

Levantamento de Dados

A primeira etapa do trabalho consistiu no levantamento e análise de dados e teve por objetivo subsidiar a construção e validação do modelo de simulação. Ela pode ser dividida em duas fases: coleta de informações em bases de dados secundárias e levantamentos em campo.

A caracterização da oferta viária se iniciou pelo levantamento de informações relativas aos aspectos básicos do sistema viário, tais como:

- Plano de circulação atual
- Sinalização estatigráfica (vertical e horizontal);
- Número de faixas;
- Pontos de Embarque e Desembarque (PED) do sistema de transporte coletivo;
- Hierarquização viária;
- Movimentos permitidos nas interseções;
- Velocidade regulamentar;
- Restrições de parada e estacionamento;
- Pontos de carga e descarga; entre outros.

Para isso, foi realizado um levantamento prévio da área de estudo explorando as ferramentas disponíveis (Google Earth, Google Street View etc.). Posteriormente, essas informações foram confirmadas com as vistorias em campo e consolidadas na rede de simulação de tráfego do Aimsun.

No caso da hierarquização do sistema viário, não se considerou necessariamente a classificação oficial da via estabelecida no Plano Diretor, mas a função real exercida pelo segmento viário no cotidiano da Cidade, resultante de suas características físico-operacionais e da sua ocupação.

Para a definição do número de faixas de cada seção, levou-se em consideração somente as “faixas úteis”, sendo excluídas as faixas ocupadas por estacionamentos, pontos de carga e descarga e pontos de ônibus muito próximos às interseções.

Ainda durante a fase de análise de dados de bases secundárias, foram levantados:

- Linhas de transporte coletivo que atendem à região, identificadas e agregadas individualmente (itinerários, respectivos pontos de embarque e desembarque de passageiros – PED - e quadros de horário);
- Contagens disponíveis na base de dados da consultora;
- Intervenções em execução ou planejadas para o sistema viário da região que impactarão na dinâmica do tráfego na área de estudo;
- Projeto arquitetônico do empreendimento;
- Condições operacionais do sistema viário ao longo do dia (extraídas do sistema de monitoramento por satélite).

Contagem Classificada de Veículos (CCV)

Para garantir uma compreensão completa e precisa da situação atual, recorreremos às pesquisas de Contagem Volumétrica Classificada de Veículos disponíveis na base de dados da consultora e da CTTU - em anexo no fim deste relatório. Abaixo, apresentamos a localização das pesquisas disponíveis na área de influência direta do empreendimento, facilitando a visualização e análise.

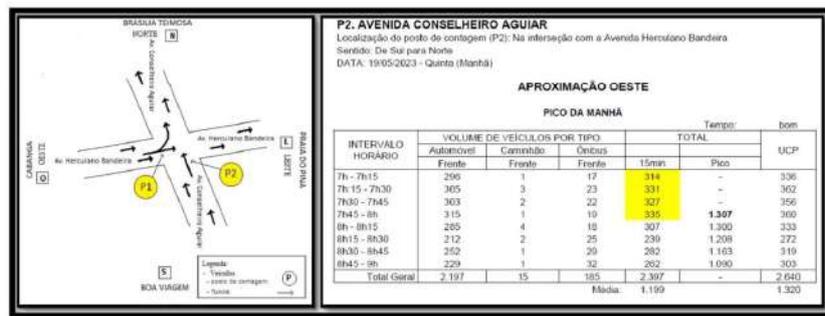
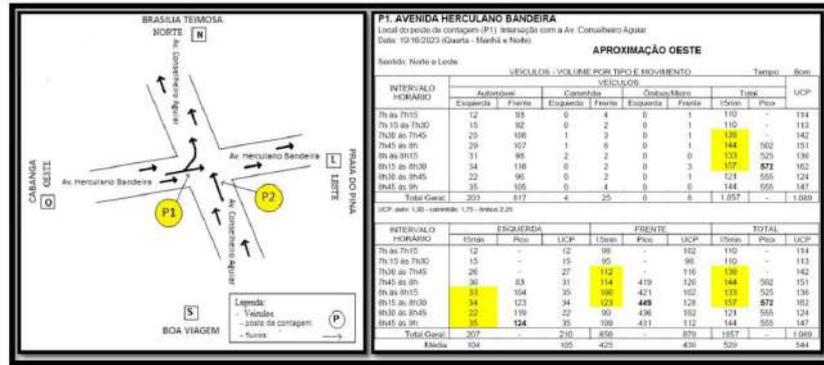


Figura 2: Pesquisas de contagem classificadas de veículos.

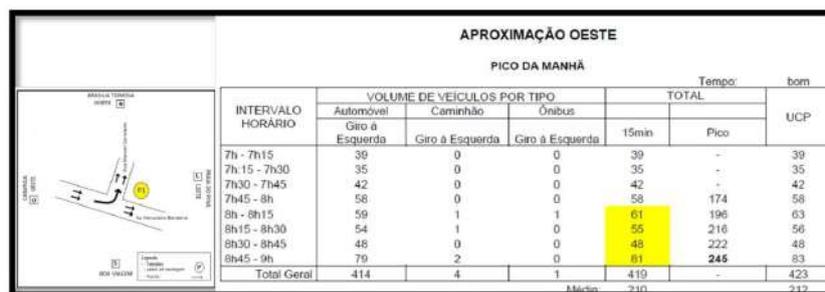
- Ponto A: Ponte. Governador Paulo Guerra;
- Ponto B: Av. Dirceu Velloso Toscano de Brito;
- Ponto C: Av. República Árabe Unida x R. Nogueira de Souza.
- Ponto D: R. Manoel de Brito x Av. República Árabe Unida;
- Ponto E: Av. Antônio de Góes x R. Manoel de Brito;
- Ponto F: Av. Herculano Bandeira x R. Manoel Coriolano.

Além desses pontos, registramos também:

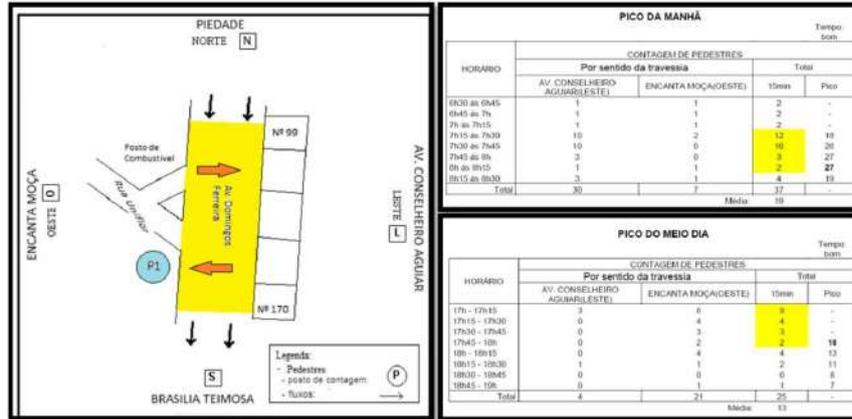
G - Contagem Classificada de Veículos realizada pela CTTU em 19/10/2023 na Av. Herculano Bandeira na interseção com a Av. Conselheiro Aguiar.



H - Contagem Classificada de Veículos realizada pela CTTU em 19/10/2023 na Av. Herculano Bandeira na interseção com a R. Manoel Coriolano no Pina.



I - Pesquisa realizada pela CTTU (17/11/2022) na Av. Domingos Ferreira coletando a travessia de pedestres no trecho situado entre os números 99 e 170 nas proximidades da interseção com a R. Uniflor, local em que a empresa instalou um equipamento de controle semafórico.



J - Pesquisa realizada pela CTTU (07/06/2023) na Av. Domingos Ferreira coletando a travessia de pedestres na interseção com a Rua Vinte e Seis de Janeiro, próximo ao acesso da Comunidade do Bode.



Foram também usados dados coletados pelos radares ao longo dos eixos viários que passam no entorno do empreendimento. Para cada um dos pontos pesquisados foram geradas planilhas contendo informações do volume de veículos por movimento, com totalização a cada hora.

Os dados, embora de procedências distintas, ou talvez por essa característica, apresentam uma riqueza de informações que se complementam, permitindo uma abordagem bastante consistente para a calibração da Matriz Origem e Destino usada nas simulações.

Cada uma das fontes de informação abordou o levantamento sobre determinados aspectos, cobrindo um largo espectro de variáveis. Por exemplo, temos os dados da contagem classificada de veículos e pedestres realizadas para o ICPS, onde os aspectos urbanos vêm à tona de modo mais relevante. Temos indicação do número de pedestres por hora, por exemplo, em várias interseções. De modo geral esses levantamentos cobrem interseções semaforizadas que compõem a área de estudo e complementam o largo conjunto de dados que eram necessários.

Os radares, e suas respectivas localizações, estão dispostos na próxima tabela e os dados coletados permitem aferir as movimentações de veículos sob um ângulo especial. Com essa massa ininterrupta de registros podemos trabalhar questões que, de outro modo, poderiam ficar controversas.

Radares disponibilizados pela CTTU
RADAR CTTU 5946 AV. BOA VIAGEM, ENTRE O N. 6114 E 5890
RADAR CTTU 5947 AV. BOA VIAGEM, ENTRE O N. 6114 E 5890
RADAR CTTU 5944 PRAÇA GOV. PAULO GUERA, PROX. AO SEMÁFORO 662 SUBÚRBIO
RADAR CTTU 5943 AV. BOA VIAGEM, ENTRE O N. 2080 E 1906
RADAR CTTU 5961 CAIS SANTA RITA - PRÓXIMO AO Nº 675 CENTRO
RADAR CTTU 5963 AV. REPÚBLICA DO LÍBANO - Nº 115 SUBÚRBIO
RADAR CTTU 5959 AV. ANTÔNIO DE GÓES, EM FRENTE AO Nº 124
RADAR CTTU 5957 AV. CONSELHEIRO AGUIAR - Nº 4620
RADAR CTTU 5955 RUA ARQUITETO LUIZ NUNES, ENTRE O N. 315 E 379 SUBÚRBIO
RADAR CTTU 5967 AV. SATURNINO DE BRITO, ENTRE O N. 384 E 478
RADAR CTTU 5962 AV. DOM JOÃO VI, PRÓXIMO AO SEMÁFORO 669 SUBÚRBIO
RADAR CTTU 5942 AV. MAL. MASCARENHAS DE MORAES - EM FRENTE AO AEROPORTO CENTRO
RADAR CTTU 5941 AV. MAL. MASCARENHAS DE MORAES - EM FRENTE AO AEROPORTO PRAZERES
RADAR CTTU 5968 AV. DOM JOÃO VI - ENTRE O Nº 777 E 835 CENTRO
RADAR FS004 AV. HERCULANO BANDEIRA - SEMÁFORO Nº 137
RADAR FS006 AV. ENGR. DOMINGOS FERREIRA - SEMÁFORO Nº 297
RADAR FS005 AV. ENGR. DOMINGOS FERREIRA - SEMÁFORO Nº 338
RADAR FS015 AV. MAL. MASCARENHAS DE MORAES - SEMÁFORO Nº 530 CENTRO
RADAR FS015 AV. MAL. MASCARENHAS DE MORAES - SEMÁFORO Nº 531 SUBÚRBIO
RADAR FS014 AV. BOA VIAGEM - SEMÁFORO Nº 104

Avaliação operacional – “trânsito típico” do Google Maps como proxy da Densidade (HCM)

Temos que avaliar os atrasos dos veículos nos diversos segmentos viários da área de estudo, configurando o tempo que eles perdem ao longo do percurso na via, até a sua saída da rede, de modo a atingir o objetivo de desenvolver um indicador associado à impedância / comportamento operacional dos veículos na via. As condições típicas de tráfego extraídas do sistema de monitoramento por satélite do Google Maps tornam disponível duas alternativas de abordagem on line usando as velocidades coletadas em tempo real através de dispositivos com tecnologias GPS, embarcados nos celulares e nos veículos, cujos valores são estratificados estatisticamente por dia da semana e por hora do dia. Usualmente, seleciona-se um dia como o típico para avaliação desses indicadores.

A primeira das abordagens oferecida pelo software é a de associar a velocidade observada, e tratada estatisticamente para expressar a média para determinado dia e hora daquele trecho, classificadas por cores, a níveis de serviço operacionais. No Google Maps são criadas categorias, cada uma delas expressada no mapa por uma cor específica, que podem ser consideradas como uma representação, uma proxy, dos níveis de serviço do HCM – Highway Capacity Manual, manual mundialmente conhecido e amplamente empregado por órgãos públicos e empresas de consultoria de tráfego, para determinação dos níveis de serviço operacionais em vias.

Fazendo-se uso destas similaridades, associaram-se as categorias do Google Maps aos níveis de serviço do HCM e, daí, foram retirados os atrasos respectivos.

As edições do ano 2010 e de 2016 do HCM introduziram metodologias para o cálculo da capacidade e nível de serviço nas áreas urbanas. O conceito de nível de serviço está relacionado com medidas qualitativas e quantitativas específicas das condições operacionais dentro de uma corrente de tráfego e à sua percepção pelos motoristas e passageiros. Essas medidas são função de fatores como a velocidade, o atraso e o tempo de viagem, a liberdade de manobras, as interrupções no tráfego, o conforto e a conveniência.

No caso em foco, interseções com semáforos, a medida de performance que vai caracterizar o nível de serviço é o atraso dos veículos. Esse atraso resulta em desconforto e frustração por parte do motorista, aumento do consumo de combustível, maior emissão de poluentes e,

claro, do tempo de viagem. São seis os Níveis de Serviço registrados pelo HCM, de A a F, onde A representa a melhor condição do trecho e F a pior.

- Nível de Serviço A: descreve operações de fluxo livre, sem nenhuma restrição de velocidade. Veículos não têm obstáculos impedindo seu tráfego, e os acidentes ou imprevistos são facilmente dissipados. Descreve operações onde o atraso está próximo a 10 segundos por veículo.
- Nível de Serviço B: representa um razoável fluxo com raras restrições, sendo mantida a velocidade de fluxo livre. O conforto físico e psicológico fornecido aos motoristas é alto, assim como os acidentes e os pequenos imprevistos são facilmente dissipados. Está normalmente associado a ciclos curtos e boas bandas de progressão dos pelotões. Atrasos entre 10 segundos e 20 segundos por veículo caracterizam este nível de serviço.
- Nível de Serviço C: proporciona uma velocidade mais restrita em relação aos níveis anteriores. A liberdade de manobra é mais limitada e a mudança de faixa requer maior atenção. Pequenos acidentes podem ser dissipados, mas a deterioração do serviço será substancial, podendo ocorrer formação de filas. São esperados atrasos maiores, entre 20 segundos e 35 segundos por veículo, verificando-se também a ocorrência de ciclos que não conseguem atender a demanda.
- Nível de Serviço D: nível em que há restrições de velocidade e a densidade pode aumentar rapidamente. A liberdade de manobra se torna notadamente limitada e o conforto físico e psicológico dos motoristas é reduzido. Pequenos acidentes podem formar filas, devido ao pequeno espaço que o fluxo de tráfego possui para se dissipar. Normalmente estão associados a atrasos por veículos na faixa entre 35 segundos e 55 segundos, e a influência do congestionamento é mais notada.
- Nível de Serviço E: nível de densidade em que se atinge a capacidade máxima do trecho ou interseção, mas com restrições permanentes de velocidades. Qualquer interrupção do fluxo, tais como veículos entrando na via provindos de um acesso local ou até mesmo mudança de faixas, podem interferir no tráfego, gerando uma perturbação que se propaga ao longo da via. Quando o fluxo está próximo da capacidade, o menor dos imprevistos ou qualquer incidente pode produzir congestionamentos. Manobras são extremamente limitadas e o nível de conforto físico e psicológico proporcionado aos

Metrics

MOBILIDADE

motoristas é baixo. Os atrasos por veículo ultrapassam os 55 segundos indo até 80 segundos por veículo, indicando ciclos longos e baixas bandas de progressão para os pelotões de veículos.

- **Nível de Serviço F:** Nesse nível ocorre a interrupção do tráfego e filas se formam em locais precedentes ao ponto de interrupção, pois a demanda normalmente excede a oferta. Os atrasos por veículo ultrapassam os 80 segundos. Não necessariamente este nível de serviço indica que o volume veículos excede a capacidade do trecho, e a baixa performance ser decorrente de outros problemas operacionais tais como a inadequação de ciclos, falta de sincronismo etc.

Na tabela seguinte é possível identificar as cores que o Google usa para diferenciar os níveis de serviço descritos anteriormente e o tempo de atraso em cada nível.

Classificação por Nível de Serviço HCM	Arteriais Urbanas e Suburbanas		
	Interseções	Velocidade	v/c
	atraso (s)	v=%v _f até	aprox. até
NS / Cores			
A	10	90%	0,41
B	20	70%	0,46
C	35	50%	0,60
D	55	40%	0,85
E	80	33%	1,00
F	>80	25%	<1,00

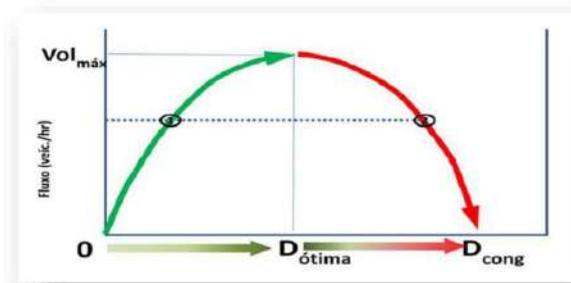
Analisando de modo inicial esses dados podem-se verificar trechos problemáticos em vários locais da rede. Entretanto, deve-se ficar atento para soluções que tendem a ampliar demasiadamente a capacidade de trechos iniciais, pois, em função da pouca capacidade do sistema de interseções semaforizadas de outros pontos da rede podemos gerar problemas não previstos. O que nos indica que, para reduzir os prejuízos decorrentes do congestionamento, devemos ter cuidados especiais para não simplesmente tirar os veículos de determinado trecho com baixa velocidade e, de imediato, levá-los para uma área seguinte onde os atrasos deixam de ser apenas deles e são amplificados para toda a rede. Além de aumentar o prejuízo geral, faríamos o próprio atraso dos motoristas anteriormente presos no trecho crescer exponencialmente.

Metrics

MOBILIDADE

E esta informação é de extrema importância para a lógica de desenvolvimento do projeto: respeitar os pontos de maior restrição de capacidade, que tenham problemas estruturais que impeçam a sua otimização, como elementos limitadores das soluções propostas.

O gráfico a seguir ilustra claramente a possibilidade de, em um determinado trecho, ao se exceder a capacidade operacional, passar-se a trabalhar em um regime de congestionamento que leva a um subaproveitamento da oferta disponível.



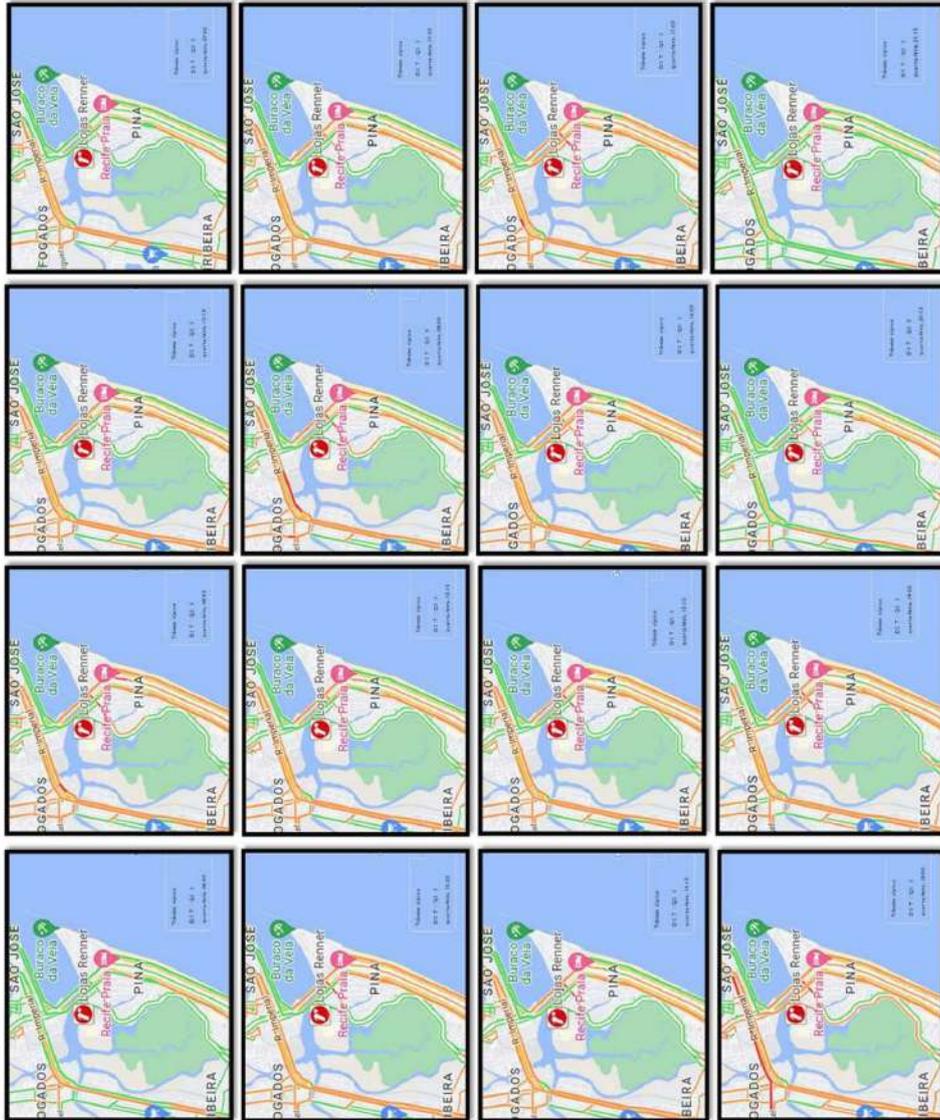
Esta relação entre fluxo e densidade deve ser um direcionador para as decisões de projeto, configurando um elemento chave para as decisões na engenharia de tráfego. Para esta análise vemos a importância de situar o início dos problemas, identificar esses trechos críticos, para que não se trabalhe a partir de informações decorrentes das consequências do fenômeno, o congestionamento instalado, e sim sobre as suas causas.

Deste modo devemos dar a devida relevância às informações obtidas em tempo real por esses aplicativos do tipo do Google Maps, que capturam o desenrolar dinâmico das relações entre a oferta viária e o fluxo da demanda de veículos.

O registro de toda a região, hora a hora, não é o mais adequado devido às questões de escala. Entretanto, permite observar que a Via Mangue ainda não exerce todo o seu potencial de atendimento de tráfego, deixando parte do serviço pesado para o conjunto de avenidas Boa Viagem / Conselheiro Aguiar / Domingos Ferreira, basicamente em função de problemas que enfrenta nos seus dois extremos, ao Sul em sua integração com as avenidas Fernando Simões e D. João VI, e, ao Norte, com a sua interface com a Av. Antônio de Góes. Em ambos os casos esses problemas são maximizados devido aos Shoppings (Recife, no Sul, e RioMar, no Norte) e suas operações, com mais intensidade nos picos do almoço e da tarde.

Metrics

MOBILIDADE 



Avaliação operacional – dados de velocidade obtidos on-line

A segunda abordagem, com o objetivo de registrar a dinâmica operacional dos fluxos de veículos ao longo do tempo e do espaço, também tem sua origem nos dados do Google Maps, e é decorrente de uma pesquisa de velocidade onde se obtém as informações para cada um dos segmentos das vias estudadas. Aqui continuamos a investigar as origens dos problemas e a extensão dos seus impactos, possibilitando entender o comportamento do tráfego através da observação de cenas sequenciais de um filme, ultrapassando o que se consegue obter nos flagrantes decorrentes da abordagem anterior.

Para esta pesquisa de velocidade utilizou-se a API do Google Maps Platform, a qual disponibiliza dados de sistema de monitoramento de tráfego por satélite, permitindo o cálculo das velocidades operacionais no sistema viário.

Esses valores também são obtidos continuamente a partir de registros de equipamentos GPS e smartphones e tratados estatisticamente, gerando séries temporais (mínima, média e máxima) para cada trecho, horário e dia de semana. Levantou-se, então, para cada interseção semaforizada, em cada acesso, a velocidade operacional do trecho em todos os planos do dia.

Para isso, o primeiro passo foi determinar os segmentos a serem medidos, a partir de ferramenta SIG (Sistema de Informação Geográfica), limitados por dois pontos de coordenadas geográficas (a localização da faixa de retenção da fase do semáforo e a do cruzamento anterior), normalmente selecionados por sinalizarem alguma característica importante na via ou outro aspecto qualquer que modifica o comportamento do fluxo de veículos.

Em seguida, utilizando o recurso da plataforma denominado Distance Matrix, que fornece tempos de deslocamento e distâncias para um ou mais locais, foram coletados os dados de tempo de viagem.

O modo de viagem escolhido foi o driving, que corresponde ao tráfego geral (automóveis e motocicletas) e as coletas abordaram os modelos de tráfego de melhor estimativa (best guess), considerando as condições históricas de tráfego.

Agora sob esta perspectiva mais quantitativa, coletamos essas velocidades e introduzimos tanto na microssimulação quanto na programação dos semáforos das interseções. Nas tabelas que seguem temos a identificação da interseção e de seu acesso (com a extensão do trecho percorrido), relacionado com os dados de velocidade dispostos em linha, com início às 4:00h

da manhã - correspondendo a uma proxy de fluxo livre no tráfego urbano -, e finalização às 22:00h (nas figuras da programação dos semáforos fica fácil a identificação do acesso de cada uma das interseções). Além de dar uma escala de cor para cada acesso (linha da tabela), indo do verde para a situação de mais alta velocidade para o vermelho (velocidade mais baixa), separamos o dia em períodos que correspondem aos padrões urbanos de movimentação.

Assim temos o “fluxo livre” que cobre o período 04:00 às 05:00h; a Alvorada com início às 05:00 e fechando às 06:00h; Pico da Manhã de 06:00 às 09:30h; Fora do PM de 09:00 às 11:00h; Ida para o Almoço de 11:00 às 13:30h; Volta do Almoço de 13:00 às 14:30h; Fora de PT com início às 14:00 e final às 16:00h; Pico da Tarde de 16:00 às 20:00h; Noite de 20:00 às 22:00h e Madrugada de 22:00 às 23:00h.

Em cada um desses períodos é estabelecido um determinado padrão da matriz de viagens da cidade que, muitas vezes, pode ser também observado na programação da frota de ônibus urbanos que são empenhados para atender aos passageiros. Embora o conjunto de viagens realizadas nos diferentes modos de transporte tenham as suas especificidades, diferenciando-as em vários aspectos socioeconômicos, elas ocorrem para atender a uma demanda motivada pelo ritmo dinâmico das atividades urbanas.

A coleta de dados de velocidade realizada no Google tem como objetivo capturar o padrão operacional desenvolvido pelos veículos, em cada um dos trechos da rede e em cada momento do dia. O confronto entre as demandas de viagens e a respostas da oferta, as velocidades registradas na infraestrutura viária, permite que o analista tenha uma abordagem mais consistente do funcionamento da máquina urbana.

A partir de uma mesma oferta e capacidade viária, o aumento do número de veículos leva à redução da velocidade do trecho. Obviamente essa constatação pode ser lida no outro sentido: quanto maior a velocidade, menor o fluxo de veículos. Claro que nas interseções semaforizadas a programação vai adaptando o tempo de verde ao perfil da demanda, portanto mudando a oferta, procurando mitigar os congestionamentos decorrentes das grandes variações, e picos, do número de veículos por período no dia.

A conjugação das tabelas de velocidades mostradas à frente com as programações dos semáforos de cada uma das interseções da rede simulada permite então leituras que não estão disponíveis em outras abordagens.

Metrics

MOBILIDADE

Interseção	Velocidade média (km/h)																								Dia			
	F.M.						P.M.						P.V.						P.T.						NDI			
	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00	20:00	21:00	22:00	23:00	24:00		
Semáforo	F.L.	ALV																										
5103	T.1	237	34	29	24	21	15	11	10	11	11	11	13	22	21	20	21	19	11	13	16	15	13	14	11	15	25	24
5103	T.1	237	38	32	29	23	16	13	12	12	13	13	16	19	23	20	21	20	16	13	18	16	14	15	12	16	31	29
5103	T.2	288	36	36	31	16	12	10	10	10	11	11	16	19	21	19	17	15	10	11	14	12	10	10	9	10	23	28
5103	U.1	262	36	30	25	21	15	12	11	11	12	11	13	22	21	21	21	20	12	14	17	15	13	14	11	15	25	25
5104	T.1	280	40	39	35	30	27	22	19	16	18	18	26	33	32	32	32	33	30	31	31	30	31	32	31	32	34	32
5104	U.2	281	22	18	15	15	14	14	13	13	13	13	14	14	14	14	14	15	14	14	15	15	14	13	13	14	15	16
5109	T.1	188	46	46	43	39	33	29	25	24	23	23	37	37	37	37	37	38	37	37	37	37	32	33	35	35	34	37
5113	T.1	314	43	38	38	39	36	31	24	15	15	15	32	33	32	31	31	31	33	31	32	33	32	31	34	35	33	38
5117	U.1	466	44	41	36	35	33	32	31	31	31	31	29	31	29	31	31	30	31	30	29	27	24	24	26	30	34	38
5138	T.1	251	39	30	30	25	22	16	11	9	10	19	25	27	25	26	25	25	25	25	25	26	24	24	23	25	27	29
5138	U.2	232	36	30	27	25	24	23	22	20	21	21	23	22	22	22	24	23	22	22	22	23	21	15	18	23	24	26
5276	T.1	278	35	32	26	24	20	14	11	9	11	21	25	26	26	26	26	26	24	25	26	26	26	24	23	24	26	25
5276	T.1	284	31	28	24	21	19	12	9	9	11	18	21	21	21	22	22	21	21	22	21	20	20	17	21	23	24	24
5276	T.2	143	26	23	20	19	17	11	9	8	9	14	18	18	19	19	18	18	18	20	20	18	18	15	18	19	21	21
5277	T.1	278	33	31	26	23	18	10	9	7	10	15	24	24	24	24	24	24	23	19	20	23	23	19	21	13	18	26
5277	T.1	276	33	27	24	21	16	10	7	7	9	15	23	22	23	23	23	22	20	18	20	18	17	18	13	17	24	26
5338	T.1	83	50	37	33	25	19	11	10	10	10	11	14	30	30	30	30	27	18	18	25	23	16	21	13	18	33	33
5338	T.1	87	45	31	28	26	18	12	10	10	10	12	18	26	31	26	28	26	22	17	21	21	16	18	13	18	31	31
5338	T.2	279	18	17	16	15	14	13	13	13	13	13	13	12	13	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12	13	14	15
5637	U.1	73	44	33	26	23	29	26	23	26	29	29	26	26	26	26	26	26	26	26	24	22	20	19	22	26	29	33
5638	U.1	82	25	27	21	17	15	14	14	13	13	13	16	16	16	16	16	16	15	14	13	13	13	13	13	13	17	18
5638	T.2	143	18	16	16	15	14	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	17	16	16	18	15	14	15	16
5639	T.1	116	38	42	42	22	16	13	13	13	14	23	23	23	23	22	21	18	13	13	16	14	12	13	11	12	28	30
5660	U.1	791	51	47	44	43	41	40	40	40	41	41	42	41	41	41	41	41	41	41	39	36	25	25	34	41	44	47

O Empreendimento

Caracterização

O complexo imobiliário será composto por duas torres, cada uma com trinta e cinco pavimentos. Além de seu uso residencial, as torres também abrigarão salas corporativas e lojas. O empreendimento residencial é composto por 185 apartamentos e 3 duplex, com uma área privativa total de 27.346,08 m².

A área não habitacional terá 4.008,49 m² de área privativa, dividida entre 23 lojas e 30 salas comerciais. Para atender às necessidades de estacionamento, o complexo disponibilizará 467 vagas para uso residencial e 116 vagas para uso não habitacional.

Os acessos ao empreendimento, conforme ilustrado na imagem a seguir, serão:

- Entrada e saída de veículos do residencial pela rua Manoel Coriolano;
- Entrada de veículos do comercial e do corporativo pela avenida Conselheiro Aguiar, e
- Saída de veículos do comercial e do corporativo pela avenida Antônio de Góes
- Entrada de saída de caminhões para operações de carga e descarga pela avenida Antônio de Góes

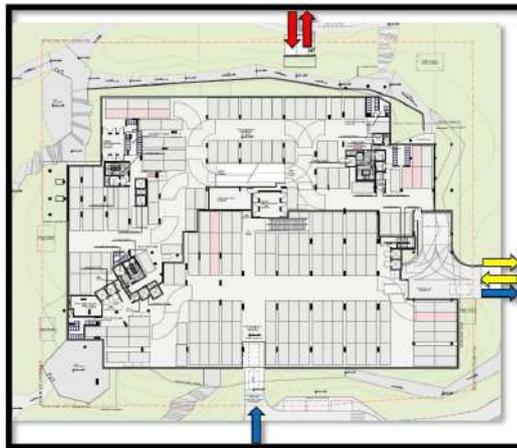


Figura 3: Acessos ao empreendimento. Veículos do residencial em vermelho, comercial/corporativo em azul e carga/descarga em amarelo

Metrics

MOBILIDADE

Sistema Viário e Circulação

Na área de influência direta do empreendimento, as avenidas Boa Viagem / Antônio de Góes (sentido Sul – Norte), Herculano Bandeira / Domingos Ferreira (sentido Norte - Sul), configuram a continuidade da 1ª Perimetral Metropolitana, de importância estratégica para a mobilidade de toda a região. Esse conjunto também é essencial para o fluxo de veículos que saem de Boa Viagem/Pina e se dirigem ao Centro da Cidade, com a Av. Herculano Bandeira/Domingos Ferreira fazendo a conexão no sentido contrário (Centro > Boa Viagem).

No entorno imediato do empreendimento a Av. Antônio de Góes apresenta duas pistas com três faixas em cada pista e estacionamento proibido em todo o trecho. O sistema de transporte coletivo opera com uma faixa exclusiva na pista Norte da Av. Antônio de Góes.



Figura 4: Av. Antônio de Góes

A Av. Conselheiro Aguiar apresenta quatro faixas de circulação, sendo que a faixa da direita é exclusiva para ônibus. O estacionamento é proibido na área.



Figura 5: Av. Conselheiro Aguiar

A av. Herculano Bandeira tem 5 faixas de circulação, sendo que a faixa da direita é exclusiva para ônibus. O estacionamento também é proibido na área.



Figura 6: Av. Herculano Bandeira – trecho 1

Após a interseção com a av. Engenheiro Domingos Ferreira a via fica com uma faixa por sentido e estacionamento permitido no sentido centro-bairro até a interseção com a av. Conselheiro Aguiar.

Metrics

MOBILIDADE



Figura 7: Av. Herculano Bandeira – trecho 2

Após esse cruzamento ela passa a ter características de via local com pavimento em paralelepípedo, uma faixa de circulação no sentido centro-bairro e áreas permitidas de estacionamento no primeiro quarteirão do lado esquerdo da via, a 45º e no segundo do lado direito da via.



Figura 8: Av. Herculano Bandeira – trecho 3

Condições de Acesso para o Transporte Público de Passageiros

O empreendimento situa-se em uma região privilegiada em relação aos serviços proporcionados pelo Sistema de Transporte Público de Passageiros – STPP.



Figura 9: Linhas de transporte público no entorno do empreendimento

O sistema de transporte coletivo tem as avenidas Herculano Bandeira / Domingos Ferreira (Norte–Sul) e Conselheiro Aguiar / Antônio de Góes (Sul Norte) como eixos estruturais - ambas com faixas exclusivas para os ônibus.

A estrutura do sistema é, basicamente, apoiada no binário Domingos Ferreira / Conselheiro Aguiar, ambas com faixas exclusivas para garantir a prioridade do fluxo de ônibus. O número de ônibus por hora chega a ultrapassar 250 ônibus no pico da manhã e 150 ônibus no pico da tarde.

Nesse contexto, temos de realçar a atuação da Av. Boa Viagem que ao receber o fluxo metropolitano Sul-Norte de automóveis permite um atendimento mais dedicado ao ônibus que ocorre na Av. Conselheiro Aguiar.

Nas figuras que seguem capturamos o carregamento (ônibus por hora) nas principais vias da região atendidas pelo transporte coletivo, tanto no Picos da Manhã quanto no da Tarde, de modo a possibilitar uma visualização da intensidade do atendimento que o sistema dá ao Pina.

Metrics

MOBILIDADE



A implantação do empreendimento no local desejado não exige o remanejamento de linhas existentes ou criação de linhas de ônibus, alterações de itinerários, nem operações que justifiquem a alteração da geometria de vias para fins de atendimento ao transporte coletivo.

Infraestrutura Ciclovitária

Na imagem a seguir, é possível identificar as áreas que receberam implementações direcionadas aos ciclistas, como ciclofaixas, ciclovias e ciclorrotas, nas proximidades da área em estudo. Nota-se que não há nenhuma infraestrutura destinada aos ciclistas na área de influência direta do empreendimento. No entanto, é possível observar que há atendimento a esse grupo de usuários nas proximidades, sobretudo ao longo da via Mangue e no entorno do shopping RioMar.

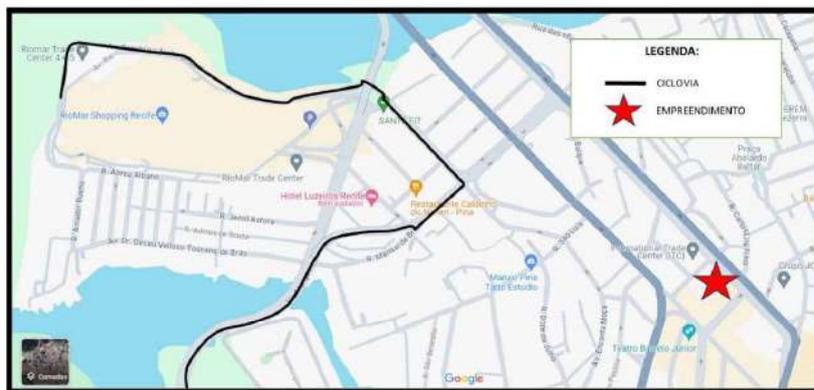


Figura 10: Ciclovias no entorno do empreendimento.

Dentro do planejamento da CTU estão previstas ciclofaixas, a princípio junto ao canteiro central, ao longo de toda a Av. Antônio de Góes.

Geração de Viagens

Conforme mencionado anteriormente, o empreendimento será um complexo imobiliário composto por duas torres de 35 pavimentos cada, totalizando 188 unidades residenciais. O uso não habitacional será dividido em duas categorias: corporativo, que inclui as salas comerciais, e comercial, que abrange as lojas. A área privativa foi estimada com base no percentual da primeira revisão do projeto.

Residencial

Para estimar o número de viagens diárias geradas pelo uso residencial do empreendimento, levamos em consideração o número total de apartamentos, a taxa média de ocupação média por apartamento e a taxa média de mobilidade por habitante. O empreendimento contará com 188 unidades habitacionais. A seguir, apresentamos a fórmula e os cálculos utilizados para essa estimativa:

$$V = (NA \times Ocup \times TM) \times FHP \text{ (viagens atraídas na hora pico)}$$

Onde:

NA = número de apartamentos

Ocup = taxa média de ocupação (habitante/apartamento)

TM = taxa média de mobilidade (viagens/habitante/dia)

FHP = Fator Hora Pico

Empreendimentos residenciais possuem picos de movimentação de entrada e saída bem definidos, concatenados com as atividades (profissionais, educacionais etc.) dos moradores. Como estabelecido na maioria das metodologias, considerou-se que a produção de viagens na hora pico da manhã correspondente a 40% do total diário, que também foi adotado como a proporção da atração de viagens na hora pico da tarde.

Considerando as dimensões dos apartamentos previamente mencionados, foi estabelecida uma taxa média de ocupação por domicílio de 3 habitantes por domicílio (*Ocup.*), com o intuito de assegurar uma estimativa segura da população do empreendimento.

Foi calculada a população multiplicando-se o número de apartamentos pela sua taxa média de ocupação:

- 188 domicílios x 3 hab./domicílio = 564 habitantes.

Para a definição da taxa média de mobilidade (TM) residencial adotou-se o índice observado pela ANTP, em 2018 publicado em 2020, para cidades brasileiras com mais de um milhão de habitantes:

$$TM = 1,92 \text{ viagens / hab./ dia}$$

A partir desses valores, calculou-se o número de viagens produzidas pelas unidades residenciais no pico da manhã e atraídas no pico da tarde.

$$V = (564 * 1,92) * 40\% = 433 \text{ viagens /hora pico}$$

VIAGENS GERADAS NO HORÁRIO DE PICO			
Pico Manhã		Pico Tarde	
Atraídos	Produzidos	Atraídos	Produzidos
108	433	433	108

Uso Comercial

O empreendimento conta com 23 lojas abrangendo aproximadamente 2.646,47 m² de área privativa.

O Boletim Técnico nº 32 da CET (1983) divide as lojas em dois conjuntos: o primeiro engloba lojas de departamento e grandes magazines, enquanto no segundo estão as lojas especializadas. Em função das características das lojas do empreendimento, foi considerada a formulação dada para o cálculo de viagens no pico para lojas especializadas, a saber:

$$V = 1,79 \text{ NFC} - 18,85$$

Onde:

V = estimativa do número médio de viagens atraídas na hora pico

NFC = número de funcionários da área comercial

A CET/SP, neste caso, utiliza como variável dependente do modelo de geração de viagens o número de funcionários da área comercial (NFC).

Entretanto, para se estimar o número de funcionários das lojas especializadas, volta-se para a variável que apresentou maior correlação com a equipe de empregados, que é a área construída (AC) dos estabelecimentos, onde:

$$NFC = AC/66,56 \text{ (média);}$$

NFC = AC/140,74 (maior valor);

NFC = AC/20,00 (menor valor);

Trabalhando em favor da segurança foi considerado o maior número de funcionários:

NFC = 2.646,47,8 m²/20 = 132 funcionários

V = 1,79 * 132 - 18,85 = 218 viagens/hora pico

VIAGENS GERADAS NO HORÁRIO DE PICO			
Pico Manhã		Pico Tarde	
Atraídos	Produzidos	Atraídos	Produzidos
218	0	0	218

Empresarial

O empreendimento abrigará 30 salas comerciais, totalizando uma área privativa de 1.362,03 m².

Para os empreendimentos destinados às salas de escritórios, foi adotada a metodologia descrita no Boletim Técnico nº 36 da CET (Companhia de Engenharia de Tráfego) de 2000. Para o cálculo da população fixa em edifícios de escritórios são considerados funcionários e proprietários, normalmente não são consideradas as viagens decorrentes de população flutuante para esse tipo de ocupação. No caso de uma área construída computável menor que 10.800 m² o modelo utilizado é o seguinte:

$$V = Ac/16 \rightarrow V = \frac{1.362,03}{16} = 85 \text{ viagens/dia}$$

Onde:

V = viagens por dia – população fixa

Ac = área construída computável em metros quadrados

Deste total de 85 viagens atraídas por dia, conforme publicações da TRB (NCHRP 187), estima-se que aproximadamente 20,7% vão ocorrer na hora de pico do escritório, ou seja, são esperadas 18 viagens atraídas no pico da manhã, e 18 produzidas no pico da tarde.

Metrics

MOBILIDADE 

VIAGENS GERADAS NO HORÁRIO DE PICO			
Pico Manhã		Pico Tarde	
Atraídos	Produzidos	Atraídos	Produzidos
18	0	0	18

Composição do Tráfego (Divisão Modal)

Os números calculados anteriormente se referem às viagens, devendo-se ainda, portanto, estabelecer a participação dos diversos modos (autos, ônibus etc.) no atendimento desta demanda. Para determinação do volume de automóveis decorrente das viagens geradas pelo Empreendimento, foi adotado o seguinte fator de ocupação:

- Taxa de ocupação do automóvel: 1,5 passageiros por veículo

Levou-se em consideração a divisão modal proposta pela CET/SP (2000) para áreas de alta acessibilidade, uma vez que o empreendimento é servido por inúmeras linhas de ônibus:

MÉDIA DIVISÃO MODAL DE VIAGENS %			
Nível Acessibilidade	Auto	Coletivo	Outros
Alta e Média	28	66	6
Baixa	61	36	3

Por simplificação, o percentual relativo ao modo “Outros”, que diz respeito à carona, táxi e a pé, foi adicionado ao percentual de automóveis, totalizando a taxa de **34% para modo individual e 66% para modo coletivo**.

Com base nesses percentuais, calculou-se o número de viagens adicionais produzidas e atraídas pelo empreendimento nos picos da manhã e da tarde, por automóveis, conforme apresentado na tabela a seguir:

VIAGENS DE AUTOMÓVEIS NO HP				
Uso	Pico Manhã		Pico Tarde	
	Atraídos	Produzidos	Atraídos	Produzidos
Residencial	25	98	98	25
Comercial	49	0	0	49
Empresarial	4	0	0	4
Total	78	98	98	78

Alocação do Tráfego Gerado pelo Empreendimento

Com base nos modelos padrões de geração de tráfego, prevê-se que o empreendimento venha a atrair e produzir um fluxo de 176 veículos em cada pico (PM – chegam 78 veículos e saem 98 veículos || PT – chegam 98 veículos e saem 78 veículos).

Importante destacar que esse cálculo se baseia em critérios de segurança e conformidade com as diretrizes estabelecidas pelas autoridades públicas, conforme mencionado anteriormente. Estamos, inclusive, deixando de considerar as viagens que ocorrem atualmente no mesmo local (estacionamento aberto ao público com aproximadamente 100 vagas e o estacionamento privado da Federal Energia algo próximo a 40 vagas) que entrariam aqui como redutor de volume de veículos.

O possível impacto do número de veículos calculados pela metodologia sobre o tráfego do entorno, em vias que desempenham o papel de arteriais metropolitanas, será ínfimo, quase inexistente.

Ao se distribuir esse conjunto de veículos pelas diversas rotas de chegada / saída, a possibilidade de impacto é ainda menor, mostrando que as viagens geradas pelo empreendimento ficam diluídas no dia a dia da Cidade.

Como não há impacto, conforme estamos antecipando aqui e verificaremos no estudo de tráfego / microssimulação, não tem por que haver mitigação. Entretanto, vemos a oportunidade, independente da questão de ausência de impacto, de trabalhar para melhorar as condições de fluidez e segurança para a área do entorno.

Podemos, e propomos uma intervenção desse tipo, minorar o isolamento imposto pela circulação viária na “península” Brasília Teimosa, em que a rua José Mariano Filho atua como seu istmo com o Pina (no semáforo com a Av. Antônio de Góes), única via que permite aos moradores terem acesso à pista Sul da Av. Antônio de Góes e daí seguir em direção à Boa Viagem.

Como ação complementar criar as condições para que o pedestre tenha um local de travessia semaforizada para transpor a Av. Antônio de Góes.

A seguir apresentamos as porcentagens adotadas para a distribuição das viagens produzidas e atraídas pelo empreendimento.

Metrics

MOBILIDADE |||||

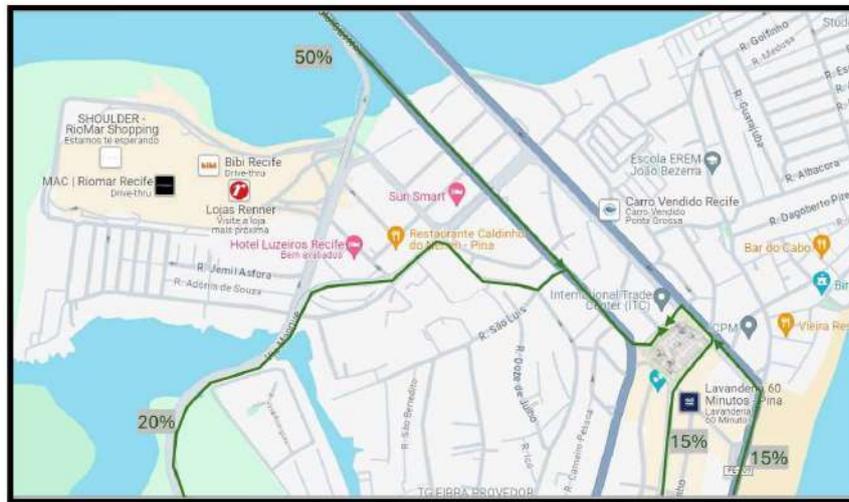


Figura 11: Fluxo de chegada ao residencial.



Figura 12: Fluxo de saída do residencial

Metrics

MOBILIDADE

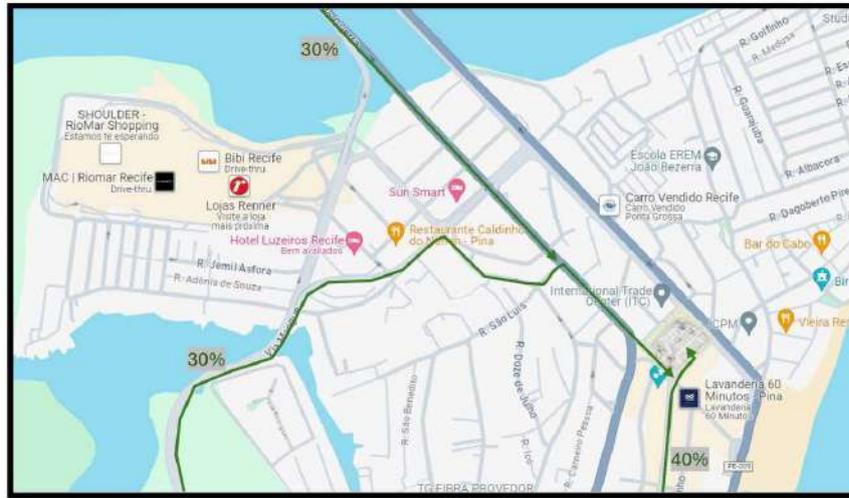


Figura 13: Fluxo de chegada ao comercial/corporativo



Figura 14: Fluxo de saída da comercial/corporativo

Macrossimulação

O primeiro passo do processo de modelagem consistiu em simular o comportamento agregado do tráfego na cidade, utilizando ferramentas típicas de macrossimulação. Para isso, partimos de uma rede que representa as características físico-operacionais da malha viária da RMR. Em seguida, definimos uma nova rede que segue a delimitação da OPEI, determinando a área de influência direta do empreendimento. Esta rede possui atributos como sentido de circulação, velocidade regulamentar, número de faixas e capacidade de tráfego, possibilitando a reprodução fiel do plano de circulação do sistema viário.

A rede foi carregada, então, com uma Matriz O/D, estimada das pesquisas de tráfego disponíveis no local. Essa matriz busca representar os desejos de deslocamentos da população ao longo de um dia útil típico. A determinação do caminho mínimo entre os centroides, nós da rede que representam os pontos de onde se originam ou se destinam as viagens de cada Zona de Tráfego, baseou-se na minimização do tempo de percurso entre os pares OD

O processo de alocação adotou o método de equilíbrio do usuário. O tempo inicial de deslocamento foi calculado a partir da razão entre a extensão do segmento e a velocidade regulamentar da via. À medida que o volume alocado no link se aproxima de sua capacidade, o tempo de percurso aumenta, assim como ocorre em uma via congestionada. Com isso, rotas alternativas tornam-se mais atrativas e passam a ser utilizadas por parte do fluxo. Dessa forma, o software procura reproduzir o equilíbrio observado em um sistema real.

A macrossimulação permitiu identificar as rotas utilizadas pelos deslocamentos de longa distância e, conseqüentemente, o carregamento dos segmentos viários na área de influência do empreendimento. Em seguida, delimitou-se uma subárea para a qual foi identificada a matriz de origem e destino local, ou seja, a distribuição das viagens na área de influência direta do novo empreendimento. Como resultado dessa etapa, obteve-se a matriz semente utilizada na simulação microscópica.

Microsimulação

Empregando como base os resultados das alocações de tráfego advindas do modelo macroscópico, partiu-se, então, para a abordagem microscópica. Desta vez, os veículos foram simulados considerando o comportamento individual do condutor e os diferentes tipos de veículos com suas particularidades, como velocidade e capacidade de aceleração, que interferem no desempenho global do tráfego. Apesar de ambas as simulações, macro e micro, compartilharem a mesma rede no software Aimsun Next, a modelagem microscópica requer, obviamente, informações muito mais detalhadas sobre o sistema viário a ser estudado.

Assim sendo, na área de influência direta do empreendimento foram levantadas as características geométricas das vias, sinalização horizontal e vertical, programação semafórica, linhas de transporte coletivo (itinerário, frequência e localização dos pontos de embarque e desembarque), pontos de carga e descarga, restrições de parada e estacionamento, hierarquização viária, entre outras.

Partiu-se, então, para um ajuste fino da matriz OD da área de estudo com base nos volumes observados nas contagens. Para isso, empregou-se ferramenta específica do *Aimsun Next*, que se baseia no método matemático “Filtro de Kalman”, a qual altera e simula os valores das células da matriz O/D de forma iterativa a fim de que os volumes observados nas simulações se aproximem ao máximo dos pesquisados, respeitando as informações de congestionamento, também repassadas ao *software*.

Ajustados 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, dentro das limitações de pontos de pesquisa existentes. Esse processo teve por objetivo a calibração do sistema.

A calibração consiste em um processo 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 microsimulação 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,

Metrics

MOBILIDADE

devem-se realizar os ajustes necessários nos parâmetros do modelo até que os resultados deste sejam aceitáveis.

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.

A primeira análise, qualitativa, tomou como referência as condições de tráfego típicas extraídas do sistema de monitoramento por satélite do Google Maps. Estes dados provêm das velocidades coletadas em tempo real através de dispositivos com tecnologias GPS. Os valores são estratificados por dia da semana e por período do dia.

As figuras a seguir apresentam dois flagrantes dos mapas das velocidades nos períodos de pico da manhã e da tarde. A cor verde indica velocidades iguais ou próximas das velocidades em fluxo livre, enquanto a vermelha escura indica trechos com lentidão. Por meio da relação entre velocidade e densidade, pode-se inferir que estes trechos apresentam elevado grau de saturação nos períodos de pico.

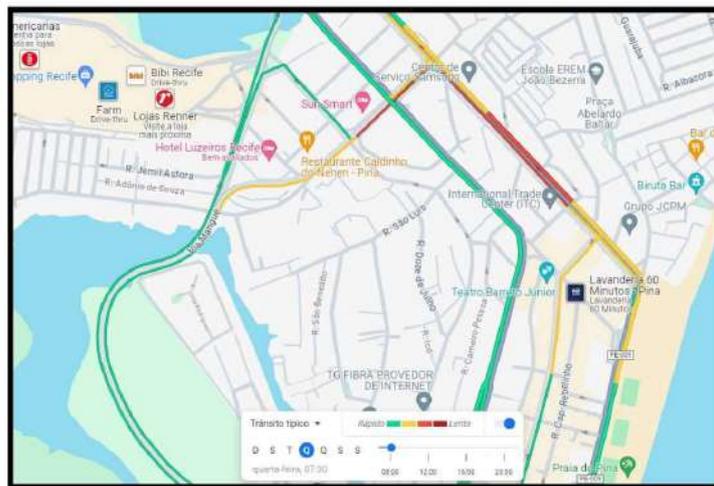


Figura 16: Mapa de velocidade no pico da manhã.

Metrics

MOBILIDADE

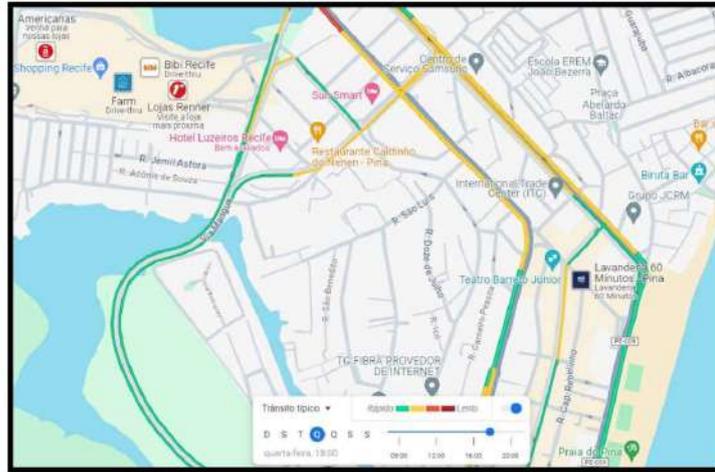


Figura 17: Mapa de velocidade no pico da tarde.

Resultados

Com o objetivo de identificar os impactos gerados no entorno do empreendimento, foram simulados os seguintes cenários:

- atual
- com as viagens geradas pela implantação do empreendimento.

Níveis de Serviço

As edições do ano 2000 e de 2010 do HCM introduziram metodologias para o cálculo da capacidade e nível de serviço nas áreas urbanas. O conceito de nível de serviço está relacionado com medidas qualitativas que caracterizam as condições operacionais dentro de uma corrente de tráfego e a sua percepção pelos motoristas e passageiros. Essa medida qualitativa está relacionada com fatores como a velocidade, o atraso e o tempo de viagem, a liberdade de manobras, as interrupções no tráfego, o conforto e a conveniência.

São seis os Níveis de Serviço registrados pelo HCM, classificados de A a F, onde A representa a melhor condição do trecho e F a pior.

- Nível de Serviço A: descreve operações de fluxo livre, sem nenhuma restrição de velocidade. Veículos não têm obstáculos que impedem seu tráfego, e os acidentes ou imprevistos são facilmente dissipados.
- Nível de Serviço B: representa um razoável fluxo livre, sendo a velocidade de fluxo livre mantida e as restrições de tráfego são raras. O conforto físico e psicológico fornecido aos motoristas é alto, assim como acidentes e pequenos imprevistos são facilmente dissipados.
- Nível de Serviço C: proporciona uma velocidade mais restrita em relação aos níveis A e B. A liberdade de manobra é mais limitada e a mudança de faixa requer maior atenção. Pequenos acidentes podem ser dissipados, mas a deterioração do serviço será substancial, podendo ocorrer formação de filas.
- Nível de Serviço D: nível em que há restrições de velocidade e a densidade pode aumentar rapidamente. A liberdade de manobra se torna notadamente limitada e o conforto físico e psicológico dos motoristas é reduzido. Pequenos acidentes podem formar filas, devido ao pequeno espaço que o fluxo de tráfego possui para se dissipar.

Metrics

MOBILIDADE

- Nível de Serviço E: maior nível de densidade atingindo a capacidade máxima do trecho ou interseção, embora com restrições de velocidades permanentes. Qualquer interrupção do fluxo, tais como veículos entrando na via provindos de um acesso local ou até mesmo mudança de faixas, podem interferir no tráfego, gerando uma perturbação que se propaga ao longo da via. Quando o fluxo está próximo de sua capacidade, o menor dos imprevistos ou qualquer incidente pode produzir engarrafamentos. Manobras são extremamente limitadas e o nível de conforto físico e psicológico proporcionado aos motoristas é baixo.
- Nível de Serviço F: Neste nível ocorre a interrupção do tráfego e filas se formam em locais precedentes ao ponto de interrupção, pois a demanda excede a capacidade.

A seguir, apresentamos imagens que ilustram os níveis de serviço (HCM) nos cenários atual e futuro, levando em consideração a implementação do Empreendimento, tanto durante os picos de tráfego da manhã quanto da tarde, nas interseções adjacentes ao empreendimento.

Nesta análise, o empreendimento foi integrado ao sistema de circulação e capacidade existentes. O objetivo era avaliar o impacto da sua entrada sem alterar o funcionamento atual. Os resultados demonstram que não houve qualquer alteração nos níveis de serviço observados atualmente, tanto durante o pico da manhã quanto no pico da tarde.

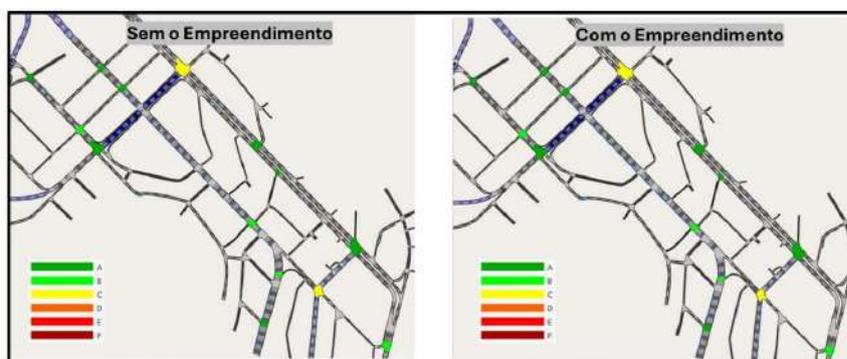


Figura 18: Níveis de Serviço das interseções do entorno do empreendimento (Pico da Manhã).

