaiuva e Avenida Inhotim.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 13/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 19 – Circulação anti-horária

Nesta proposta as ruas Chiconá e Padre Eustáquio funcionam em mão única no sentido da ponte para a Praça do Letreiro. O trecho da Rua Coronel Alberto Cambráia entre a Praça da Bandeira e a Rua Padre Eustáquio, que engloba a ponte, funciona em mão única nesse sentido.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 14/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 20 - Alteração de circulação para o binário em sentido anti-horário

Esta proposta não será desenvolvida, uma vez que descaracteriza a entrada da cidade pelas ruas Chiconá e Padre Eustáquio, perdendo sentido um projeto denominado Bem-vindo Brumadinho.

5.3 NOVA TRANSPOSIÇÃO DA LINHA FÉRREA

Essa proposta consiste na implantação de um viaduto sobre a linha férrea, ligando a Rua Irineu Lamounier, próximo ao cruzamento com a Rua José Rodrigues da Silva, à Rua Quintino Bocaiuva, no cruzamento com a Rua Presidente Kennedy, de forma que a entrada da Área Central se faça convertendo a direita na Rua Irineu Lamounier, seguindo até o novo viaduto e transpondo a linha férrea, atingindo a Rua Quintino Bocaiuva.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 15/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 21 - Layout preliminar da proposta de transposição da linha férrea

Essa transposição funcionará em mão única no sentido da Rua Irineu Lamounier para a Rua Quintino Bocaiuva. O trecho da Rua Coronel Alberto Cambraia entre a Praça da Bandeira e à entrada para a Rua Irineu Lamounier funcionará em mão única nesse sentido.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 16/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 22 - Alteração de circulação com o funcionamento da nova transposição da linha férrea

6.0 AVALIAÇÃO DAS PROPOSTAS

Para a avaliação comparativa das propostas foi utilizado o método de microsimulação digital.

6.1 MICROSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

De forma a se fazer uma avaliação adequadamente abrangente e sistêmica dos impactos decorrentes da operação de cada proposta, lançou-se mão de técnicas de microsimulação de tráfego.

Modelos de microsimulação incorporam e analisam a conduta individual dos motoristas, obedecendo, entre outros parâmetros, a distribuições estatísticas de comportamento e de

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 17/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

diferentes tipos de veículos com suas particularidades, como velocidade e capacidade de aceleração, que interferem no desempenho global do tráfego.

Estes modelos são eficazes, inclusive, na simulação de condições de tráfego altamente congestionadas, de configurações geométricas complexas e em estudos que avaliam os impactos no sistema ocasionados por modificações das condições padrões de tráfego. As características operacionais de tráfego são influenciadas, também, pelas condições da pista, inclinação vertical e curvas horizontais.

Os desejos de deslocamento na área de estudo são modelados por meio de uma matriz origem e destino de viagens e a escolha de rotas adota os mesmos critérios que seriam utilizados por um condutor em uma situação real: minimização de custos ou tempo de viagem.

Diante de todas as características citadas, a microssimulação se torna uma eficiente ferramenta de planejamento urbano, sendo capaz, inclusive, de reproduzir a evolução dinâmica ocasionada por problemas de acumulação de veículos nos sistemas.

Nesse sentido, as técnicas de microssimulação proporcionam ao estudo maior qualidade e confiabilidade técnica e permitem realizar análises bastante precisas dos efeitos resultantes das intervenções propostas e do comportamento do tráfego na área de estudo. Por meio da avaliação de diferentes configurações de oferta e demanda, é possível extrair e comparar indicadores de desempenho de cada cenário, o que faz da modelagem uma poderosa ferramenta de auxílio nas suas escolhas estratégicas, orientando o processo de tomada de decisão.

Trata-se, portanto, de outra perspectiva de estudo de tráfego, mais dinâmica e responsiva, onde as ideias são efetivamente postas à prova, num enfoque estatístico, permitindo o aprimoramento do projeto e o amadurecimento das propostas.

6.1.1 MODELAGEM DA REDE

A modelagem visa a construção de uma rede representativa das características físico-operacionais da malha viária do município. Este levantamento foi realizado explorando ferramentas disponíveis como Google Earth e Google Street View e, posteriormente, essas informações foram confirmadas por meio de vistorias em campo. Foram identificados diversos aspectos do sistema viário, tais como:

- Plano de circulação atual;
- Configuração geométrica do sistema viário do entorno;
- Aspectos básicos do sistema viário, tais como:
 - o Sinalização estratigráfica (vertical e horizontal);
 - o Número de faixas;

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 18/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

- o Hierarquização viária;
 - o Movimentos permitidos nas interseções;
 - o Velocidade regulamentar;
 - o Pontos de Embarque e Desembarque (PED) do sistema de transporte coletivo;
 - o Faixas de estacionamento.
- Linhas de transporte coletivo que atendem à região (itinerários, frequência e PEDs).

A partir deste banco de dados levantados, foi possível elaborar uma rede de simulação que representasse todas as variáveis relevantes para a microssimulação do entorno, conforme apresentado na Figura 23 - Rede de simulação de tráfego e na Figura 24 - Rede de simulação da área do Bem-vindo.



Figura 23 - Rede de simulação de tráfego

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 19/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

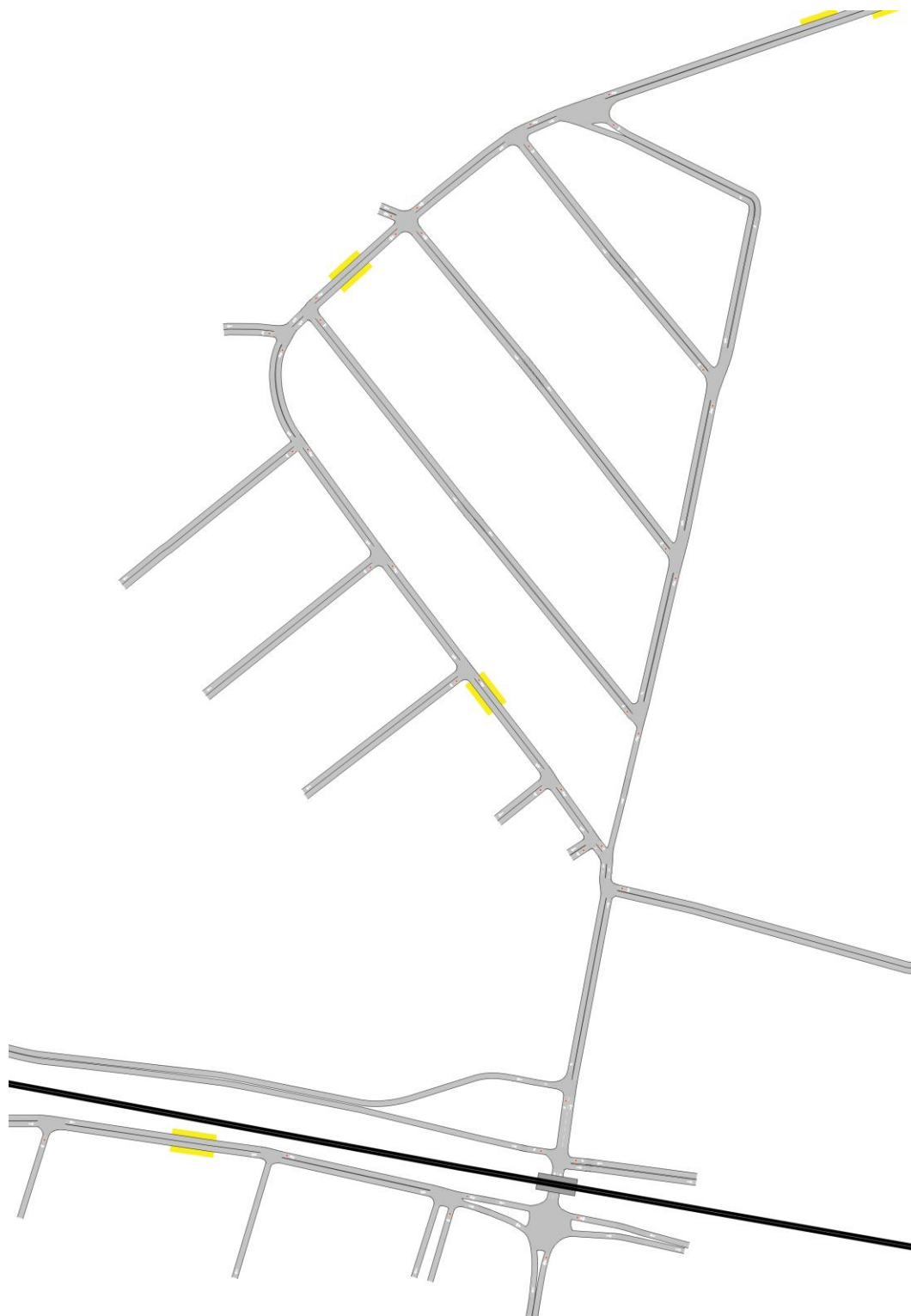


Figura 24 - Rede de simulação da área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 20/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 25 -Detalhe de uma interseção na rede de simulação

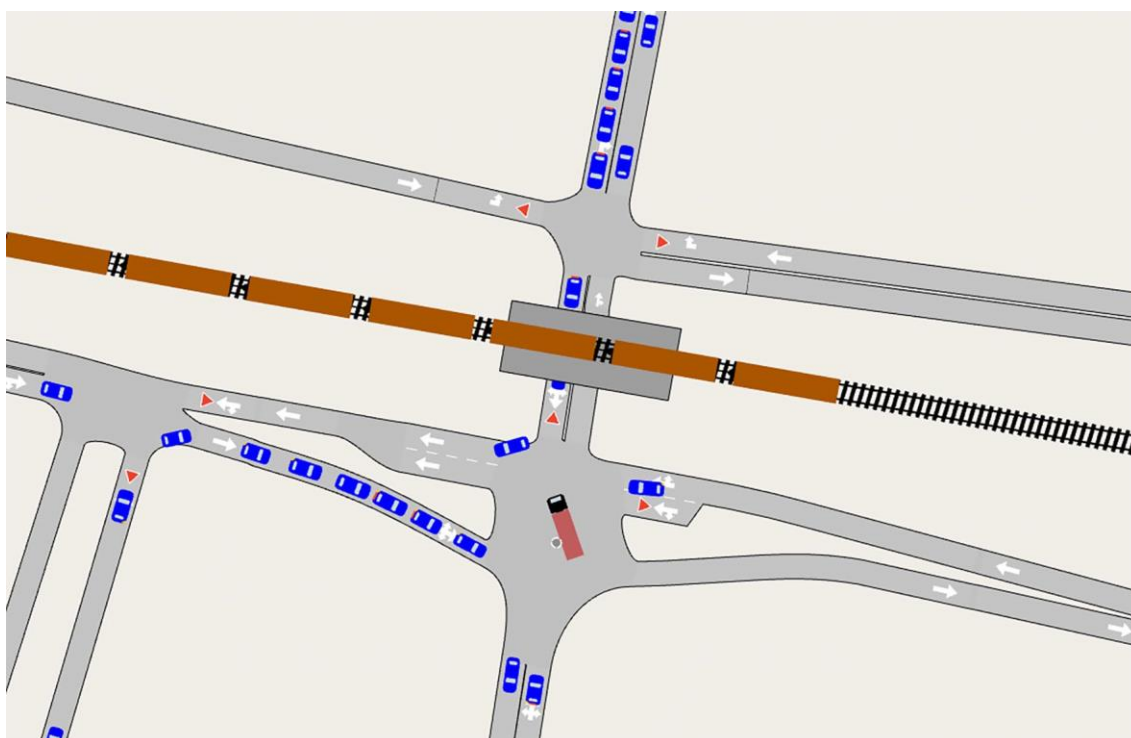


Figura 26 - Interseção em simulação

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 21/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

6.1.2 ANÁLISE DE DEMANDA

A partir da simulação computacional de diferentes configurações de oferta e demanda, é possível extrair e comparar indicadores de desempenho de cada cenário, o que faz da modelagem uma poderosa ferramenta de auxílio ao processo de tomada de decisão.

Os modelos de microssimulação obedecem, entre outros parâmetros, as distribuições estatísticas do comportamento dos motoristas e dos diferentes tipos de veículos com suas particularidades, como velocidade e capacidade de aceleração, que interferem no desempenho global do tráfego.

As ferramentas de microssimulação são eficientes para analisar a evolução dinâmica dos congestionamentos. Por dividir o período de análise em várias partes, um modelo de simulação pode avaliar sua formação, duração e dissipação. Considerando-se que é analisado todo um sistema interligado, modelos de simulação podem computar a interferência que ocorre quando um congestionamento se forma em uma localização e impacta na capacidade de outra.

Esses modelos são eficazes, inclusive, na avaliação de configurações geométricas complexas. Uma vez estabelecidos os desejos de deslocamento na área de estudo, os veículos passam a buscar a melhor rota para alcançar seu destino, adotando os mesmos critérios que seriam utilizados por um condutor em uma situação real.

Trata-se, portanto, de outra perspectiva de estudo de tráfego, mais dinâmica e responsiva, permitindo o aprimoramento do projeto e o amadurecimento das propostas.

A modelagem do comportamento do tráfego de veículos no sistema viário, inclusive as particularidades específicas dos veículos de transporte coletivo (linhas, pontos de paradas etc.) e suas interfaces com os pedestres, foi desenvolvida no software de macro, meso e microssimulação de tráfego Aimsun Next, versão 22.0.2, desenvolvido pela espanhola Aimsun, empresa do grupo Siemens.

A capacidade de tráfego de uma dada aproximação de interseção ou seção viária é o número máximo de veículos que pode atravessá-la em um dado período, sob as condições físico-operacionais vigentes. Conhecidos a capacidade de tráfego e os volumes de veículos que chegam a uma determinada interseção ou por ela passam, é possível avaliar as condições de fluidez do tráfego naquele segmento.

6.1.3 NÍVEL DE SERVIÇO

Segundo Coelho e Goldner (2016), *o fluxo, a velocidade e a densidade são três características fundamentais dos aspectos dinâmicos do tráfego. A análise destes três elementos permite a avaliação global do movimento de veículos. A relação fundamental*

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 22/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

entre estas três variáveis é descrita pela Equação 1, também conhecida por equação da continuidade.

$$F = V \cdot D \quad (1)$$

onde:

F = fluxo do tráfego;

V = velocidade;

D = densidade.

O fluxo de tráfego F é a taxa na qual os veículos passam por um ponto da rodovia, dada pelo número de veículos em uma unidade de tempo.

Nos projetos de engenharia de tráfego o número de veículos observados em uma rodovia está sempre associado a um intervalo de tempo pré-determinado. Por exemplo, são contados os veículos em cada período de 1 hora, ou 30 ou 15 minutos. Por isso, a definição de fluxo na prática se confunde com a definição de volume. O volume de tráfego é o número de veículos que trafega em um local durante um período pré-determinado. Na prática de projetos não se fala de fluxo de veículos, mas sim de volume.

A velocidade V é obtida ao ser calculada a média das velocidades de todos os veículos que trafegam em um local. A densidade D é o número de veículos por unidade de comprimento da via, em um determinado momento.

As expressões gráficas típicas do inter-relacionamento das variáveis fundamentais estão mostradas da Figura 27 à Figura 29. Para condições de fluxo contínuo o comportamento do tráfego permite a construção destes gráficos típicos, razoavelmente fiéis aos comportamentos observados. No caso de fluxo interrompido ou descontínuo, como pela atuação dos semáforos e de outras interrupções, a construção destes gráficos típicos fica impossibilitada

A Figura 27 ilustra a relação típica entre a velocidade e o volume para um segmento de rodovia. Partindo da velocidade de fluxo livre V_{fl} , aumentando o valor do fluxo, reduz-se a velocidade média até chegar a um ponto de densidade ótima F_{max} , que corresponde ao fluxo máximo que a via pode carregar, chamado capacidade. A partir deste ponto, a entrada de mais veículos na corrente provoca turbulência, e tanto a velocidade como o volume diminuem.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 23/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

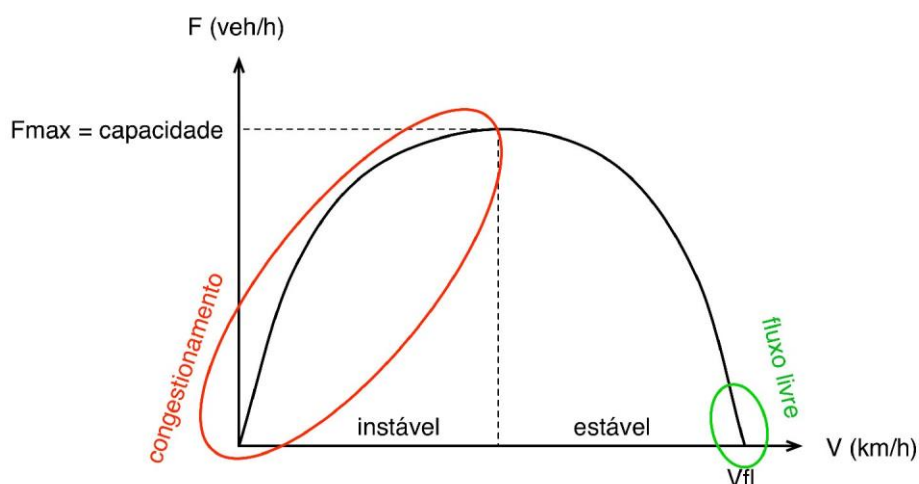


Figura 27 - Relação típica entre velocidade e volume

Os diversos estudos já realizados indicaram que a curva em questão varia de seção para seção de uma via, pois mostrou ser sensível a inúmeros fatores, tais como: atritos laterais, frequências de entradas e saídas, condições do tempo, número de acidentes etc. Portanto, para vias diferentes obter-se-á curvas diferentes.

A Figura 28 ilustra a relação típica entre a densidade e a velocidade. A velocidade de uma via diminui com o aumento da densidade. Uma vez atingida a densidade ótima D_o , a densidade continua aumentando, enquanto a velocidade decresce.

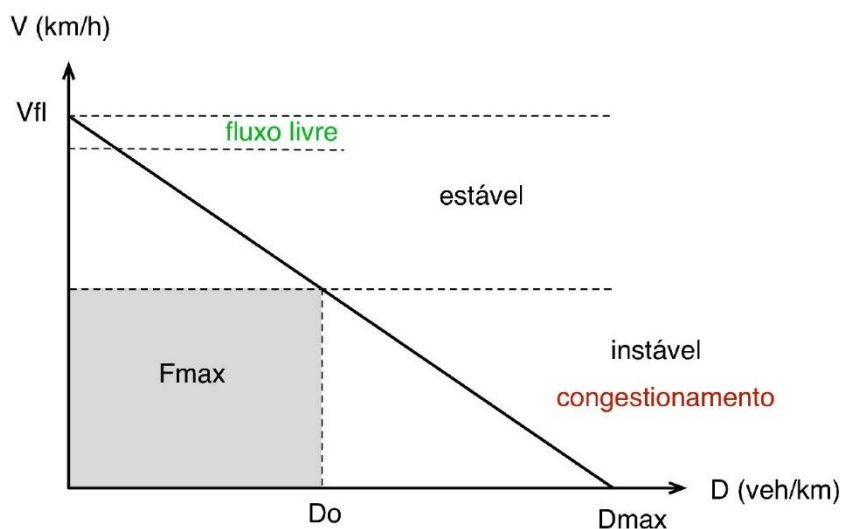


Figura 28 - Relação típica entre densidade e velocidade

A relação entre velocidade e densidade pode ser representada na forma linear com um grau de correlação aceitável para vias com acessos controlados. Em vias sem controles de acessos se ajusta melhor uma curva com alguma concavidade.

É interessante notar que o fluxo na seção é dado pela área abaixo da curva ($F = D \times V$).

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 24/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

A Figura 29 ilustra a relação típica entre o volume e a densidade. A relação entre o volume de circulação e a densidade tem forma aproximada de parábola. Um aumento na densidade acarreta um aumento no volume, até atingir a densidade ótima D_o , a partir da qual o fluxo diminui com o aumento da densidade. A densidade ótima varia com o tipo de via.

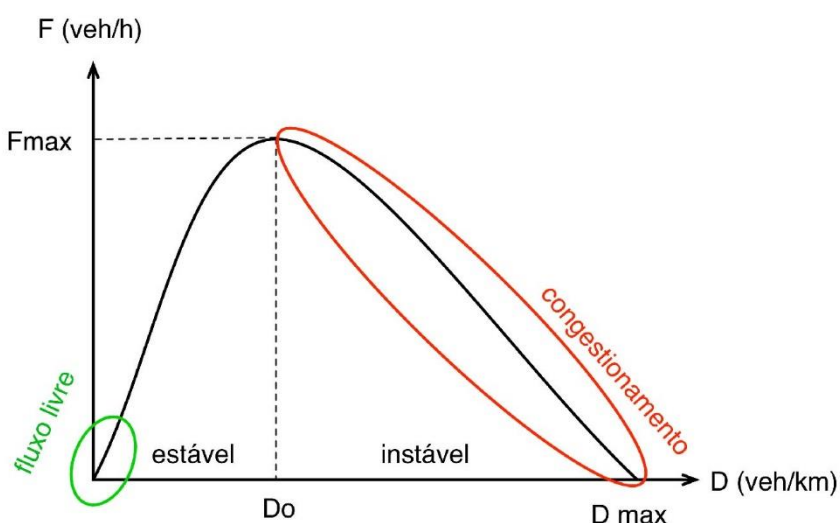


Figura 29 - Relação típica entre fluxo e densidade

A capacidade operacional, entendida como o maior fluxo de tráfego suportável em determinada condição, varia com a densidade do tráfego, de acordo com a Figura 29. Quando o volume de tráfego aumenta acontece o aumento da densidade na seção, uma vez que haverá mais veículos tentando passar, reduzindo a distância entre eles.

Existe um ponto a partir do qual o aumento da densidade provoca situação de congestionamento, uma vez que os motoristas não conseguem manter um padrão de deslocamento regular com distâncias reduzidas entre os veículos, gerando perturbações generalizadas no fluxo. Esse é o ponto de máxima capacidade da seção. A partir dele, aumentando-se a densidade, o congestionamento decorrente dificulta a passagem dos veículos, provocando-se a redução do fluxo e, conseqüentemente, da capacidade operacional.

O nível de serviço tem dois enfoques diferentes, considerando o sistema viário urbano ou rodoviário. No sistema urbano ele é calculado pelo percentual da velocidade média dos veículos em relação à velocidade em fluxo livre em cada trecho de via analisado e pelo tempo de espera em filas nas interseções e em seus acessos, semaforizadas ou não. Assim, não guarda relação com a relação V/C , que considera a capacidade teórica. Ele é calculado a partir da média de várias replicações (simulações com diferentes sementes para os algoritmos de demanda) e da variação dos indicadores (densidade e tempo de atraso) dentro do período de cada replicação, usualmente 60 minutos. Admitem-se densidades

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 25/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

relativamente elevadas, características do tráfego urbano, bem como tempos de espera nas interseções relativamente altos, principalmente em se considerando o controle semafórico.

Nos trechos rodoviários as densidades admitidas são muito menores que na área urbana, e os níveis de serviço calculados de acordo com o tipo de via (freeways¹ ou multilane highways²) e o tipo de situação de articulação viária (entrelaçamentos, rampas de convergência e divergência). Para o caso de freeways o nível de serviço é calculado em função de sua densidade, para as multilane highways considerando-se as velocidades de fluxo livre e as densidades observadas.

No caso de rampas de acesso o nível de serviço das seções (trechos) é determinado baseado na densidade considerando a rampa e as duas faixas de tráfego adjacentes à rampa por uma distância de 500 metros do ponto de convergência ou divergência.

No caso de entrelaçamentos o nível de serviço considera a seção de entrelaçamento e os 500 metros anteriores e posteriores aos pontos de convergência e divergência do entrelaçamento. A capacidade de um trecho de entrelaçamento depende fundamentalmente do comprimento do trecho, além dos volumes de tráfego, como visto anteriormente.

O Highway Capacity Manual³, publicado em 2010, contém diretrizes para o uso de ferramentas de simulação na avaliação do desempenho das instalações rodoviárias. Uma parte importante lida com a comparação de medidas de desempenho de diferentes ferramentas de análise de tráfego.

Depois de provar que a análise da trajetória do veículo é a única abordagem para desenvolver medidas de desempenho consistentes com as definições de HCM, com técnicas de medição de campo e com outras ferramentas de simulação, o capítulo 24 do HCM apresenta um conjunto de procedimentos computacionais que podem ser aplicados “on the fly⁴” durante a simulação.

O Aimsun Next implementa esses algoritmos "on the fly", em que a simulação continua fornecendo saídas compatíveis com HCM sem a necessidade de pós processamento do veículo.

¹ Freeway pode ser traduzida como autoestrada, via expressa, autopista. Significa uma rodovia do mais alto padrão técnico, com pista dupla e controle total de acessos, feitos por agulhas de entrada ou saída conectando a via principal a marginais, nas quais se faz o contato com as propriedades e vias locais. Todas as interseções são em desnível. O DNIT a classifica como Classe 0

² Multilane highway é uma rodovia com pistas duplas ou simples, mais de uma faixa por sentido e controle parcial de acesso. As de pista dupla são classificadas pelo DNIT como Classe I-A e as de pista simples como Classe I-B

³ Highway Capacity Manual – Manual de Capacidade produzido pelo Transportation Research Board of the National Academies, Estados Unidos da América.

⁴ On the fly significa em tempo real da microssimulação, considerando todas as situações sucessivas no período de simulação.

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 26/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

No Aimsun os diferentes tipos de veículos têm definidas previamente suas características físicas e operacionais, como dimensões, capacidade de aceleração e desaceleração, velocidades máximas desejada, aceitação da velocidade, espaçamento etc., com valores máximos e mínimos, médios e desvio padrão. Além disso, permite definir faixas de parâmetros de sua condução, refletindo o comportamento dos motoristas, tais como modelos de condução e de mudança de faixa, com variações de agressividade, de continuar na faixa de ultrapassagem etc. A distribuição da frota simulada nesses parâmetros obedece a critérios estatísticos definidos no modelo, de forma que cada veículo tem individualmente suas características próprias e o seu correspondente desempenho no tráfego, fazendo com que seus índices de equivalência ao veículo padrão variem dinâmica e individualmente ao longo da microssimulação, não sendo, portanto, apropriado calculá-los da forma estática utilizada pelo HCM ou por outras metodologias sem microssimulação. Assim sendo, não serão apresentados volumes em Unidades Veículo Padrão (UVP).

6.2 ANÁLISE DA CIRCULAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A etapa de microssimulação do tráfego iniciou-se pela reprodução da situação atual. Para isso, foi construída uma rede representativa das características físicas e operacionais do sistema viário existente, contemplando atributos como número de faixas, sentido de circulação, proibição de movimentos em interseções, velocidade regulamentar, entre outras, permitindo a reprodução fiel do sistema viário simulado.

Sobre essa rede, foram alocados os volumes de uma matriz origem e destino (O/D) gerada a partir das pesquisas de tráfego realizadas. Essa matriz indica de que forma se dão os deslocamentos na área em análise. O microssimulador utiliza, para tanto, uma ferramenta que se baseia em um método matemático que altera e simula, de forma iterativa, os valores das células da matriz O/D, a fim de que os volumes observados nas simulações se aproximem ao máximo dos pesquisados, respeitando as informações de congestionamento, também repassadas ao software.

Aferidos os volumes da demanda, foi feita uma avaliação quantitativa e qualitativa da simulação, verificando-se se seus resultados eram compatíveis com as condições de tráfego reais da área de estudo. Esse processo teve por objetivo a calibração do sistema que consiste em um procedimento no qual são alterados diversos parâmetros do sistema viário, dos algoritmos de escolha de rota e parâmetros de comportamento do condutor, a fim de se obter um resultado que melhor represente a situação real de tráfego.

Um sistema é considerado válido quando os resultados da microssimulação da rede, com o volume de tráfego atual, ao serem confrontados com os dados reais pesquisados, não apresentam diferenças significativas. Enquanto um modelo não for considerado válido, devem-se realizar os ajustes necessários nos parâmetros do modelo até que os resultados deste sejam aceitáveis.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 27/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

É importante ressaltar que, para que a microssimulação seja considerada válida (calibrada), não apenas o volume de tráfego simulado deve ser equivalente ao pesquisado em campo, como, também, as condições de tráfego devem reproduzir as condições reais, inclusive, e principalmente, em situações de congestionamento. Assim sendo, esta verificação teve como parâmetros, além do fluxo de veículos, a densidade e a velocidade média operacional do tráfego.

O critério de avaliação para validação do sistema modelado consistiu na comparação estatística, utilizando o método de regressão linear, de todos os fluxos coletados na hora pico das pesquisas com o número de veículos que executaram tais movimentos durante uma hora de simulação.

Os Gráfico 1, 2 e 3 apresentam os resultados das Regressões Lineares entre os volumes pesquisados e simulados para o horário de pico da manhã, do almoço e da tarde. Quanto mais próximo o coeficiente de ajuste linear (fator R^2) estiver de 1, melhor é a calibração do modelo. Nesta simulação, o fator R^2 obtido para o pico da manhã foi de 0,98, para o pico do almoço de 0,97 e para o pico da tarde 0,97, resultados bastante satisfatórios, como mostram os gráficos a seguir.

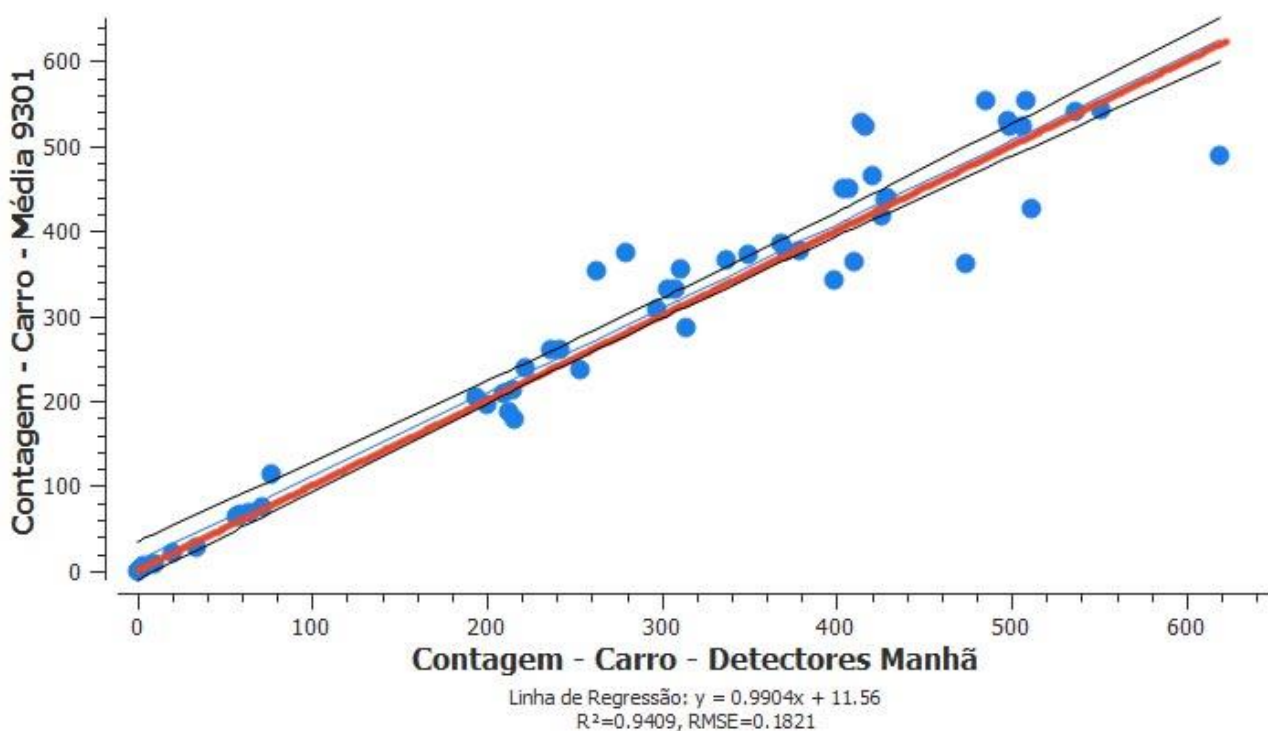


Gráfico 1 – Resultados da Regressão Linear - Pico da Manhã

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 28/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

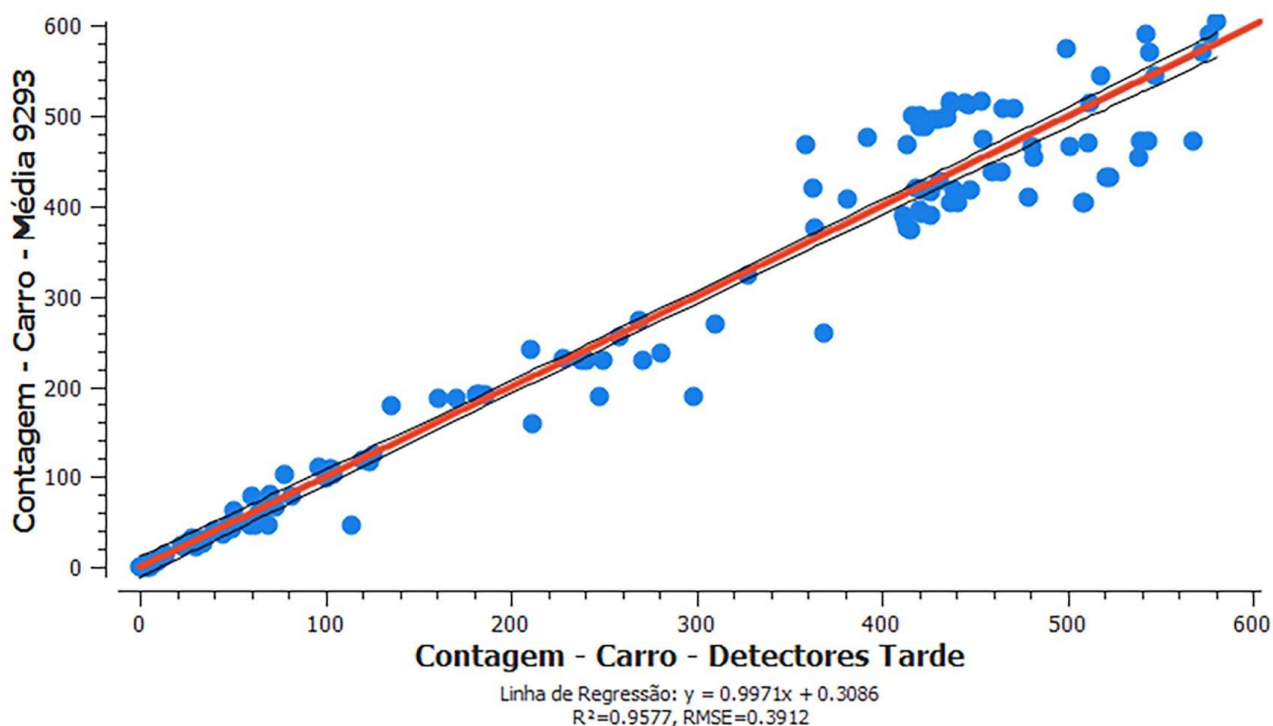
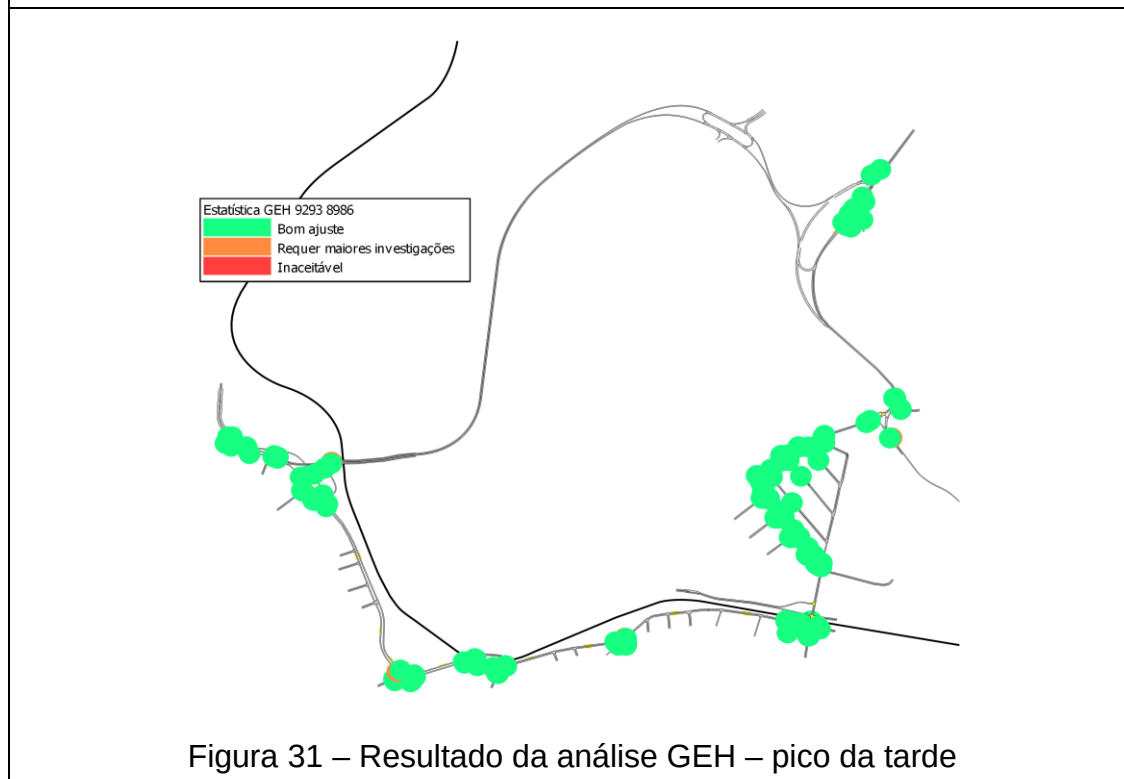
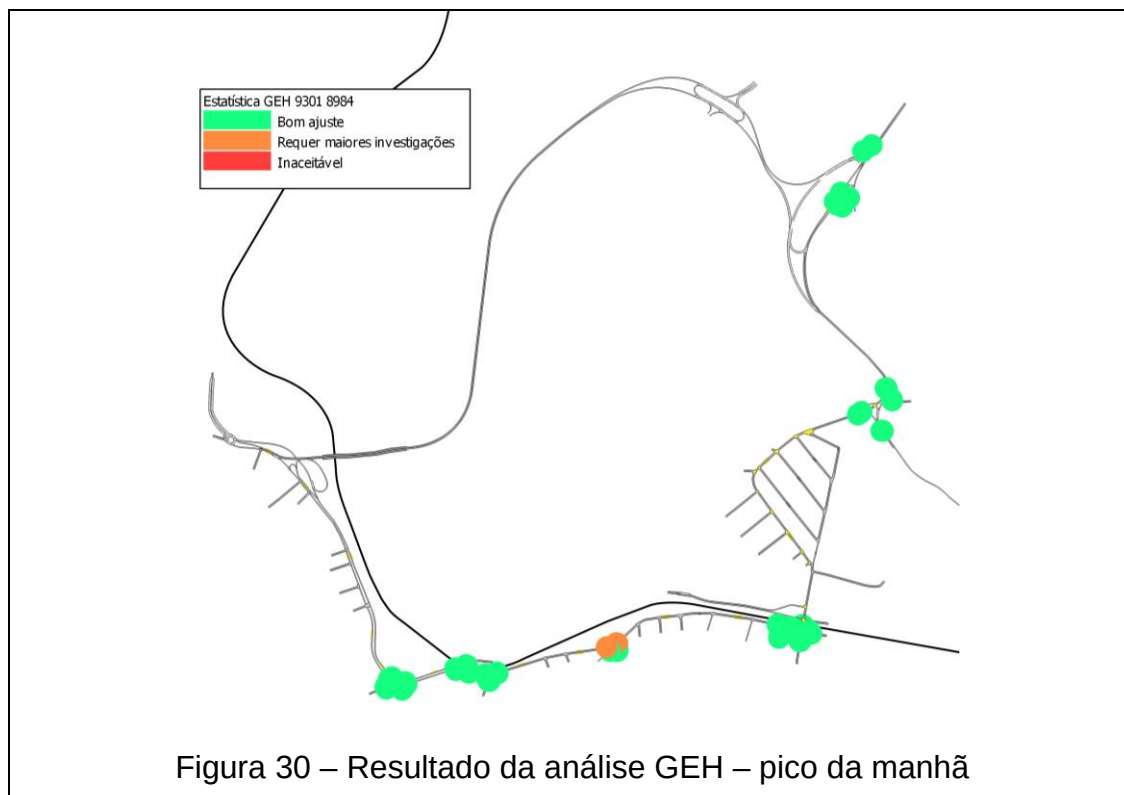


Gráfico 2 – Resultados da Regressão Linear - Pico da Tarde

Por fim, foi feita uma análise ponto a ponto, utilizando-se o método GEH. O GEH Statistic é um índice usado na modelagem de tráfego para comparar dois conjuntos de volumes de tráfego. A fórmula GEH recebe seu nome de Geoffrey E. Havers (UK Highways Agency, 1992). Embora sua forma matemática seja semelhante a um teste qui-quadrado, não é um verdadeiro teste estatístico. Em vez disso, é uma fórmula empírica que se provou útil para uma variedade de fins de análise de tráfego, sendo mais tolerante com os fluxos menores e mais rigorosa com os principais.

Esse índice é rotineiramente usado como critério de validação de acordo com as recomendações sugeridas em muitas diretrizes publicadas por diferentes administradores de tráfego, como a FHWA nos EUA, a ARRB na Austrália ou a Highways Agency no Reino Unido. Para a modelagem de tráfego, adotam-se, comumente, os seguintes critérios: um índice de GEH inferior a 5,0 em um ponto de medição é considerado uma boa correspondência entre os volumes modelados e observados, e 85% dos pontos de medição devem ter um GEH inferior a 5,0. VILLA, A.R. ET AL (2013). A calibração obteve um resultado satisfatório, como demonstrado pelos níveis do GEH dos contadores, mostrados nas figuras a seguir.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 29/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



 VALE	 HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 30/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

6.2.1 SITUAÇÃO ATUAL

As figuras a seguir mostram a rede simulada, com os valores dos fluxos de veículos, nível de serviço e velocidade instantânea dos veículos, na situação atual, picos da manhã de 06:45/07:45 e da tarde de 17:00/18:00, determinados de acordo com a distribuição de tráfego pesquisada.

Pico da Manhã



Figura 32 – Volumes atuais pesquisados - Pico da Manhã

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 31/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

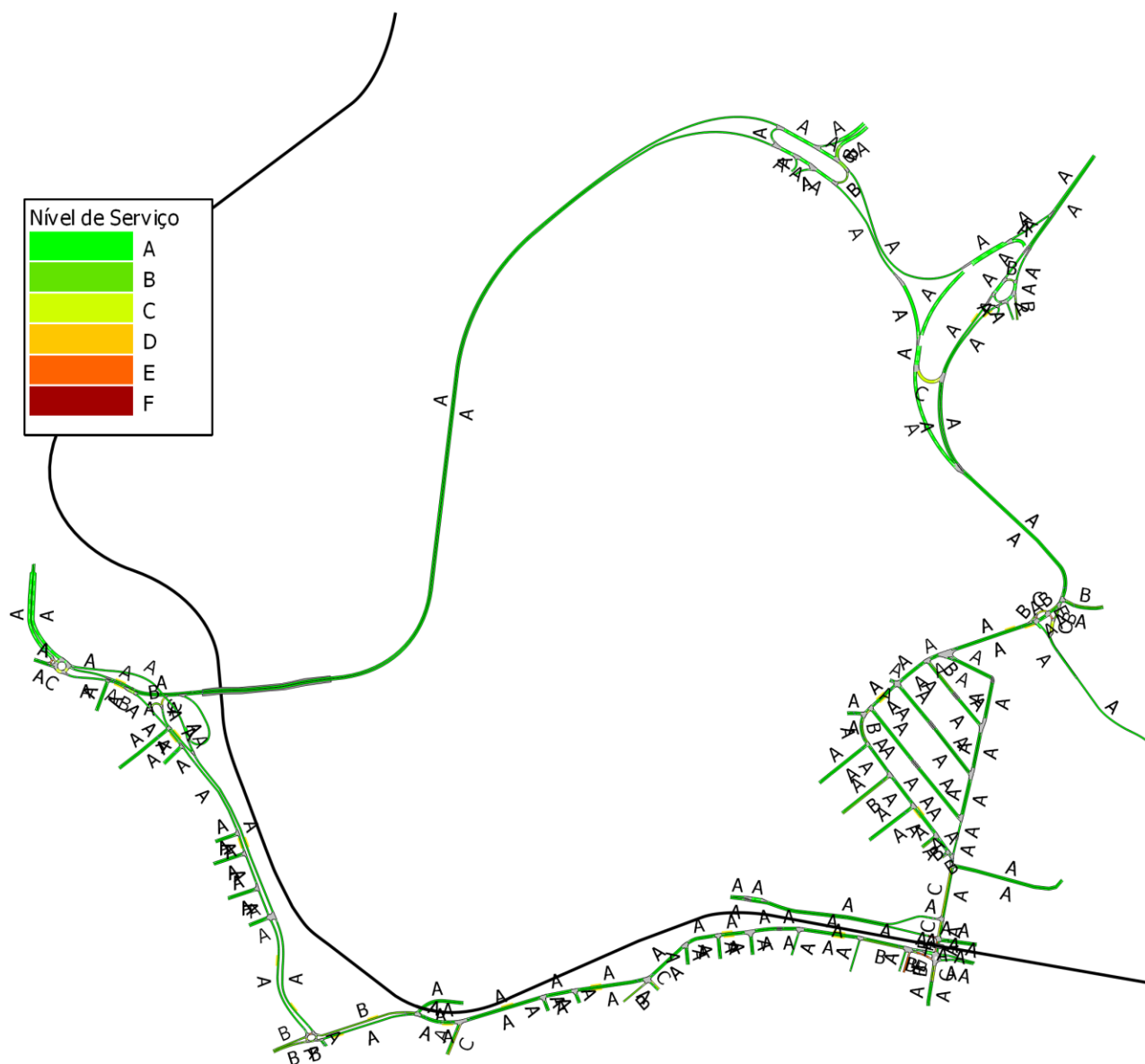


Figura 33 – Níveis de serviço no pico da manhã, situação atual

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 32/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

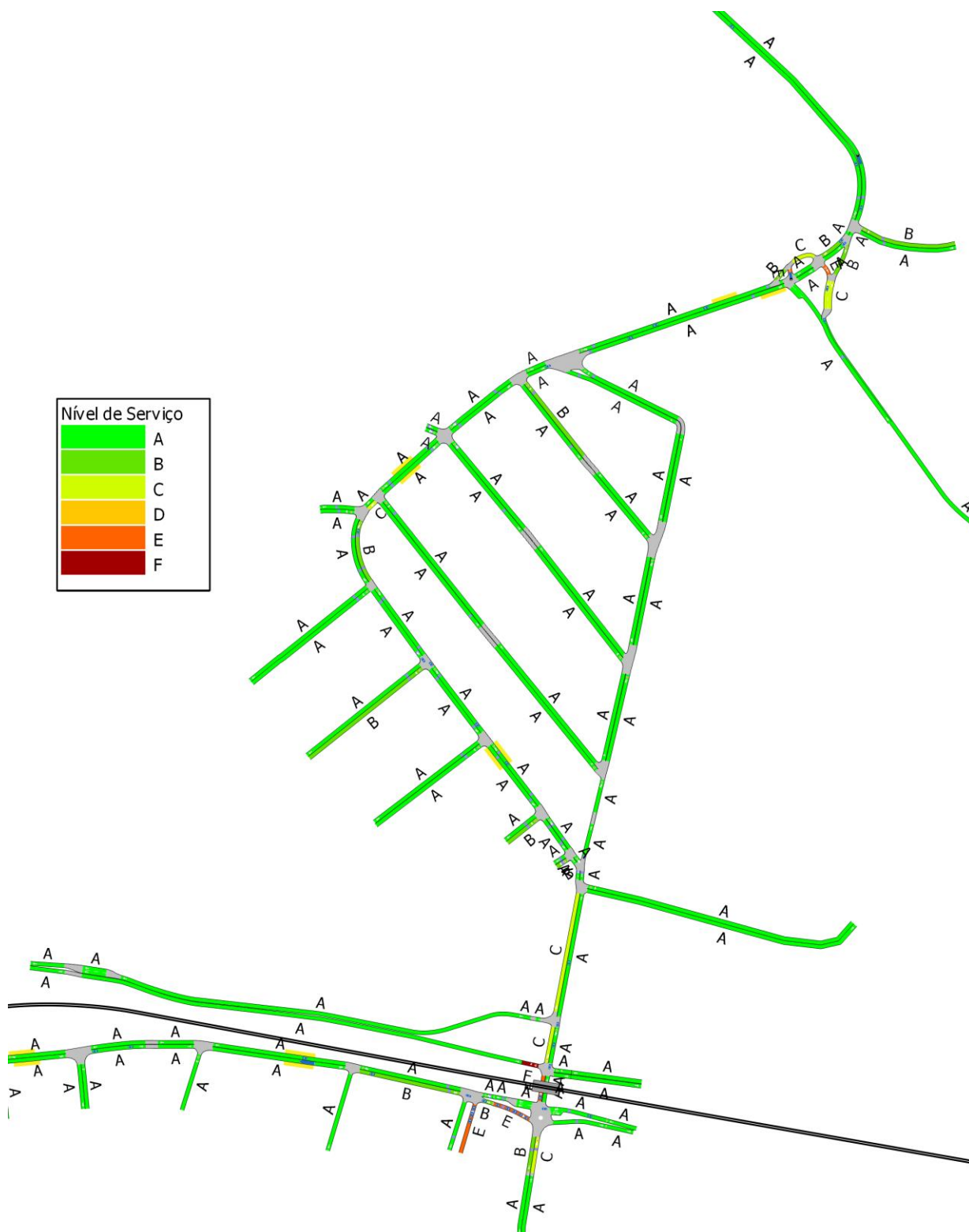


Figura 34 – Níveis de serviço no pico da manhã, situação atual – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 33/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

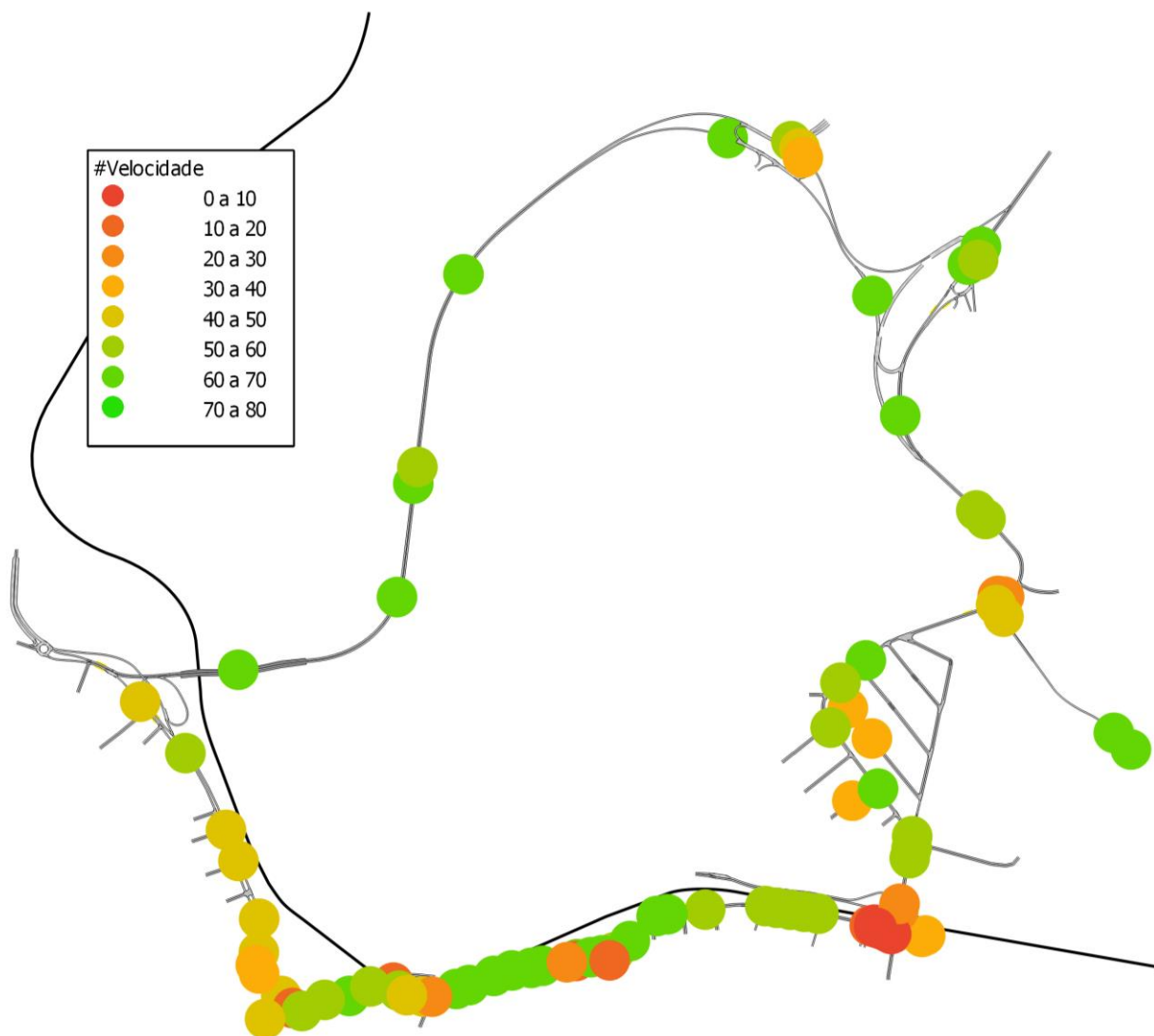


Figura 35 - Velocidades instantâneas dos veículos - Situação atual - Pico da manhã

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 34/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

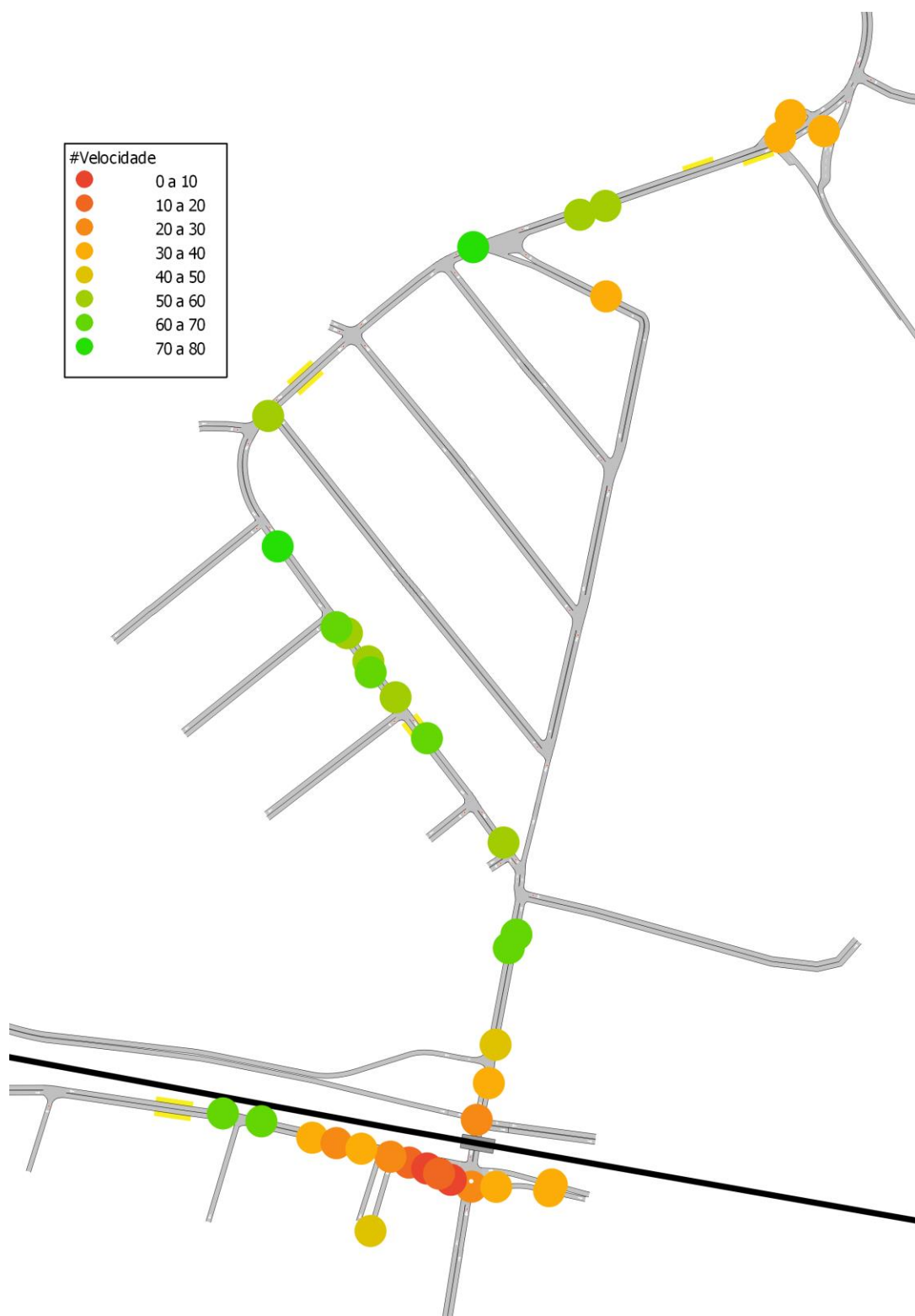


Figura 36 - Velocidades instantâneas dos veículos - Situação atual - Pico da manhã – Área do Bem-vindo

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 36/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

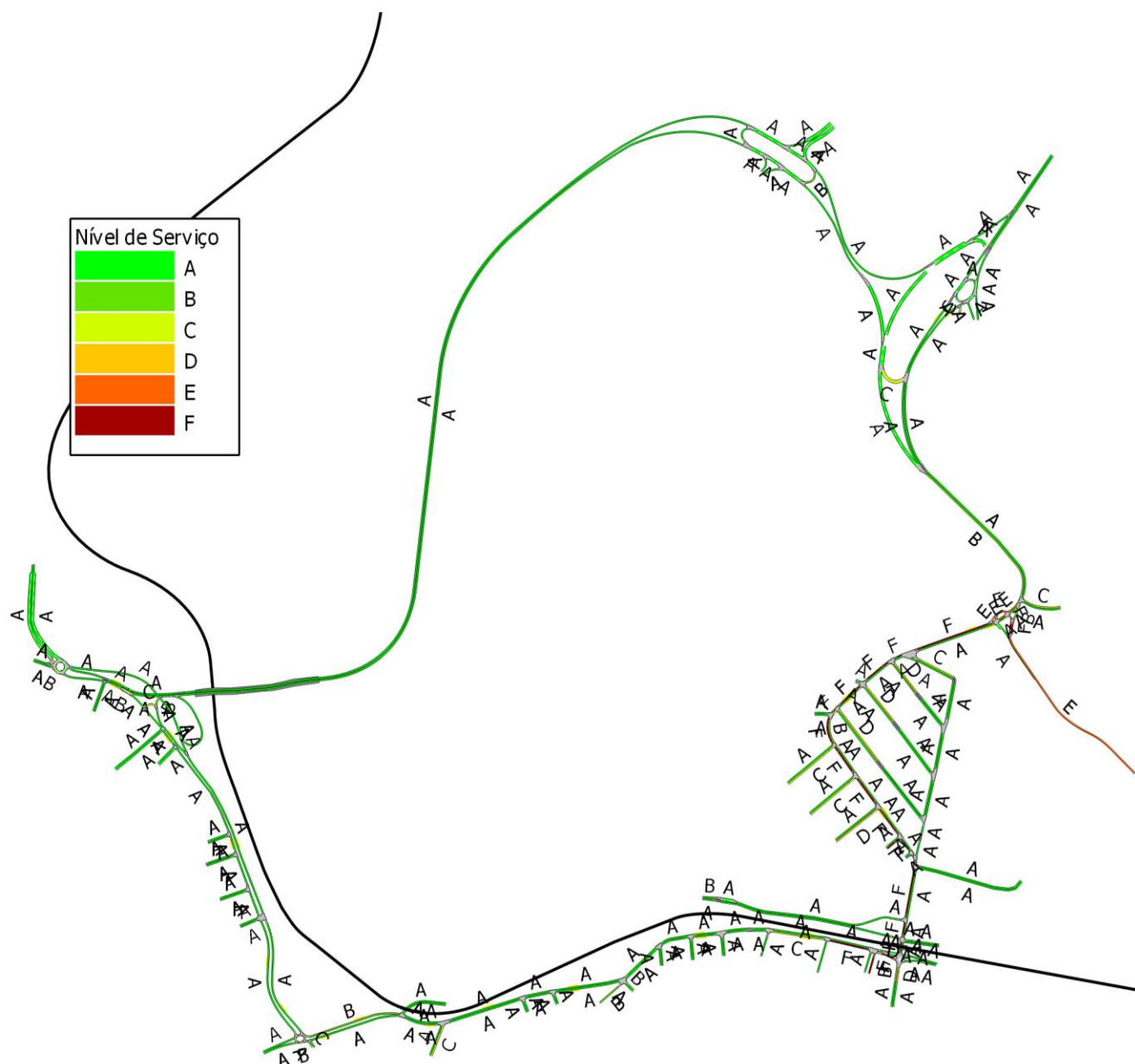


Figura 38 – Níveis de serviço no pico da tarde, situação atual

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 37/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 39 – Níveis de serviço no pico da tarde, situação atual – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 38/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

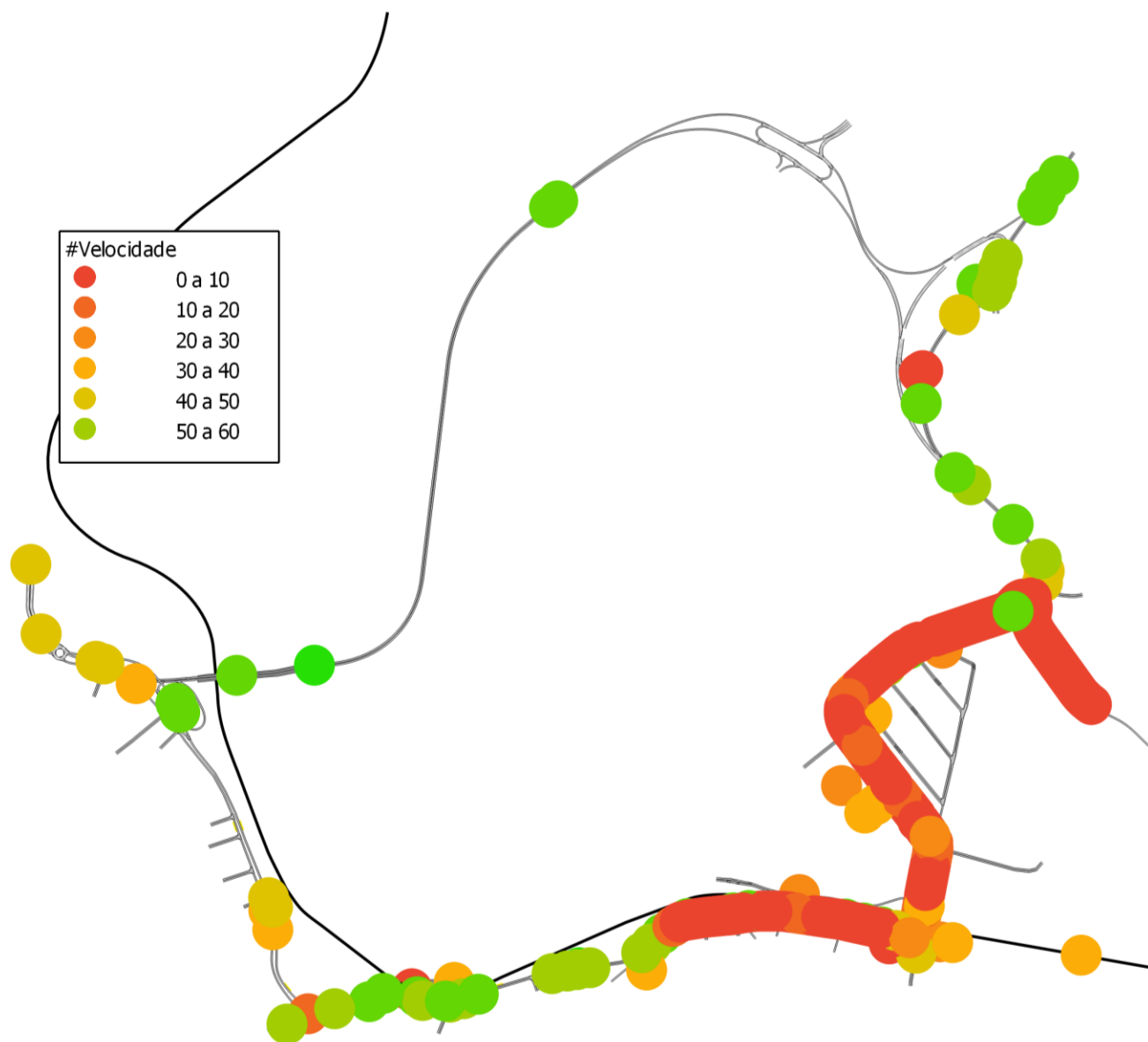


Figura 40 - Velocidades instantâneas dos veículos - Situação atual - Pico da tarde

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 39/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 41 - Velocidades instantâneas dos veículos - Situação atual - Pico da tarde – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 40/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

6.2.2 BINÁRIO HORÁRIO

As figuras a seguir mostram a rede simulada, com os valores dos fluxos de veículos, nível de serviço e velocidade instantânea dos veículos, na situação Binário Horário, picos da manhã de 06:45/07:45 e da tarde de 17:00/18:00.

Pico da Manhã

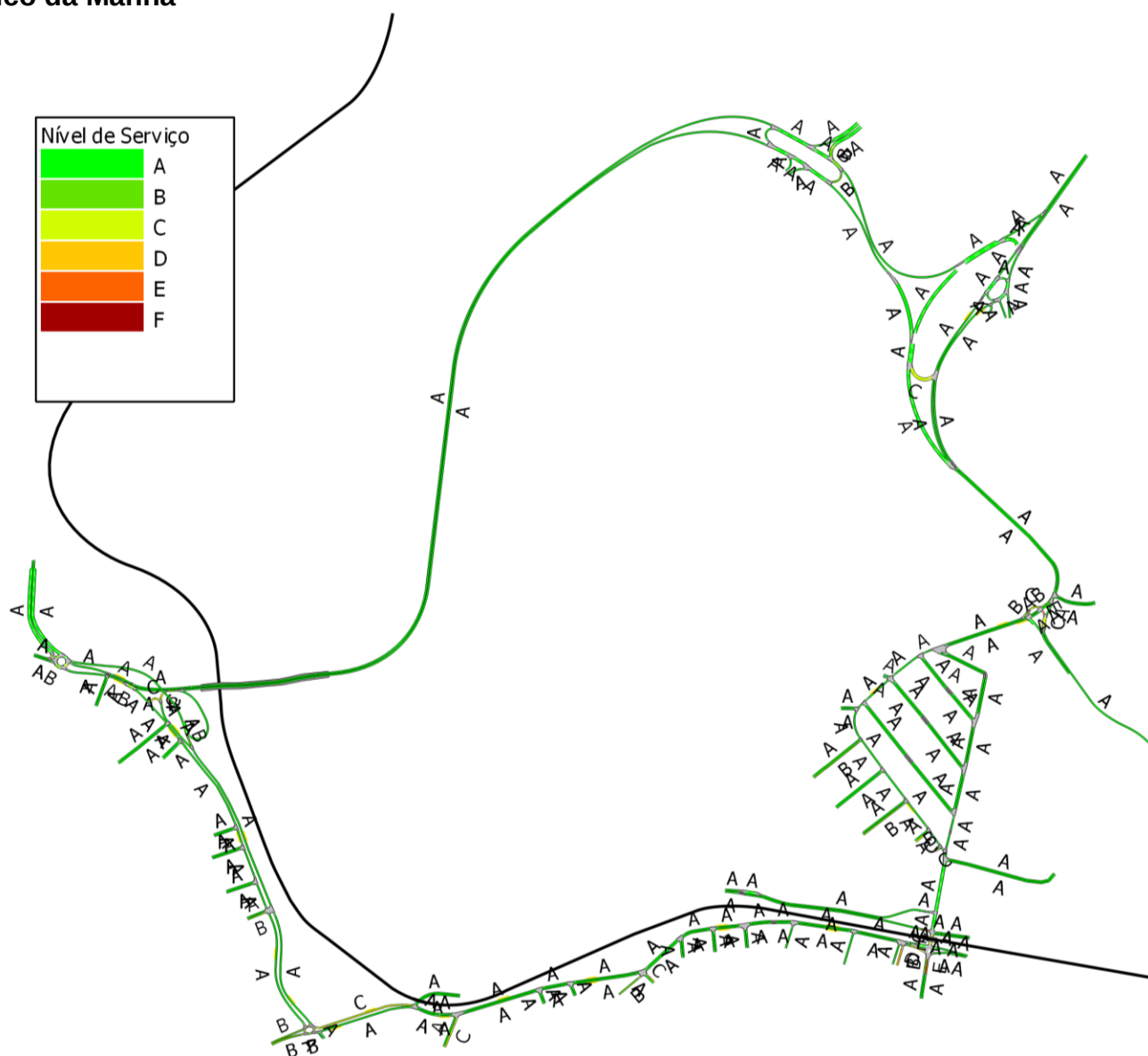


Figura 42 – Volumes simulados – Binário Horário - Pico da Manhã

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 41/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

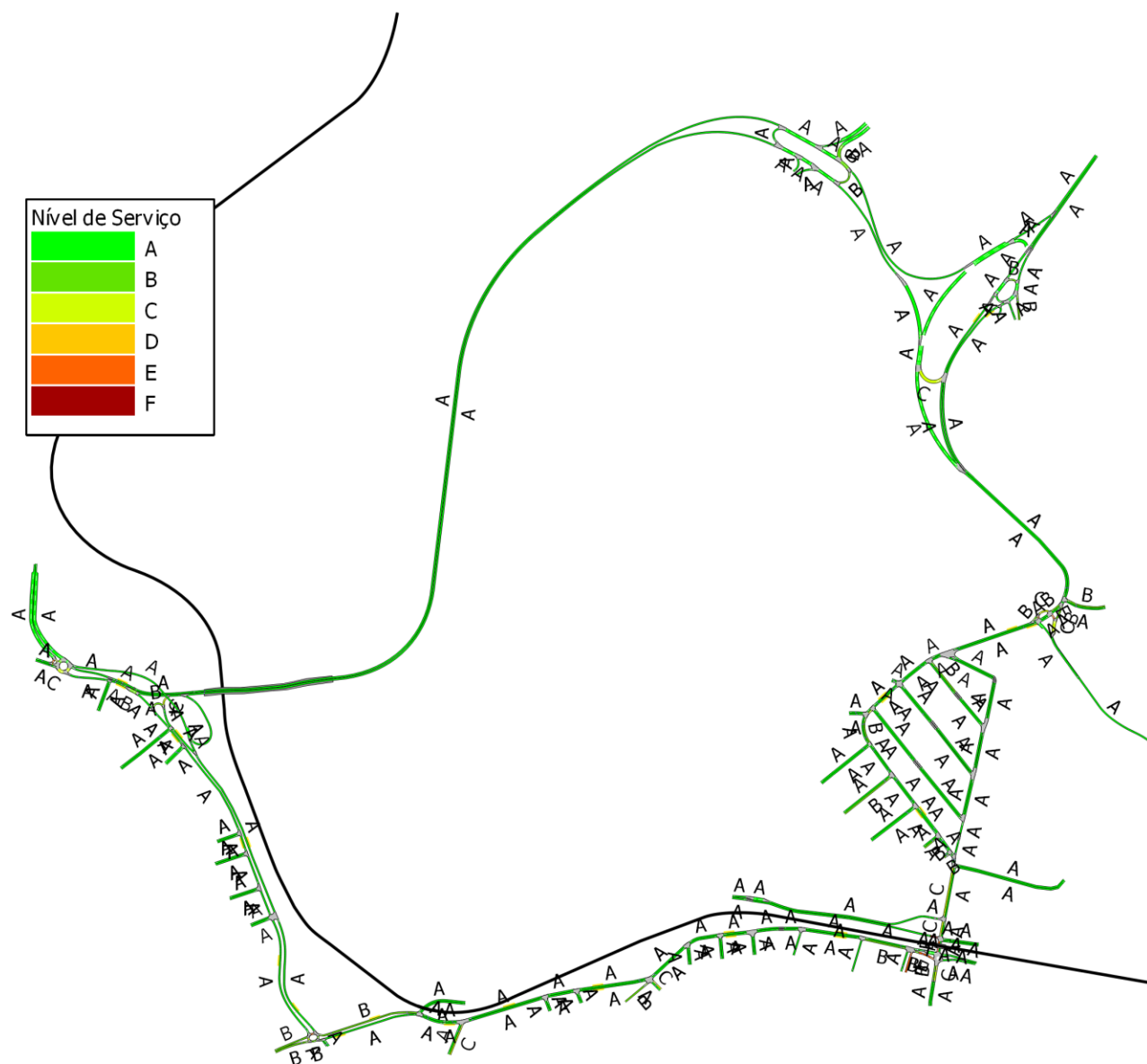


Figura 43 – Níveis de serviço no pico da manhã, Binário Horário

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 42/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 44 – Níveis de serviço no pico da manhã, Binário Horário – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 43/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

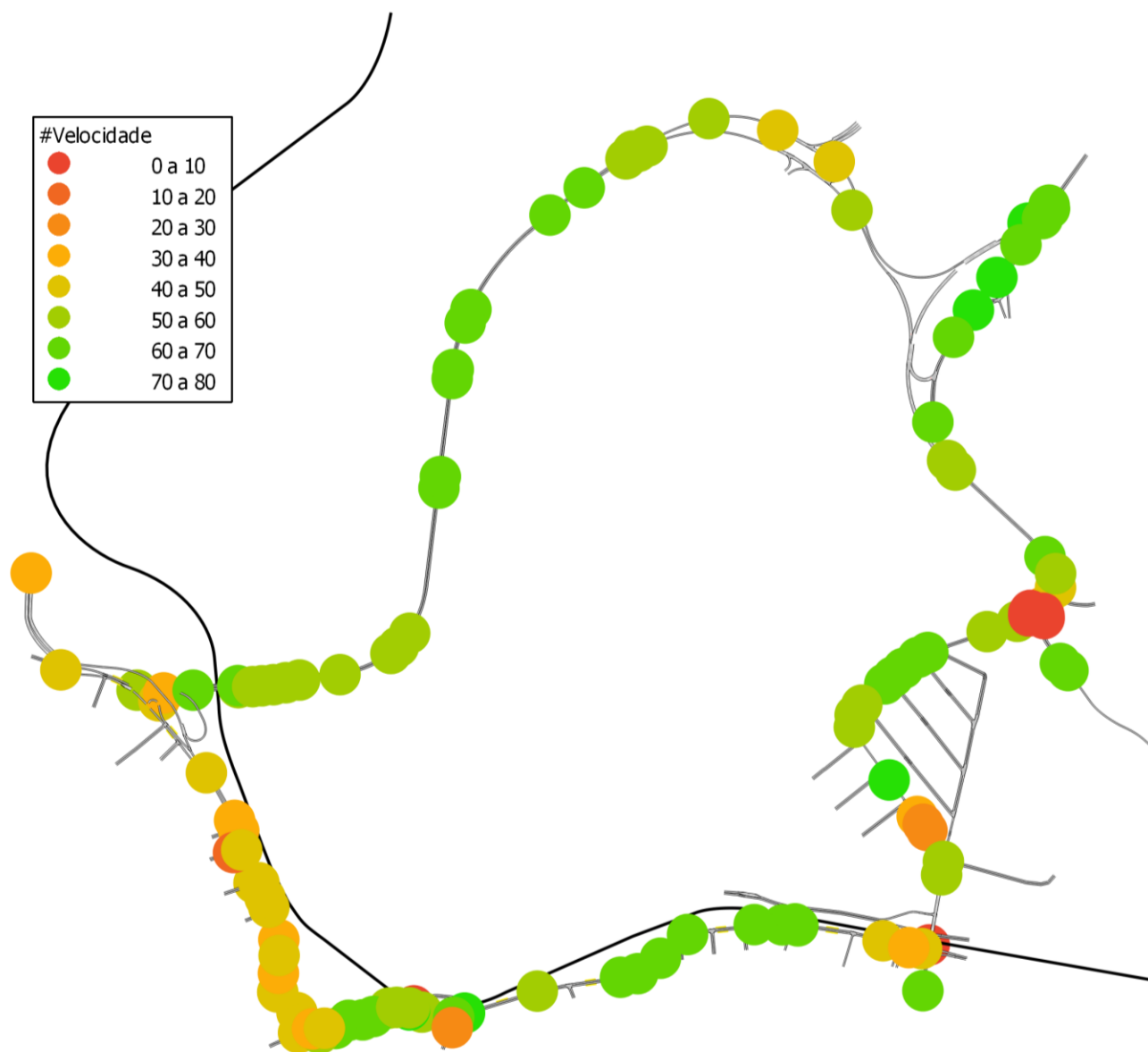


Figura 45 - Velocidades instantâneas dos veículos - Binário Horário - Pico da manhã

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 44/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

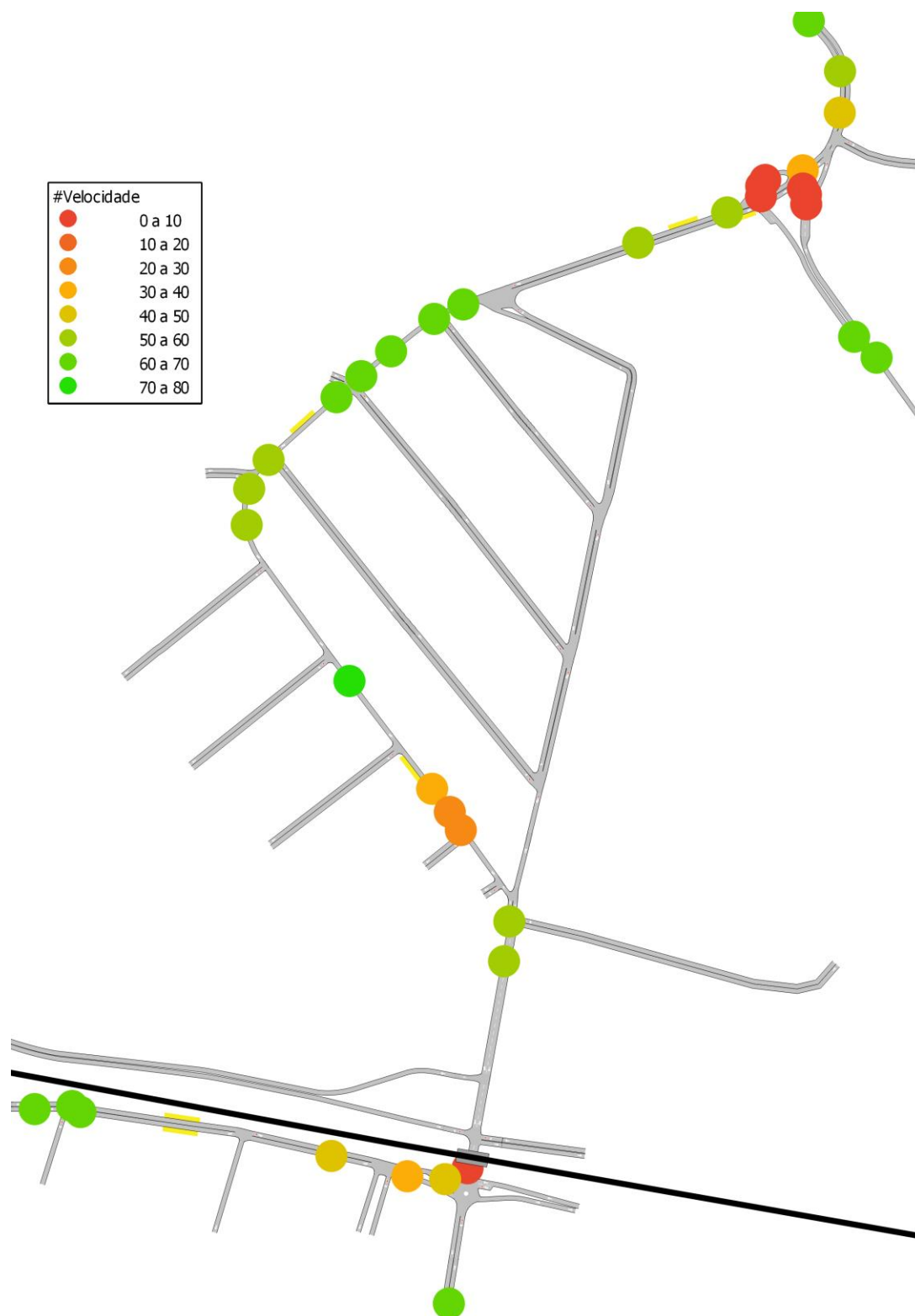


Figura 46 - Velocidades instantâneas dos veículos - Binário Horário - Pico da manhã – Área do Bem-vindo

Pico da Tarde

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 46/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

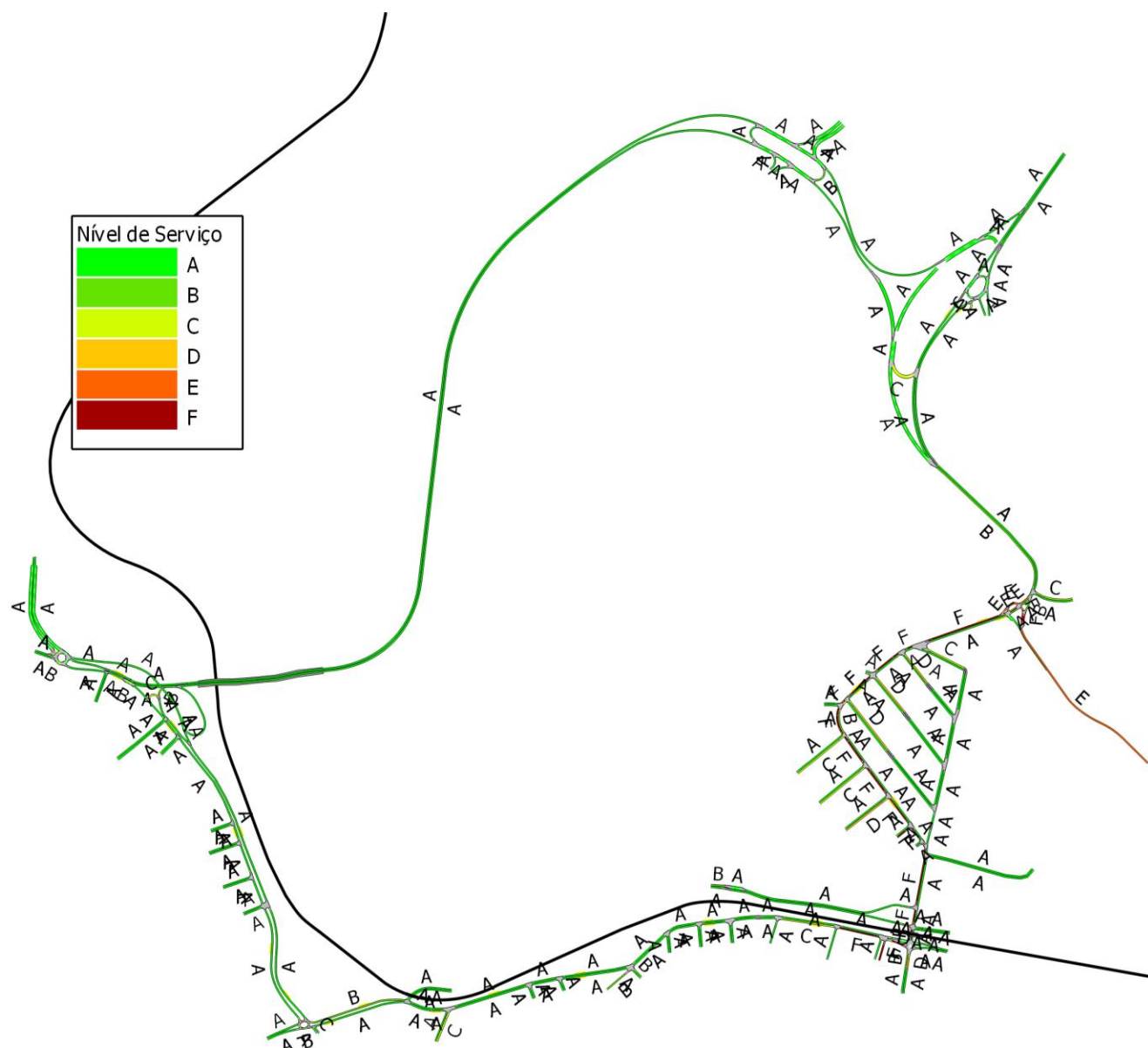


Figura 48 – Níveis de serviço no pico da tarde, Binário Horário

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 47/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 49 – Níveis de serviço no pico da tarde, Binário Horário – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 48/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

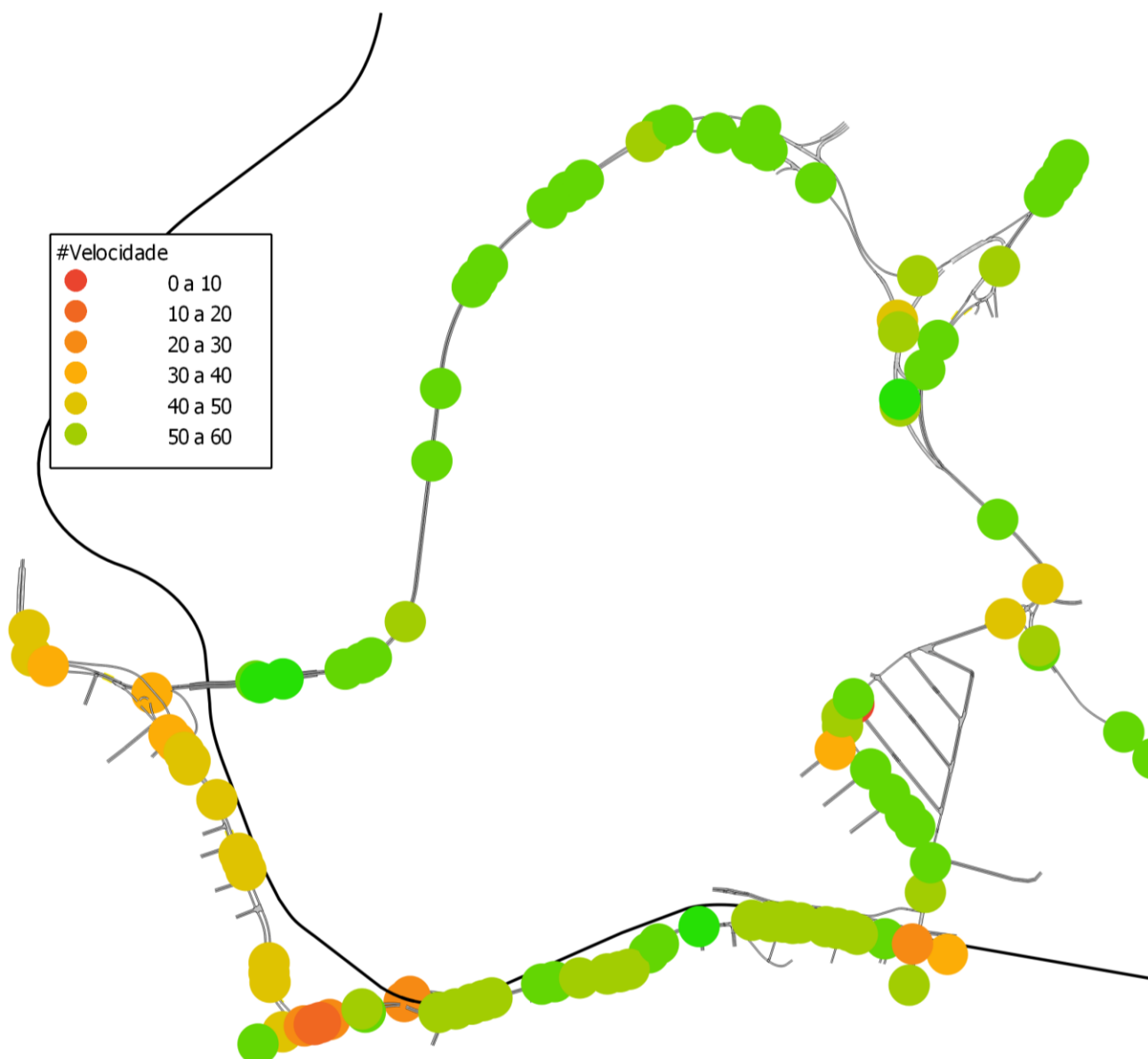


Figura 50 - Velocidades instantâneas dos veículos - Binário Horário - Pico da tarde

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 49/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

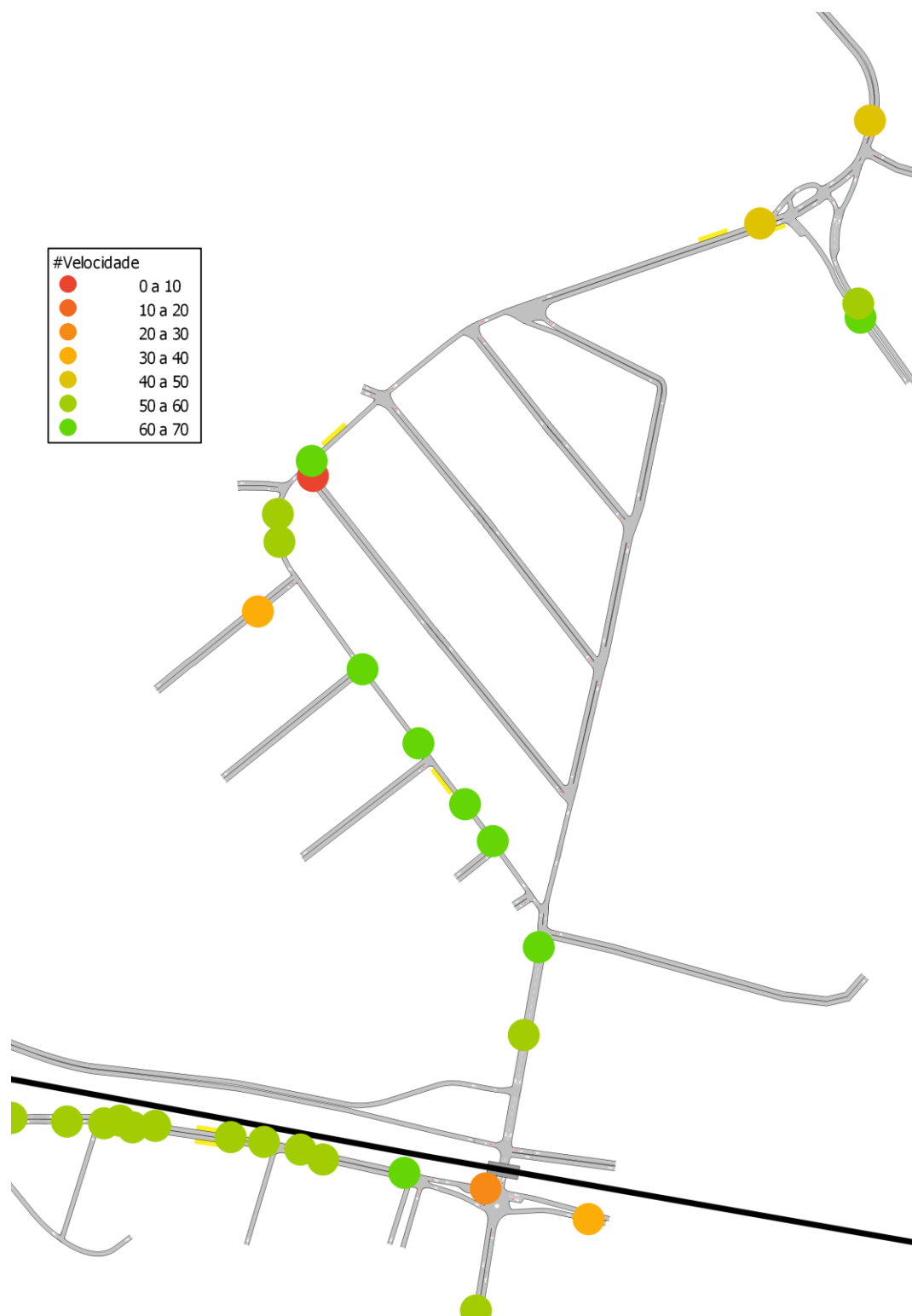


Figura 51 - Velocidades instantâneas dos veículos - Binário Horário - Pico da tarde – Área do Bem-vindo

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 50/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

6.2.3 NOVA TRANSPOSIÇÃO DA LINHA FÉRREA

As figuras a seguir mostram a rede simulada, com os valores dos fluxos de veículos, nível de serviço e velocidade instantânea dos veículos, na situação Binário Horário, picos da manhã de 06:45/07:45 e da tarde de 17:00/18:00.

Pico da Manhã



Figura 52 – Volumes simulados – Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da Manhã

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 51/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

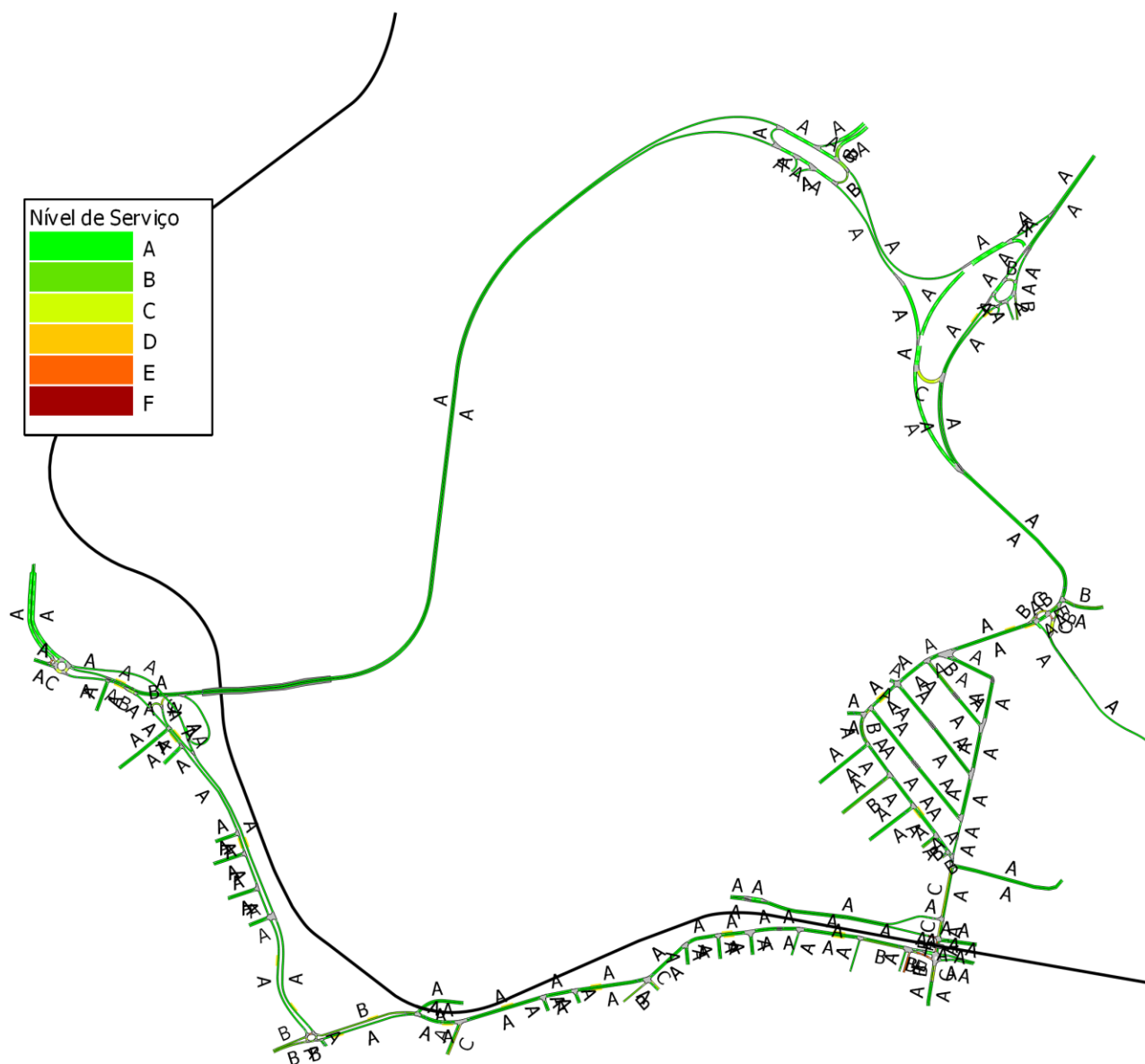


Figura 53 – Níveis de serviço no pico da manhã, Nova Transposição da Linha Férrea

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 52/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 54 – Níveis de serviço no pico da manhã, Nova Transposição da Linha Férrea – Área do Bem-vindo

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 53/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

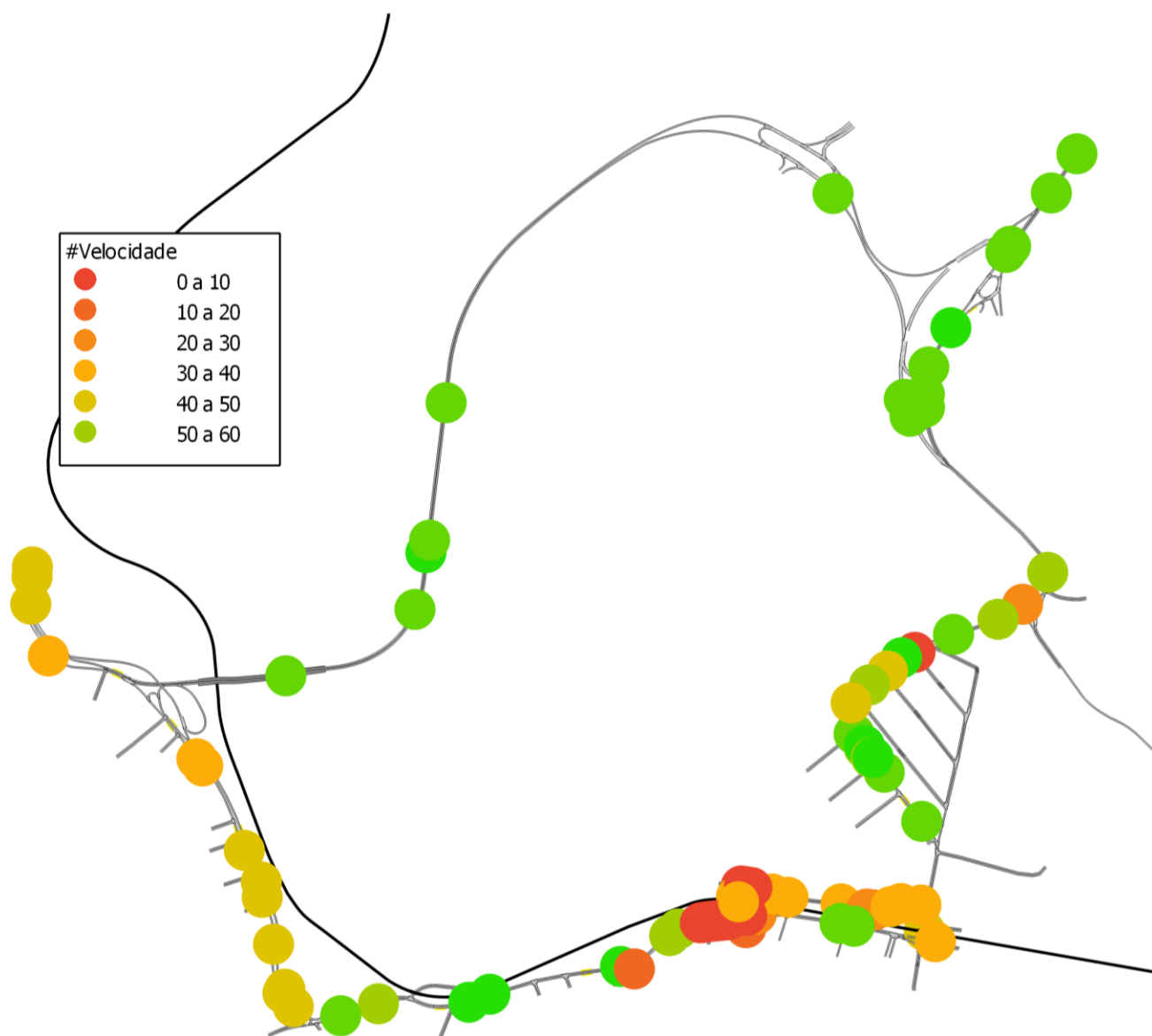


Figura 55 - Velocidades instantâneas dos veículos - Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da manhã

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 54/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 56 - Velocidades instantâneas dos veículos - Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da manhã – Área do Bem-vindo

Pico da Tarde

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 55/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0



Figura 57 – Volumes simulados – Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da Tarde

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 56/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

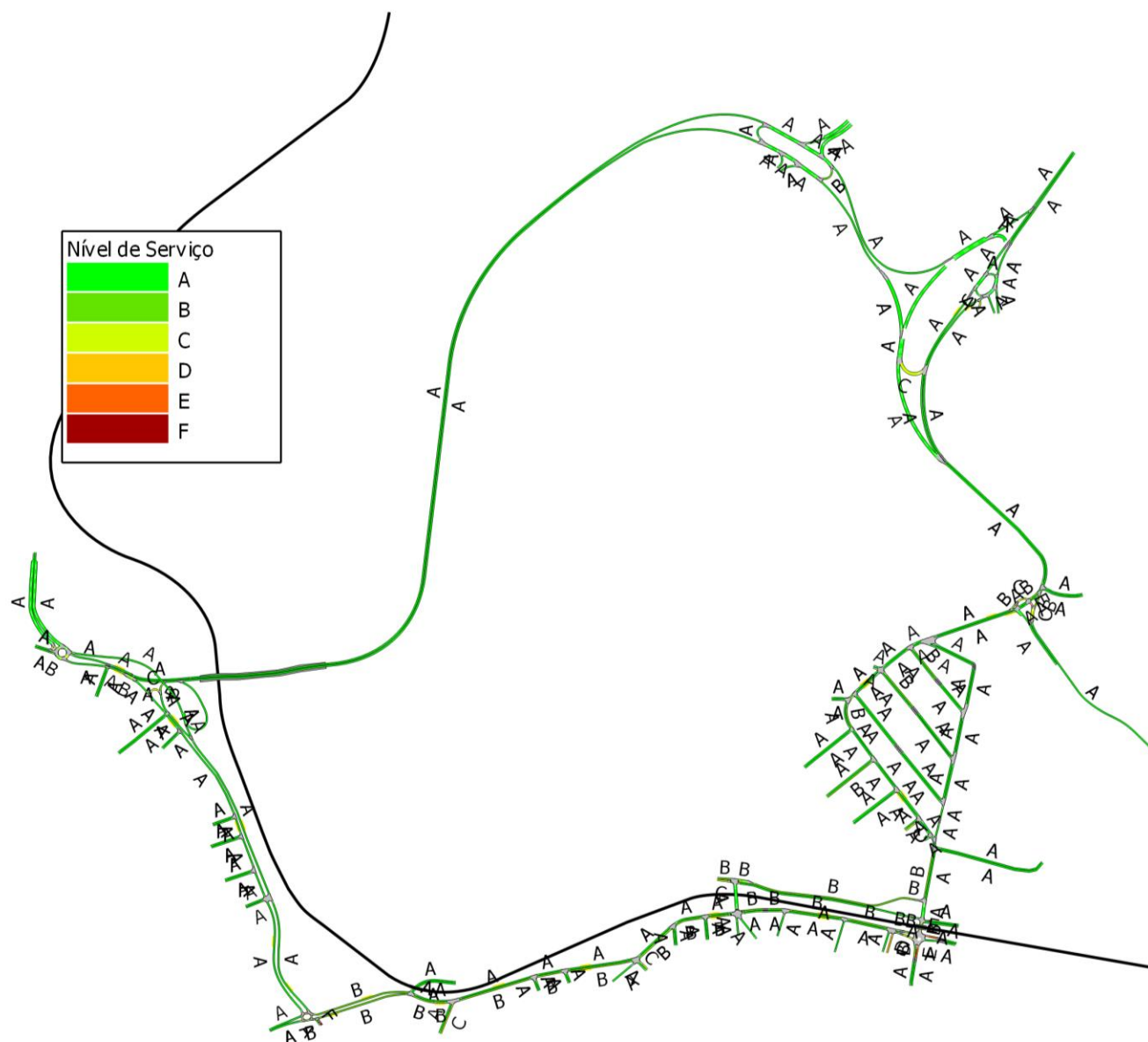


Figura 58 – Níveis de serviço no pico da tarde, Nova Transposição da Linha Férrea

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 57/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

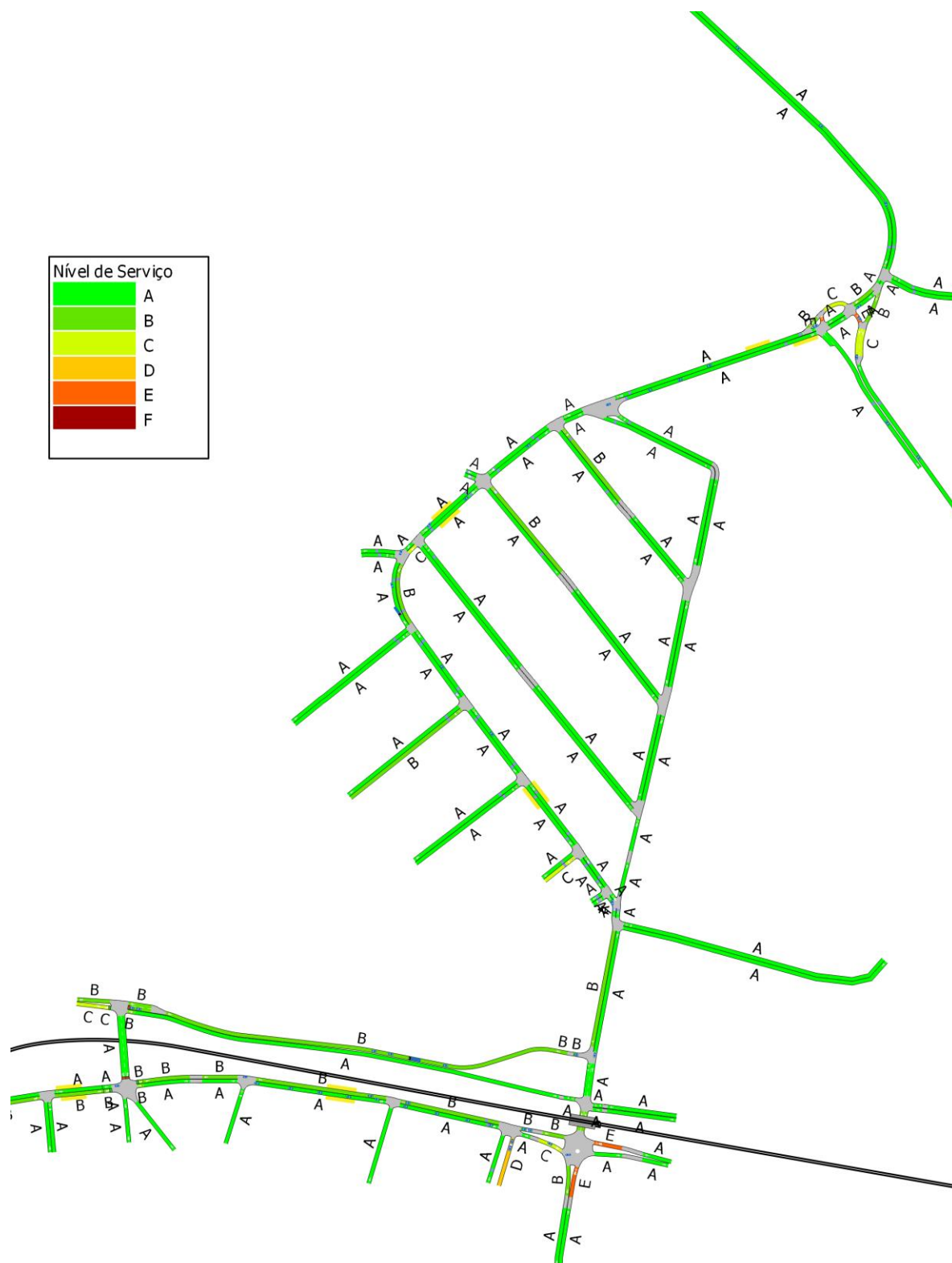


Figura 59 – Níveis de serviço no pico da tarde, Nova Transposição da Linha Férrea – Área do Bem-vindo

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 58/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

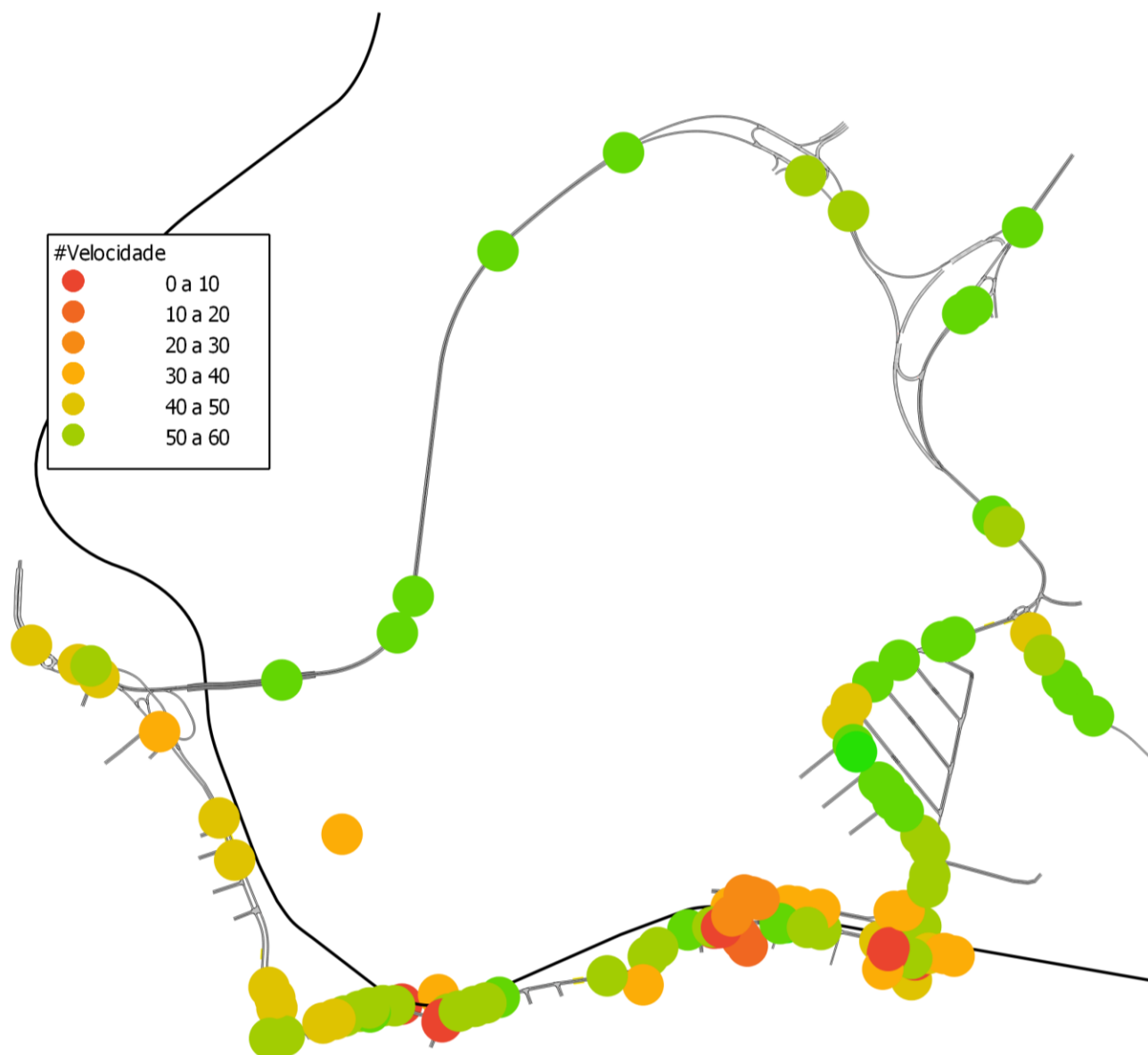


Figura 60 - Velocidades instantâneas dos veículos - Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da tarde

 VALE	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 59/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

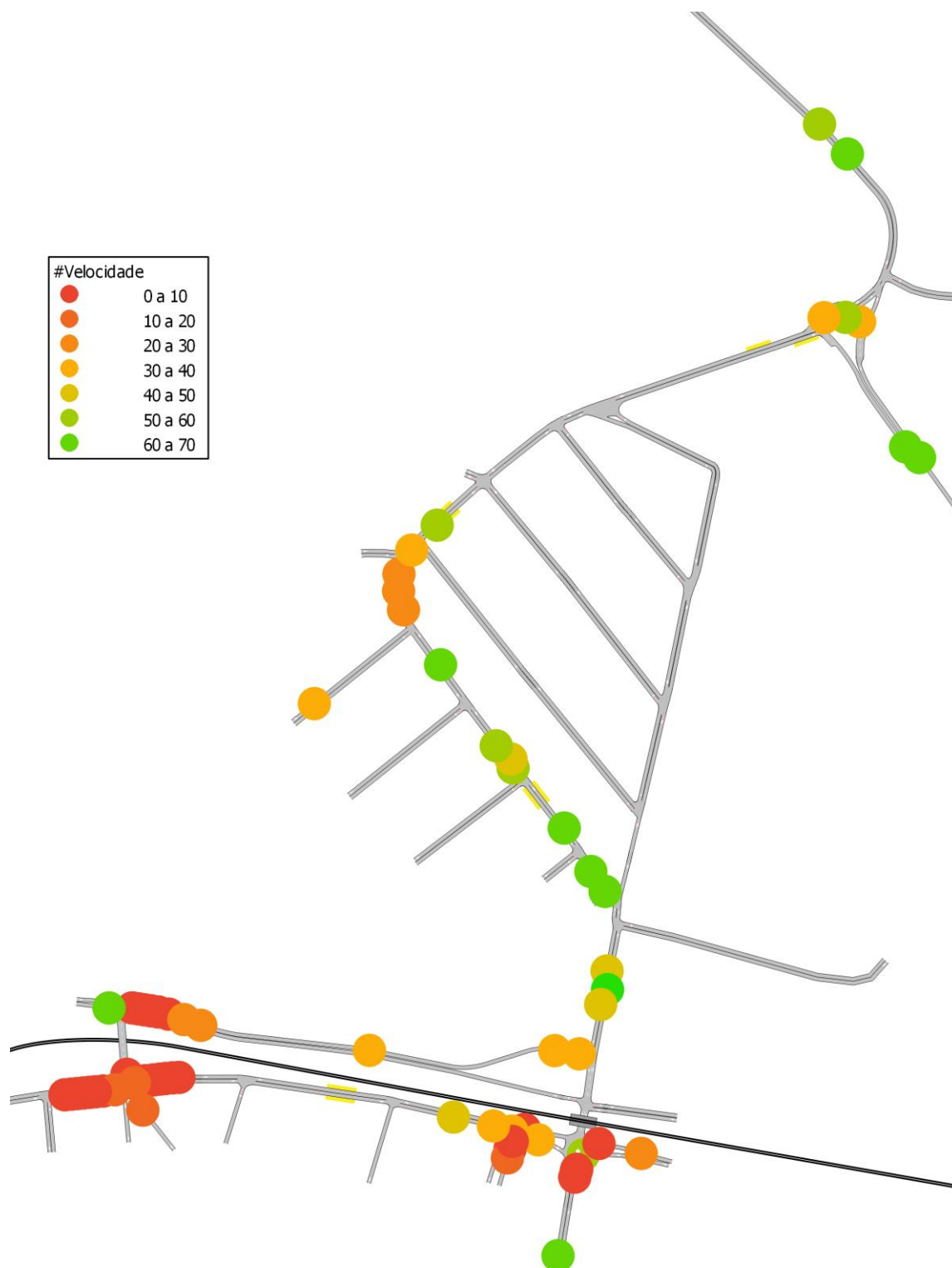


Figura 61 - Velocidades instantâneas dos veículos - Nova Transposição da Linha Férrea - Pico da tarde – Área do Bem-vindo

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 60/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

Os vídeos das simulações no pico da tarde são apresentados nos anexos

ANEXO A _AT = Situação atual sem alteração de circulação

ANEXO B _AT BS = Binário Sul, volume de tráfego atual

ANEXO C _AT VIADUTO = Circulação com o viaduto implantado, volume de tráfego atual

6.2.4 AVALIAÇÃO DOS CENÁRIOS

Os quadros a seguir fazem a comparação entre os indicadores de desempenho dos diversos cenários, no pico da manhã e da tarde, extraídos das microsimulações. O impacto gerado pela alteração e circulação pode ser mensurado pela variação percentual de cada um dos indicadores de desempenho em relação à situação atual. São avaliados:

- Contagem de Entrada: número de veículos que entraram na rede durante o período da simulação;
- Fluxo: número de veículos que entraram na rede por hora durante o período da simulação;
- Densidade: número médio de veículos por quilômetro de pista em toda a rede simulada;
- Fila Média: comprimento médio da fila, expresso em número de veículos por faixa;
- Distância Total Viajada: número total de quilômetros percorridos por todos os veículos que fizeram a viagem.
- Tempo de Viagem: tempo médio que um veículo leva para viajar da origem ao destino. É a média de todos os tempos de viagem individuais.
- Tempo de Atraso: tempo médio de atraso por veículo. É a diferença entre o tempo de viagem esperado (tempo que levaria para ir da origem ao destino em condições ideais) e o tempo de viagem real.
- Tempo Parado: tempo médio do veículo parado por quilômetro.
- Velocidade Harmônica: indica a média ponderada das velocidades dos veículos que saíram do sistema;

		CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 61/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

Manhã	Unidades	AT	AT BH	AT/AT BH	AT VIADUTO	AT/AT VIADUTO	AT BH/ AT VIADUTO	MELHOR SITUAÇÃO
Contagem de Entrada	veíc	2680,2	2690,6	0%	2681,6	0%	0%	BINÁRIO
Fluxo	veíc/h	2571,4	2586,4	1%	2689,4	5%	4%	VIADUTO
Densidade	veíc/km	3,41	3,98	17%	2,95	-13%	-26%	VIADUTO
Fila Média	veíc	17,99	4,73	-74%	8,29	-54%	75%	BINÁRIO
Distância Total Viajada	km	3761,26	5195,62	38%	4239,57	13%	-18%	VIADUTO
Tempo de Viagem	seg/km	94,8	77,69	-18%	86,62	-9%	11%	BINÁRIO
Tempo de Atraso	seg/km	30,5	14,22	-53%	21,51	-29%	51%	BINÁRIO
Tempo Parado	seg/km	22,84	7,03	-69%	12,73	-44%	81%	BINÁRIO
Tempo Total de Viagem	h	90,05	101,84	13%	92,06	2%	-10%	VIADUTO
Velocidade Harmônica	km/h	37,97	46,34	22%	41,56	9%	-10%	BINÁRIO
Fluxo - Carro Bem Vindo	veic/h	301	292	-3%	308	2%	6%	BINÁRIO
Fluxo - Carro	veic/h	2145	2166	1%	2255,8	5%	4%	BINÁRIO
Distância Total Viajada - Carro Bem Vindo	km	391,92	985,23	151%	455,37	16%	-54%	VIADUTO
Distância Total Viajada - Carro	km	3167,35	3928,32	24%	3565,29	13%	-9%	VIADUTO
Tempo Total de Viagem - Carro Bem Vindo	h	11,76	18,88	61%	11,09	-6%	-41%	VIADUTO
Tempo Total de Viagem - Carro	h	73,17	77,13	5%	76,17	4%	-1%	VIADUTO
Tempo Parado - Carro Bem Vindo	seg/km	45,55	5,83	-87%	13,22	-71%	127%	BINÁRIO
Tempo Parado - Carro	seg/km	20,14	7,31	-64%	12,93	-36%	77%	BINÁRIO
Velocidade Harmônica - Carro Bem Vindo	km/h	29,68	48,88	65%	39,36	33%	-19%	BINÁRIO
Velocidade Harmônica - Carro	km/h	39,47	46,1	17%	41,78	6%	-9%	BINÁRIO

Figura 62 - Indicadores para o pico da manhã

Tarde	Unidades	AT	AT BH	AT/AT BH	AT VIADUTO	AT/AT VIADUTO	AT BH/ AT VIADUTO	MELHOR SITUAÇÃO
Contagem de Entrada	veíc	2688,8	2833,4	5%	2916	8%	3%	VIADUTO
Fluxo	veíc/h	2568	2823,4	10%	2918,4	14%	3%	VIADUTO
Densidade	veíc/km	11,26	4,65	-59%	3,29	-71%	-29%	VIADUTO
Fila Média	veíc	209,8	5,76	-97%	10,1	-95%	75%	BINÁRIO
Distância Total Viajada	km	3723,09	6152,91	65%	4593,15	23%	-25%	VIADUTO
Tempo de Viagem	seg/km	247	80,24	-68%	90,26	-63%	12%	BINÁRIO
Tempo de Atraso	seg/km	181,2	16,7	-91%	24,4	-87%	46%	BINÁRIO
Tempo Parado	seg/km	166,06	8,11	-95%	14,45	-91%	78%	BINÁRIO
Tempo Total de Viagem	h	252,91	122,25	-52%	102,87	-59%	-16%	VIADUTO
Velocidade Harmônica	km/h	14,57	44,87	208%	39,88	174%	-11%	BINÁRIO
Fluxo - Carro Bem Vindo	veic/h	311	309	-1%	313,6	1%	1%	BINÁRIO
Fluxo - Carro	veic/h	2203,8	2442	11%	2530,6	15%	4%	BINÁRIO
Distância Total Viajada - Carro Bem Vindo	km	424,27	1091,74	157%	455,46	7%	-58%	VIADUTO
Distância Total Viajada - Carro	km	3205,97	4914,73	53%	3981,3	24%	-19%	VIADUTO
Tempo Total de Viagem - Carro Bem Vindo	h	36,3	21,27	-41%	11,13	-69%	-48%	VIADUTO
Tempo Total de Viagem - Carro	h	209,12	97,92	-53%	88,2	-58%	-10%	VIADUTO
Tempo Parado - Carro Bem Vindo	seg/km	301,43	5,66	-98%	13,8	-95%	144%	BINÁRIO
Tempo Parado - Carro	seg/km	145,64	8,5	-94%	14,79	-90%	74%	BINÁRIO
Velocidade Harmônica - Carro Bem Vindo	km/h	9,24	48,25	422%	38,98	322%	-19%	BINÁRIO
Velocidade Harmônica - Carro	km/h	15,98	44,49	178%	39,9	150%	-10%	BINÁRIO

Figura 63 - Indicadores para o pico da manhã

AT = Situação atual sem alteração de circulação

AT BS = Binário Sul, volume de tráfego atual

AT VIADUTO = Circulação com o viaduto implantado, volume de tráfego atual

A primeira parte de cada quadro mostra os indicadores considerando todo o tráfego na rede, enquanto a segunda parte o faz apenas para os veículos que têm origem ou destino na área do Bem-vindo.

	HORIZONTES arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 62/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

No pico da manhã a introdução do Binário Sul aumenta a distância total viajada em 38%, e o tempo total de viagem em 13%, mostrando que a situação com o binário, nesse pico, é desfavorável. No pico da tarde, em que acontecem os congestionamentos nas ruas Chicon e Padre Eustáquio, a distância total viajada aumenta em 65% e o tempo total de viagem se reduz em 52%. Anda-se mais, mas chega-se mais depressa.

Para os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo, que são 301 veículos/hora, no pico da manhã, a distância total viajada aumenta 151% e o tempo total de viagem 61%, enquanto para os demais, que são 2145 veículos, a distância total viajada aumenta em 24% e o tempo total de viagem em 5%, corroborando que é uma situação desfavorável.

No pico da tarde os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo (311 veículos) têm a distância total viajada aumentada em 157% e o tempo total de viagem reduzido em 41%, enquanto os que demais (2239 veículos) têm a distância total viajada aumentada em 53% e o tempo total de viagem reduzido em 53%.

A introdução do viaduto apresenta, em relação à situação atual, no pico da manhã um aumento de distância total viajada de 13% e um aumento do tempo total de viagem de 2%, enquanto no pico da tarde o aumento da distância total viajada é de 23% e a redução do tempo total de viagem de 59%.

Para os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo, no pico da manhã, a distância total viajada aumenta 16% e o tempo total de viagem se reduz em 6%, enquanto para os demais a distância total viajada aumenta em 13% e o tempo total de viagem em 4%, corroborando que é uma situação desfavorável.

No pico da tarde os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo têm a distância total viajada aumentada em 7% e o tempo total de viagem reduzido em 58%, enquanto os que demais têm a distância total viajada aumentada em 24% e o tempo total de viagem reduzido em 58%.

Comparando-se os indicadores da situação com o Binário Horário com a com o viaduto, no pico da manhã o tempo total de viagem com o viaduto é 18% menor que com o binário, e o tempo total de viagem é 10% menor que com o binário. No pico da tarde a distância total viajada com o viaduto é 25% menor que com o binário, e o tempo total viajado é 16% menor que com o binário.

Para os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo, no pico da manhã, a distância total viajada com o viaduto é 54% menor do que com o binário, e o tempo total de viagem é 41% menor que o com o binário. Para os demais automóveis a distância total viajada é 9% menor do que com o binário e o tempo total de viagem 1% menor.

No pico da tarde, para os veículos com origem ou destino na área do Bem-vindo, a distância total viajada com o viaduto é 58% menor do que com o binário, e o tempo total de viagem é 48% menor que o com o binário. Para os demais automóveis a distância total viajada é 19% menor do que com o binário e o tempo total de viagem 10% menor.

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 63/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

7.0 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foram estudadas duas alternativas de circulação da área do Projeto Bem-vindo a Brumadinho, uma com as ruas Chicon e Padre Eustáquio funcionando em mão única no sentido de entrada na cidade, com a saída se fazendo em binário pela via AMG-0185, e outra com a implantação de uma nova transposição da linha férrea, ligando a Rua Irineu Lamounier, próximo à Câmara dos Vereadores à Rua Quintino Bocaiuva. A alternativa de um binário funcionando em sentido contrário, com as ruas Chicon e Padre Eustáquio funcionando em sentido de saída da cidade foi desconsiderada, por perder o sentido de se tratar a entrada da cidade.

Foram executadas pesquisas de tráfego em doze pontos, com câmeras de videomonitoramento, e filmagens por drone, utilizando-se um modelo de simulação com o software Aimsun Next 22.0.2 para avaliar as duas situações em comparação com a situação atual e uma em relação à outra.

Os indicadores mostraram que o binário seria uma boa alternativa no pico da tarde, comparando-se com a situação atual, mas não se viabilizaria no pico da manhã, justificando-se, a princípio, uma inversão de mão apenas de tarde. Essa inversão apresenta dois inconvenientes, a impossibilidade de linha de ônibus servir a área no sentido centro – rodovias, e o custo de operação de tráfego diária, com a necessidade de empenho de pessoal e equipamento.

A alternativa com o viaduto no pico da manhã não apresenta ganhos, com uma discreta piora dos indicadores, mas no pico da tarde os ganhos são significativos e maiores do que os da situação com o binário. Além disso, interfere menos no sistema de ônibus e na circulação de uma forma geral, mantendo a circulação constante, sem necessidade de operações de controle de tráfego.

	 arquitetura + urbanismo	CLASSIFICAÇÃO RESTRITO	REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO R-2291-11	
PROJETO CONCEITUAL REQUALIFICAÇÃO URBANA – BRUMADINHO BEM-VINDO PLANO CIRCULAÇÃO - RELATÓRIO INFRAESTRUTURA			Nº VALE RL-2291GG-B-00039	PÁGINA 64/64
			Nº (CONTRATADA) RL-2291GG-B-00039	REV. 0

8.0 BIBLIOGRAFIA

COELHO, H. A.; GOLDNER, L. G. Módulo II. Análise de capacidade e nível de serviço pelo HCM 2010. Florianópolis, SC: UFSC, 2016. 93p

AIMSUN User's Manual – Version 20.0.2., TSS-Transporting Simulation Systems, 2020.

ANEXOS

 RL-2291GG-B-00039 _ANEXO A.mp4	ANEXO A – AT - SITUAÇÃO ATUAL _ PICO DA TARDE Formato: MP4 (289.560 KB)
 RL-2291GG-B-00039 _ANEXO B.mp4	ANEXO B – AT BS - SITUAÇÃO ATUAL BINÁRIO _ PICO DA TARDE Formato: MP4 (308.479 KB)
 RL-2291GG-B-00039 _ANEXO C.mp4	ANEXO C – AT VIADUTO - SITUAÇÃO ATUAL VIADUTO _ PICO DA TARDE Formato: MP4 (92.234 KB)