

Anexo 4-5 Estudos de Engenharia da CCR

Projeto Nova Pista de Pouso e Decolagem – PPD

Estudo de Desvio Viário

CWB – Aeroporto Int’l Afonso Pena



Agenda



1. Objetivo

2. Apresentação do Projeto

3. Alternativas Estudadas

4. Impacto Viário

5. Alternativas de Desvio

6. Conclusão

1. Objetivo



Este documento busca **esclarecer às partes interessadas sobre os estudos realizados para a implantação de nova pista de pouso e decolagem de aeronaves no Aeroporto Internacional Afonso Pena**, em São José dos Pinhais – PR, bem como sobre a solução de engenharia final adotada para essa pista.

Ainda, busca-se **ilustrar o impacto que essa pista terá especificamente sobre a Rua Constante Moro Sobrinho e Antonio Moro**, que atravessa o sítio aeroportuário e se configura como importante eixo de conexão interbairros e esclarecer sobre os estudos realizados por esta Concessionária a fim de mitigar possível impacto.

Ressalta-se que, todo o material aqui apresentado é complementado e amplamente detalhado nos documentos apresentados à Prefeitura, conforme listado no item 6 desta apresentação.

2. Apresentação do Projeto

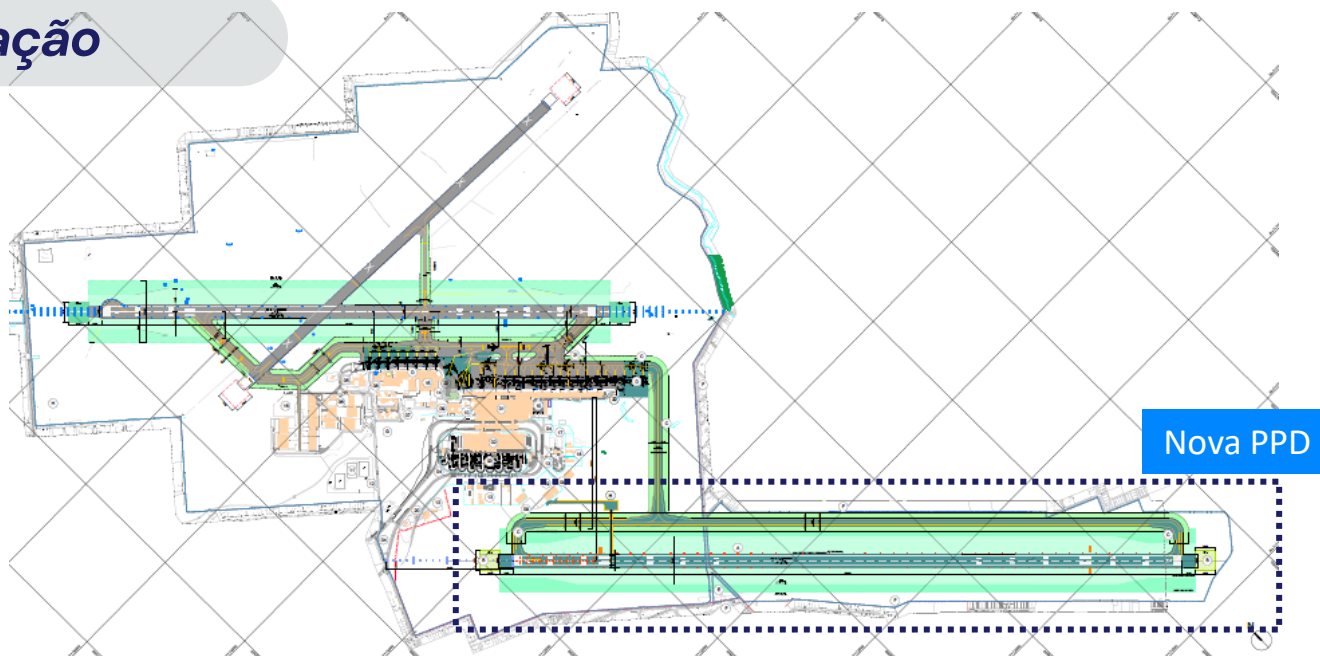


O projeto da nova pista do aeroporto Afonso Pena prevê a implantação de faixa de rolamento com **extensão total de 3.000 metros de comprimento e largura de 45 metros** de modo a atender aeronaves de categoria 'C', 'D' e 'E' e, conforme requisitos mínimos de infraestrutura para tal operação, previsto na RBAC 154 da ANAC.

Deste modo, para a viabilidade da mesma, se faz necessária ainda a implantação de uma taxiway para conectar o pátio de aeronaves em construção e essa nova pista, bem como vias de serviço auxiliares, casas de força e edificações de apoio à segurança sendo que, **a cota de nível do pátio existente é o limitante no que se refere a nível de implantação desta nova pista.**

2. Apresentação do Projeto

Implantação



RWY 1 – exist	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
15	2218	2218	2218	2218
33	2218	2218	2218	2218

RWY 2 - nova	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
15	3000	3000	3000	3000
33	3000	3000	3000	3000

CAPACIDADE DE TERMINAL DE PASSAGEIROS			
DOMÉSTICO		INTERNACIONAL	
EMBARQUE	DESEMBARQUE	EMBARQUE	DESEMBARQUE
1.000	875	240	240

CARACTERÍSTICAS	
Comprimento Fase IB	3000m
Largura Rolamento	45m
Largura + Acostamentos	50m
Tipo de Operação	IFR P CAT I
Código de Referência	4C
PCN	51/F/B/X/T
Pontes de Embarque	4
Horário de Funcionamento	H24

Mix de aeronaves representativo:
**A319/A320/A321/A332/AT72/AT75/A
 T76/B38M/B737/B738/B7744/B763/B
 77L/C208/E1/E2**

Pátio	Posições
1	8 Posições C
2	20 Posições C

2. Apresentação do Projeto



Do ponto de vista construtivo, para viabilidade deste projeto, tem-se como principais desafios:

- 1- A Rua Constante Mouro Sobrinho e Antonio Moro atravessam a única área no sítio aeroportuário capaz de comportar esta pista;
- 2- A cota de nível do pátio existente limita a possibilidade de elevação da pista devido aos grades e inclinações máximas para taxiways previstas na RBAC 154;
- 3- As edificações vizinhas ao terreno do sítio aeroportuário limitam a cota de nível mais baixo da pista devido à configuração de obstáculos no espaço aéreo (a ser ilustrado).

3. Alternativas estudadas



Frente aos desafios apresentados, a **CCR elaborou 12 alternativas de implantação** desta pista de pouso e decolagem na área reservada para a mesma e sítio aeroportuário, onde se variavam os seguintes aspectos:

1. Nível de implantação da PPD – do mínimo ao máximo de elevação;
2. Graide de implantação entre as cabeceiras – do mínimo ao máximo;
3. Localização geográfica de implantação – do extremo leste ao extremo oeste;

Tais estudos resultaram em **análise detalhada dos impactos geológicos e urbanísticos** sobre o entorno imediato e assim, **buscou-se solução que balanceasse não apenas as demandas por corte e aterro do terreno, como também o volume de desapropriações vizinhas.**

A seguir, apresentamos a alternativa que ilustra as avaliações realizadas e apresenta a solução adotada pela CCR, sem contudo esgotá-las e, nos colocamos à disposição caso esta audiência queira se aprofundar nesses estudos.

3. Alternativas estudadas

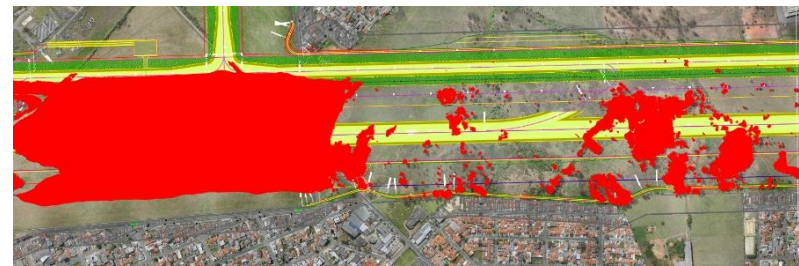
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 1

Aterro: 1.991.590,12

Nível máx: 914,69

Nível min: 899,48



Desapropriação: 55.000 m²

Alternativa 2

Aterro: 4.734.400,64

Nível máx: 914,69

Nível máx: 907,48



Desapropriação: +-25.000 m²

Alternativa 3

Aterro: 4.084.865,45

Nível máx: 917,29

Nível mín: 905,29



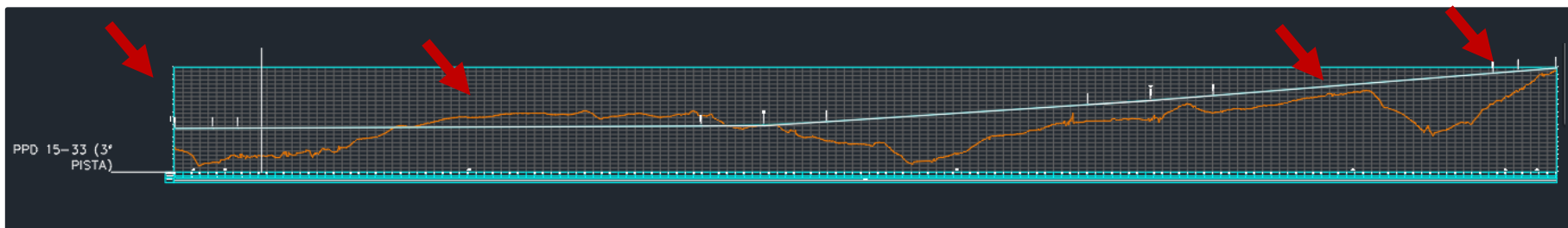
Desapropriação: 25.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

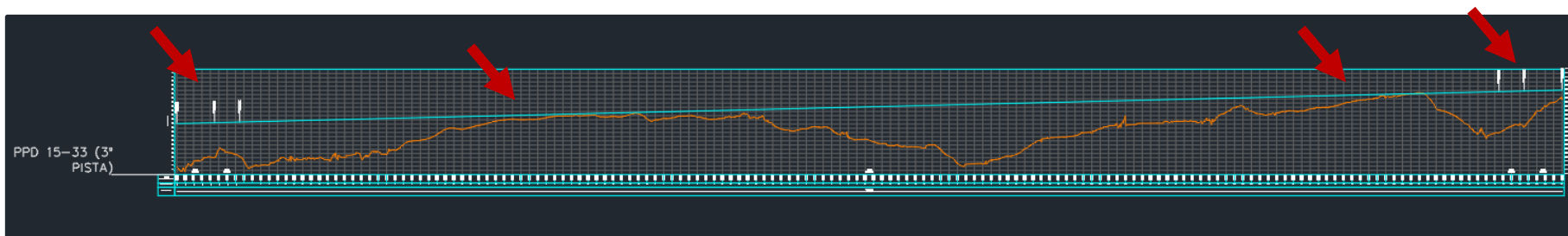
Alternativa 1

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



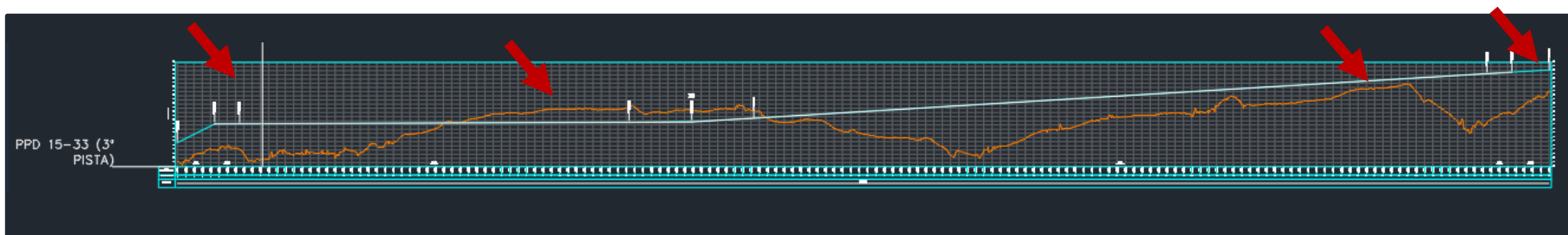
Alternativa 2

Aterro na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 3

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 4

Aterro: 3.342.131,464

Nível máx: 914,69

Nível min: 905,48



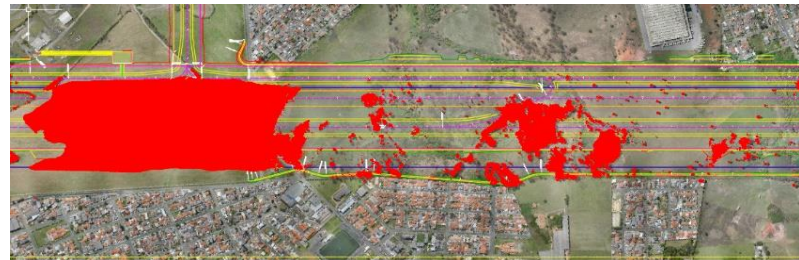
Desapropriação: 37.000 m²

Alternativa 5

Aterro: 3.456.857,154

Nível máx: 918,604

Nível máx: 905,48



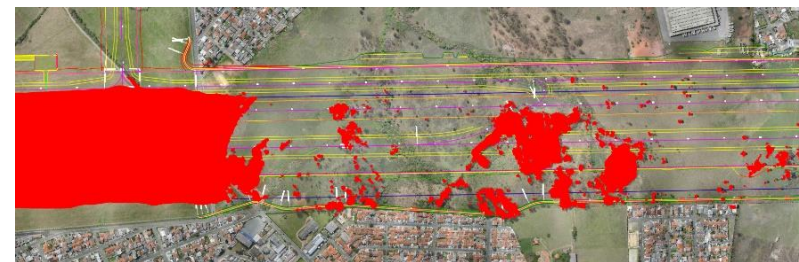
Desapropriação: +-37.000 m²

Alternativa 6

Aterro: 3.578.771,824

Nível máx: 918,604

Nível mín: 905,29



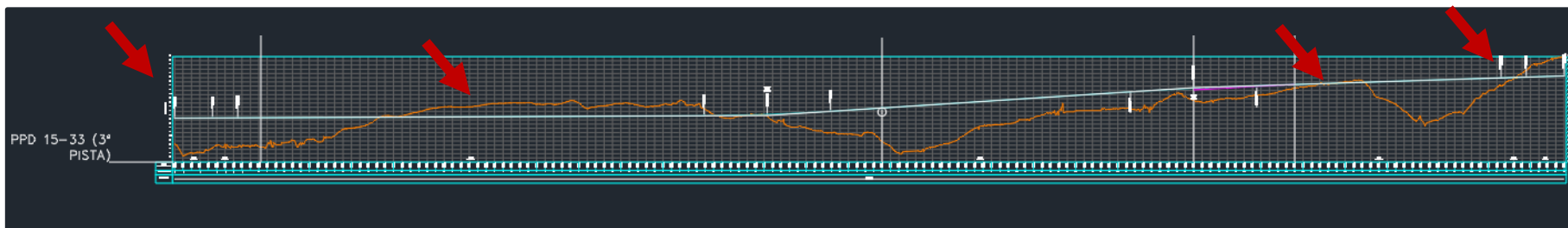
Desapropriação: +-37.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

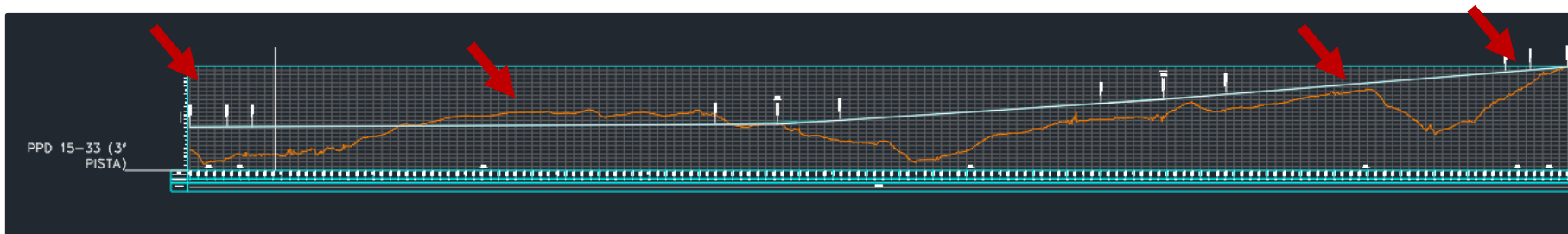
Alternativa 4

Corte na cab 15/16,
Corte e Aterro na cab
33/34



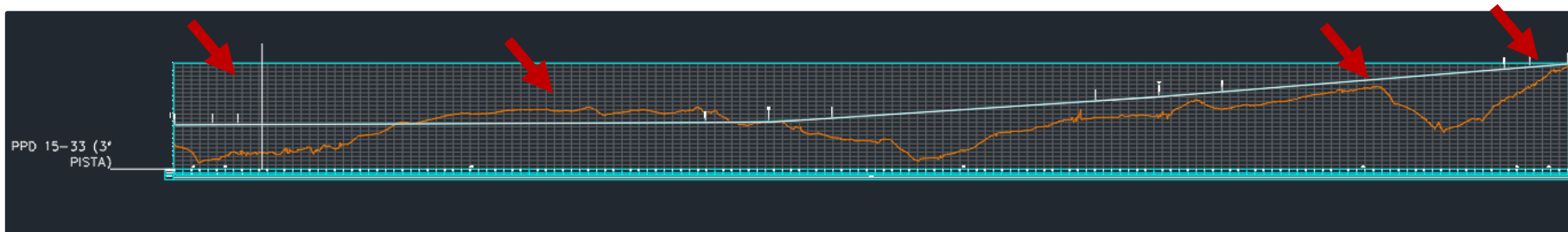
Alternativa 5

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 6

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

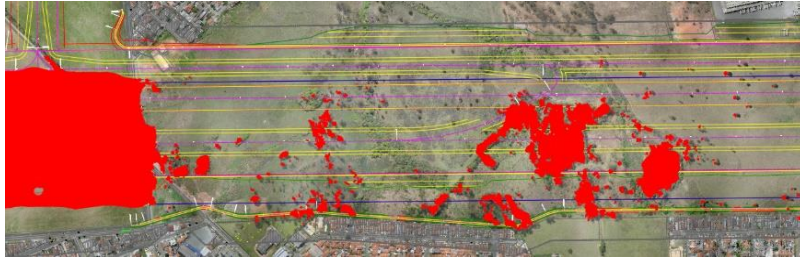
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 7

Aterro: 5.760.159,294

Nível máx: 922,354

Nível min: 905,83



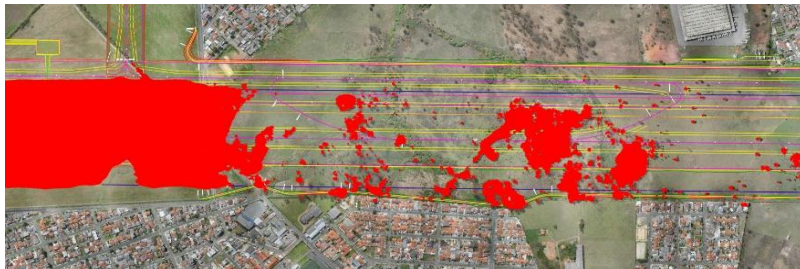
Desapropriação: +-22.000 m²

Alternativa 8

Aterro: 12.604.318,164

Nível máx: 929,814

Nível máx: 905,83



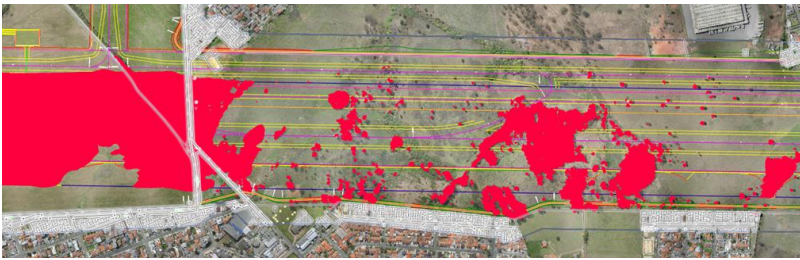
Desapropriação: +-20.000 m²

Alternativa 9

Aterro: 2.708.368,87

Nível máx: 917,75

Nível mín: 905,83



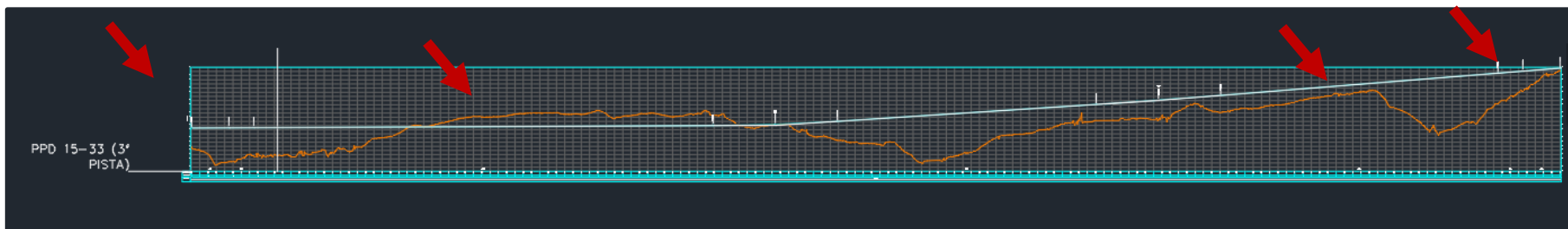
Desapropriação: +-27.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

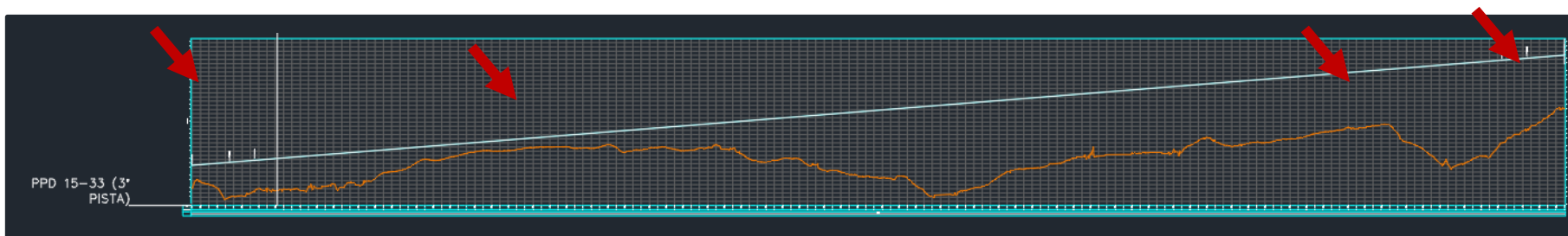
Alternativa 7

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



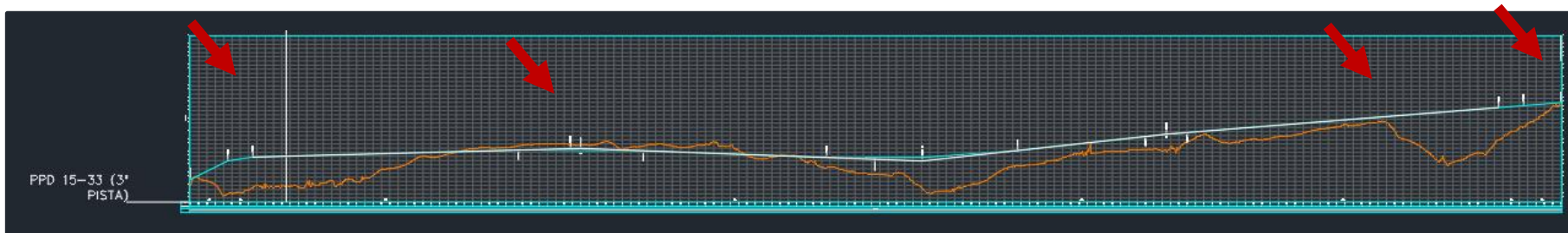
Alternativa 8

Aterro na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 9

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 10

Aterro: 4.721.806,424

Nível máx: 924,644

Nível min: 904,37



Desapropriação: +-25.000 m²

Alternativa 11

Aterro: 3.214.212,68

Nível máx: 923,394

Nível min: 903,919



Desapropriação: +-25.000 m²

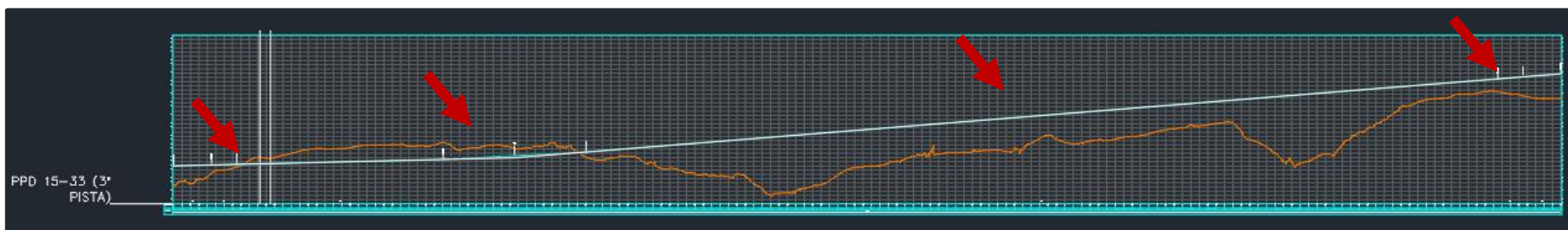
Como pode ser notado, as **manchas vermelhas ilustram todo o componente a ser removido** para viabilizar a implantação da PPD, seja esta solo que se sobrepõe ao perfil de pista ou ainda, edificações vizinhas ou componentes de infraestrutura vizinhos.

3. Alternativas estudadas – perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

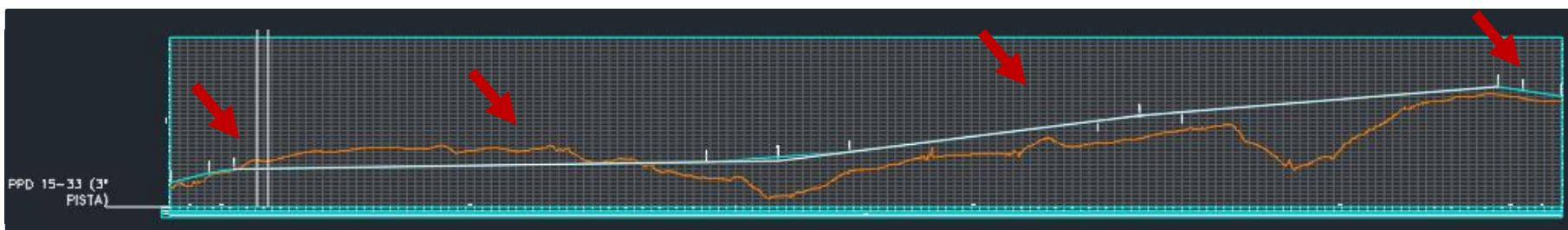
Alternativa 10

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 11

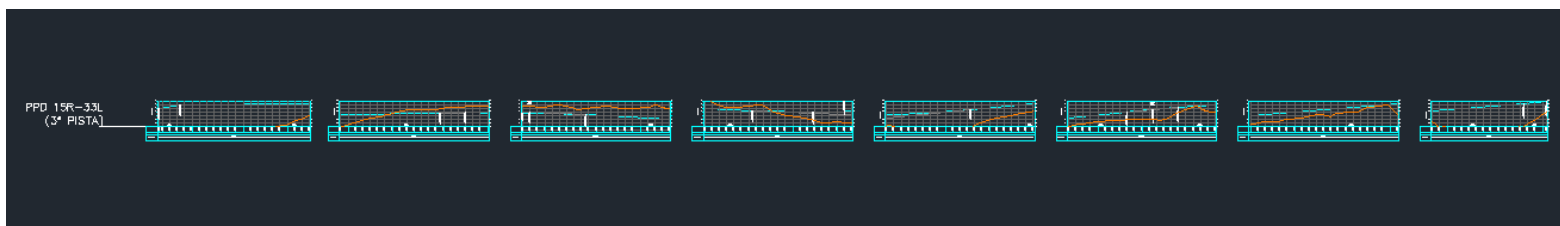
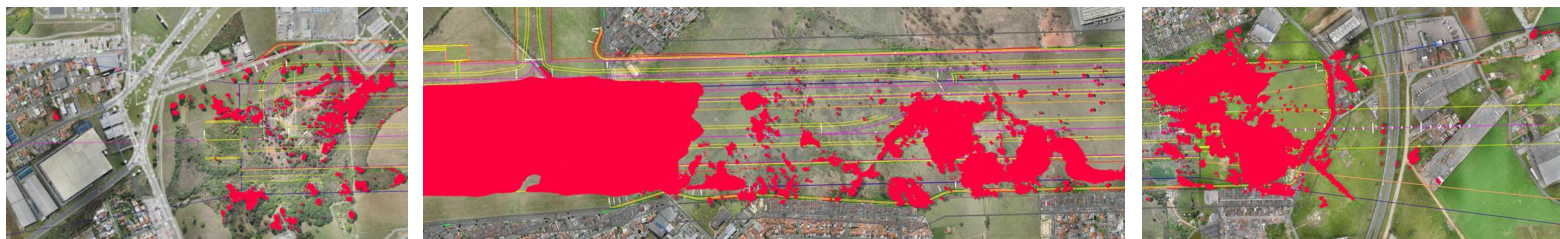
Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Como pode ser notado, as alternativas variam na posição da PPD, bem como no greide (diferença de altura entre as cabeceiras), sempre respeitando os limites que viabilizem a conexão com a taxiway no pátio existente e o perímetro do sítio aeroportuário.

Nos perfis, **a linha laranja representa o perfil do terreno** como ele se configura hoje e, **a linha branca, o perfil de PPD** estudado com relação à essa condição natural de terreno.

3. Alternativa escolhida (12)



Opção determinada como a mais viável é determinada não pelo menor volume de aterro, mas sim pela otimização que balanceia volume de aterro e menor impacto de vizinhança a partir do deslocamento longitudinal 92 m em direção à Cabeceira 33 (Cabeceira 15 elevada em 6,35 m e Cabeceira 33 elevada em 1,55 m).

Área de desapropriação: 22.250 m²

Volume de corte: 1.484.689,78 m³

Volume de aterro: 2.207.588,07 m³

Das 12 alternativas, a CCR apresentou como solução ideal para a viabilidade deste projeto a implantação cujo nível da PPD se figura na **cota 916,25**, com greide de 4,8 m.

A solução escolhida consta da **solução de número 12**, e na mesma, a PPD se apresenta **3,8 metros abaixo da cota de nível da Rua Constante Mouro Sobrinho** no ponto em que esta corta o sítio aeroportuário.

Esta solução também implica em desapropriação de aproximadamente 45 lotes implantados no entorno imediato do sítio aeroportuário.

3. Normativas consideradas



Frente ao exposto, a CCR reforça o **normativo incidente sobre o projeto da nova Pista de Pouso e Decolagem**, considerada em cada um dos estudos realizados, não se limitando aos mesmos, mas incorporando ainda as NBR's vigentes sobre o tema:

- Manual de todas as aeronaves que copoem o Mix Representativo de Aeronaves. (Item 2.0)
- ANAC - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
 - RBAC 107 EMD 09 - Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – Operador de Aeródromo
 - RBAC 110 EMD 02 - Programa Nacional de Instrução em Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – PNIIVSEC
 - RBAC 139 EMD 06 - Certificação Operacional de Aeroportos
 - RBAC 153 EMD 07 - Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência
 - RBAC 154 EMD 07 - Projeto de aeródromos.
 - RBAC 161 EMD 04 - Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR
 - RBAC 91 EMD 04 - Requisitos gerais de operação para aeronaves civis
- ASTM. (2012). D5340 - 12 Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. Pennsylvania (PA), United States: ASTM International, West Conshohocken.
- FAA, F. A. (Outubro de 2014b). Advisory Circular - AC 150/5380-7B - Airport Pavement Management Program (PMP), 12f. Washington, DC: Federal Aviation Administration. United States Department of Transportation.
- MANUAL PARA O CÁLCULO DE PCR DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – SAI
- Agência Nacional de Aviação Civil. (2016). IS nº 153.103-001 – Revisão A. Federal Aviation Administration. (2011). AC nº: 150/5370-11B. Federal Aviation Administration. (2020). AC nº: 150/5335-5D. Federal Aviation Administration. (2021). AC nº: 150/5320-6G.

4. Impacto Viário



Imagem 4.1.: Rua Constante Moro Sobrinho em configuração existente.

O conjunto formado pelas Rua Constante Moro Sobrinho juntamente com a Rua Antonio Moro hoje consiste em via coletora com movimentação diária de aproximadamente 18.000 veículos que transitam em ambos os sentidos.

Contudo, a mesma atravessa o sitio aeroportuário na área de implantação da nova pista de pouso e decolagem em 3,8 m acima da cota de nível final da PPD neste ponto.

Deste modo, a CCR apresenta, a seguir, as **3 alternativas estudadas** para tratar esta demanda.

5. Alternativa 1 de Desvio

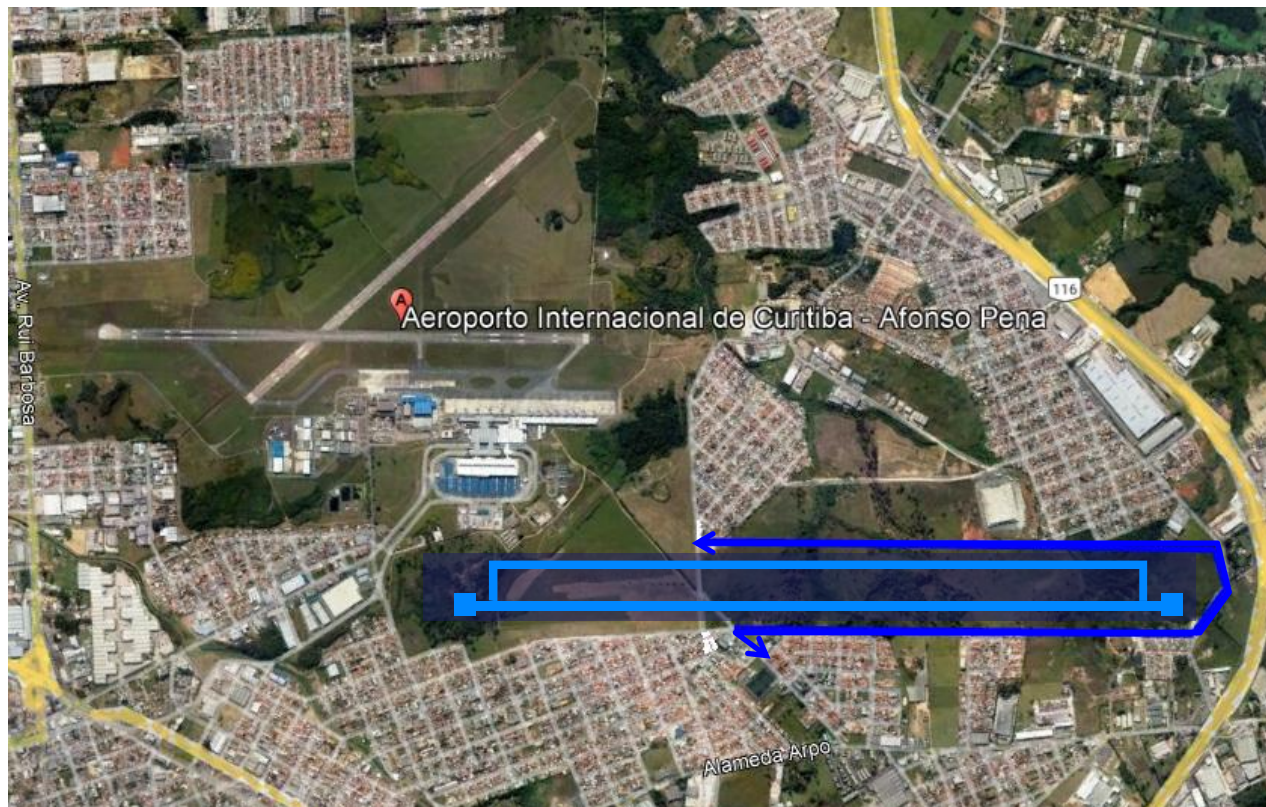


Imagem 5.1.: Desvio no limite do sítio aeroportuário

A primeira alternativa estudada consiste de implantação de um desvio viário nos limites do sítio aeroportuário, contornando a cerca patrimonial do aeroporto.

Resultado da análise: inviável operacionalmente

Conforme estabelecido na PORTARIA No 256/GC5, de maio de 2011 do DECEA, a PPD é referência para a configuração de limites virtuais no espaço aéreo que, estabelecem a altura máxima que um objeto projetado ao espaço aéreo pode ter.

Quando pretendemos implantar estrutura nas laterais ou na extremidade da PPD, estamos sujeitos às limitações das superfícies de aproximação e das superfícies de transição que, consistem de rampa ascendente a partir do limite da faixa de pista, com inclinação de 14,33%.

5. Alternativa 1 de Desvio

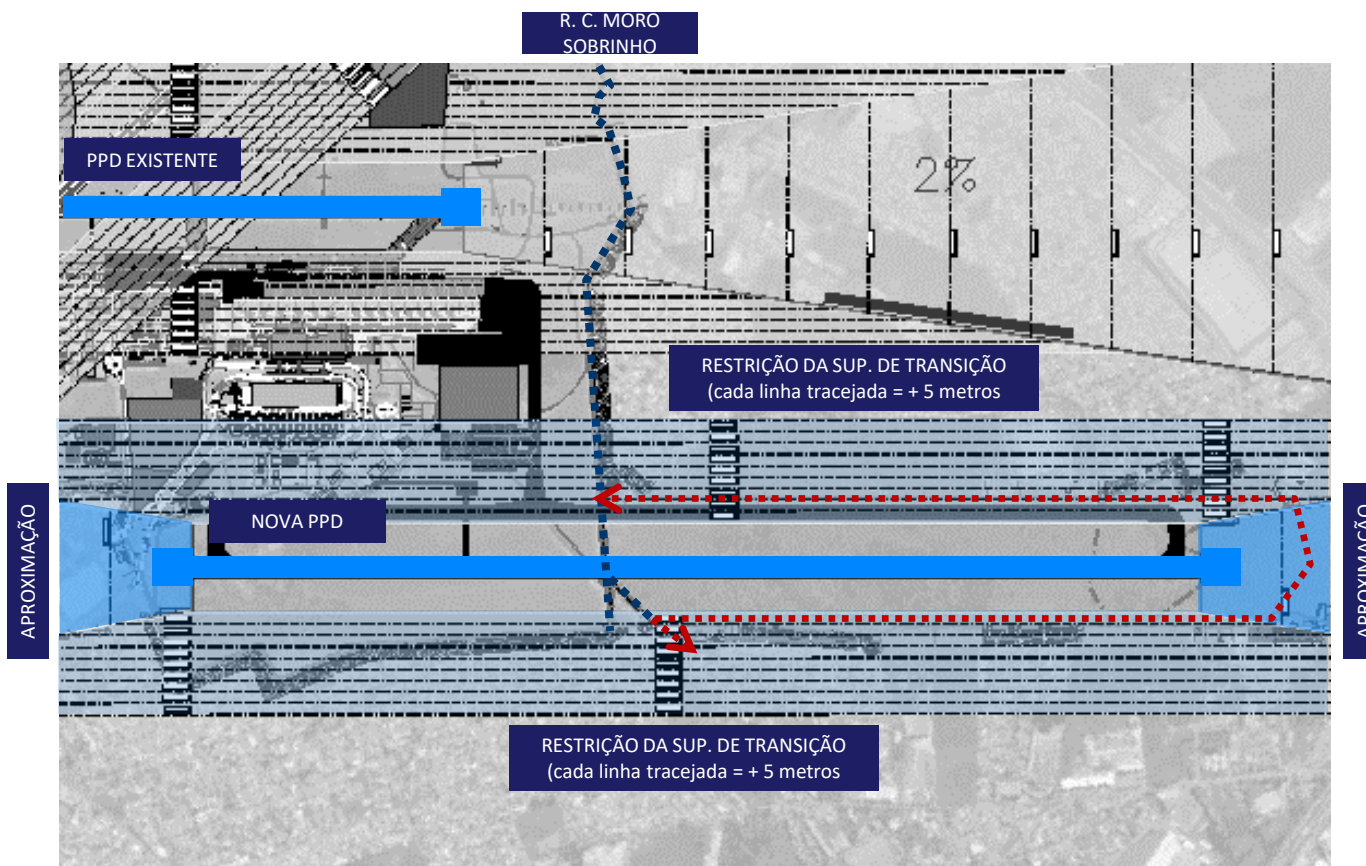


Imagem 5.2: Ilustração das restrições de altura configuradas pela nova PPD.

OBS: seria necessário desapropriar 88.240m² de área para viabilizar o desvio perimetral caso este fosse implantado rebaixado ao nível do aeroporto.

Neste caso, um poste que ultrapasse as restrições de altura indicadas pelas linhas tracejadas na Superfície de transição e aproximação verificável na Imagem 5.2, **figura como obstáculo, impedindo a operação aérea.**

Na imagem 5.2 ao lado é possível observar esses limites onde cada linha tracejada (preta) apresenta uma variação de altura em + 5 metros, e portanto, se implantada via perimetral, **esta não poderia ter qualquer infraestrutura acima de 0,00 metros de altura.**

Tal análise nos evidencia que a implantação de via imediatamente após a cerca patrimonial não é possível sob a ótica da operação aérea, devendo esta ser afastada do limite da cerca para que não se torne impeditivo à operação porém, configurando desapropriações em toda sua extensão ou, **seria necessário rebaixá-la em aproximadamente 15 m com relação ao nível do bairro.**

5. Prós e Contras – Alternativa 1



PONTOS POSITIVOS

1. Em conformidade com a legislação urbanística do município (Plano Diretor e Lei de Diretrizes Viárias)
2. Não afeta a segurança operacional do aeroporto (apenas se fosse implantado com rebaixo 15 metros abaixo da cota de nível do aeroporto);
3. Possibilita a mobilidade da população independente de eventos no aeroporto;

PONTOS NEGATIVOS

1. Existência de obstáculos configurados pela Portaria 256 do DECEA que impedem a operação aeroportuária e ferem contrato de concessão;
2. Configuração de barreira física de aproximadamente 15 metros de altura para adequação do nível desta via caso esta fosse implantada no local solicitado;
3. Aumento do percurso e do tempo de deslocamento de moradores e demais usuários do sistema viário;

5. Alternativa 2 de Desvio



Imagem 5.3: Desvio configurando passagem em desnível sob a nova PPD (ponte).

A segunda alternativa estudada consiste na substituição do trecho existente da Rua Constante Moro Sobrinho por uma passagem em desnível, ou túnel / mergulhão por debaixo da PPD.

Resultado da análise: inviável operacionalmente

Conforme é apresentado na documentação de apoio a esta apresentação, a implantação de túnel sob a PPD é vista pela ANAC, FAA e ICAO como risco operacional, sendo recomendada por todos os órgãos que a solução seja **evitada**.

A implantação de passagem em desnível implica na demanda por reforços estruturais para prevenção à atentados contra a segurança da aviação civil e, ainda, em corresponsabilidade entre as partes sobre o monitoramento e inspeção da área.

5. Alternativa 2 de Desvio



Imagem 5.4: Desvio considerando impactos no entorno.

Obs. Para implantação da alternativa seria necessário desapropriar 16000m² de área.

É importante destacar que estando a PPD 3,8 m abaixo do nível da Rua Constante Moro Sobrinho, se faria necessário rebaixamento da mesma em 15 metros abaixo do nível da PPD, totalizando **rebaixo de 18,8 metros**.

Assim sendo, estamos tratando de uma **rampa de aproximadamente 400 metros nos limites de entrada e saída do terreno** (linhas azuis escuras), para que o túnel figurasse em nível sob a estrutura da PPD (azul claro).

Deste modo, **toda via que hoje conecta neste trecho da Rua Constante Moro Sobrinho, perderia seu acesso à mesma**, figurando como rua sem saída (linhas vermelhas), bem como todo lote adjacente a tal rampa estaria passível de desapropriação.

Descarta-se ainda a configuração de túnel secundário (linha amarela), frente à demanda por redundância de canal de inspeção e vulnerabilidade sob a PPD.

5. Alternativa 2 de Desvio

Estruturalmente, a implantação desta modalidade e desvio implicaria em um rebaixamento da via em extensão aproximada de 400 metros para além dos limites do sítio aeroportuário, afetando diretamente os lotes lindeiros e implicando em **desapropriação de 16.000 m²**.

Ainda, se faria necessária a redução da velocidade desta via e, adicionalmente, seria recomendado que, antecedendo a passagem sob a PPD os veículos fossem inspecionados e os motoristas identificados.

Para tanto, a triangulação do tempo de atraso de cada um dos veículos que passam sob essa via, considerando um tempo de inspeção estimado em 3 min por veículo (mínimo) e 10 min por veículo (máximo), geraria extensas filas tornando inviável a sua operacionalização sem a degradação do nível de serviço da via.

Uma simulação simplificada realizada com tais parâmetros ilustra o congestionamento / fila gerado em 1 hora de procedimento implantado, sendo 750 veículos a média de movimentação por hora nesta via, com 350 por faixa a uma taxa média de distribuição de 6,5 veículos / min.

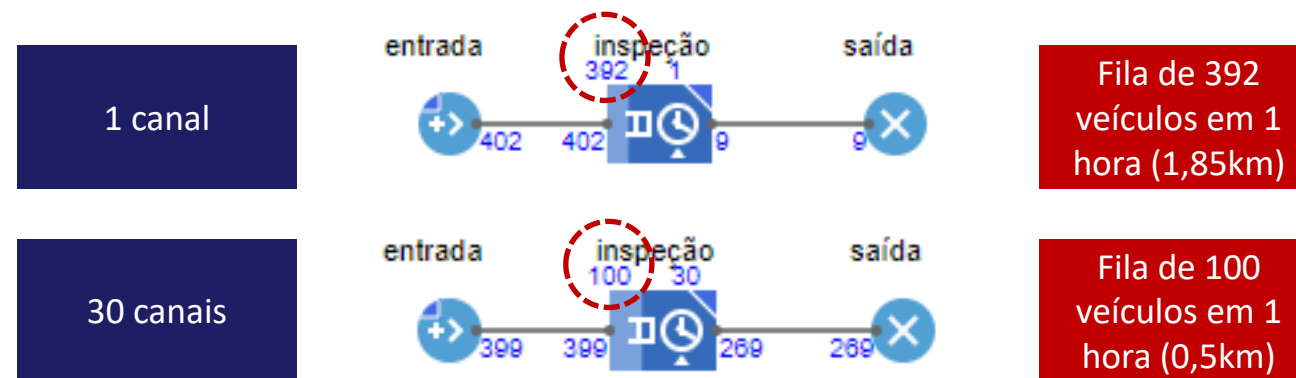


Imagem 5.5: Simulação simplificada de processo realizada no Anylogic de inspeção e formação de fila no período de 1 hora no sistema com 1 faixa de entrada, 1 faixa de saída e variação da quantidade de cabines de inspeção.

Os números acima evidenciam que em determinado momento, apesar do aumento da quantidade de canais de inspeção disponível, a própria via em suas condições de operação passaria a ser um gargalo e, o atraso segue sendo gerado visto que o procedimento implantado depende da capacidade do conjunto: vias + canais de inspeção.

5. Prós e Contras – Alternativa 2



PONTOS POSITIVOS

1. Mantem a ligação entre os bairros Jd. Suíça e Cruzeiro

PONTOS NEGATIVOS

1. Apresenta risco à operação do aeroporto quanto à atos ilícitos conforme preconizado na RBAC 154 e RBAC 107;
2. Descaracteriza a via coletora que consiste da Rua Constante Moro Sobrinho, e reduz sua velocidade, principalmente se implantado o monitoramento e inspeção, aumentando os tempos de viagem e de percurso e, portanto, reduzindo sua capacidade;
3. Possibilidade de interrupção do tráfego por tempo indeterminado em caso de ato ilícito que possa apresentar risco à operação e segurança do aeroporto;
4. Remanejamento de parte fluxo de veículos para vias alternativas dada a redução da fluidez na Rua Constante Moro Sobrinho;
5. Necessidade de adequação do viário alternativo para receber fluxo de veículos oriundos da Constante Moro Sobrinho;
6. Corresponsabilidade do município em garantir a segurança operacional da PPD, em relação a eventos que ferem a segurança operacional;
7. Alto custo para implantação devido à necessidade de reforços estruturais decorrentes das orientações do ICAO e FAA;

5. Alternativa 3 de Desvio

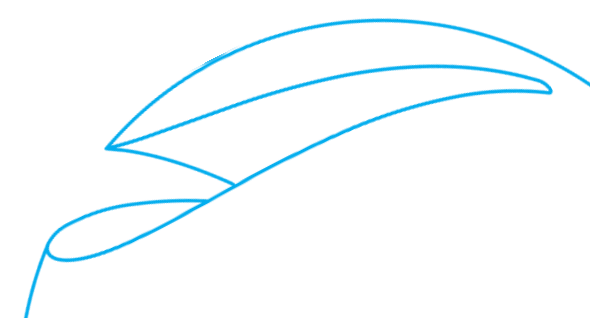


A terceira alternativa estudada consiste de implantação de um desvio viário que contorna a cerca patrimonial, mas de forma afastada à mesma, utiliza-se de vias existentes para realização do trajeto.

Resultado da análise: recomendado

A opção apresentada pela CCR consiste justamente de uma variação da primeira alternativa e, esta, apesar do aumento de extensão a ser percorrida pelo motorista, não apresenta atraso significativo e consegue garantir a conectividade entre os bairros sem apresentar risco à operação aérea.

Imagem 5.6: Desvio pelo viário por vias existentes a serem adequadas ao tráfego.



5. Prós e Contras – Alternativa 3



PONTOS POSITIVOS

1. Não afeta a segurança operacional do aeroporto;
2. Possibilita a mobilidade da população independente de eventos no aeroporto;
1. Resulta em melhorias operacionais do tráfego (sinalização, temporização de semáforos, melhorias no sistema viário e outras medidas)

PONTOS NEGATIVOS

1. Aumento do tráfego no sistema viário alternativo (vias utilizadas para desvio);
2. Aumento do percurso e do tempo de deslocamento dos moradores;
3. Interferências nas linhas de transporte coletivo que atravessam a região

7. Conclusão



Tendo exposto suas considerações sobre os estudos realizados, a CCR reforça que tem atuado na busca não apenas por expandir as oportunidades e os investimentos nos aeroportos que estão sob sua gestão mas, ainda, fazê-lo com a garantia de segurança na sua operação.

Deste modo, entende-se que tendo sido estudadas 12 alternativas de implantação da pista de pouso e decolagem e 3 alternativas para atuar sobre o impacto causado na Rua Constante Moro Sobrinho, as soluções apresentadas representam as melhores alternativas sob a ótica da engenharia, do impacto social e da mobilidade urbana verificada no entorno imediato.

A CCR fica à disposição para esclarecimentos adicionais que se façam necessários não apenas sobre o conteúdo desta apresentação, mas também sobre os documentos anexos.

Cabe ressaltar que a alternativa 3 de desvio viário, **evita o pior cenário de desapropriação de 88.240 m² de moradias adjacentes ao aeroporto, reduzindo o impacto causado pela Implantação da PPD.**

OBRIGADO

Edifício Passarelli • 4º Andar
Pinheiros • São Paulo/SP • Brasil
Tel: 55 (11) 3048.5900

www.ccraeroportos.com.br



Programa de Compliance CCR

Acesse: www.ri.ccr.com.br/governança-e-compliance



Atua no combate a corrupção, suborno, propina, pagamentos facilitadores e quaisquer outras condutas antiéticas;



Foco no desenvolvimento dos negócios em conformidade com políticas e normas internas e legislação aplicável;



Se algo não parecer correto, entre em contato com nosso Canal Confidencial:

 **0800-721-0759**

www.canalconfidencial.com.br/canalconfidencialccr

Atenção, slide para uso exclusivamente externo.

Anexo 4-6 Parecer da Equipe da CCR



Parecer Técnico

**Implantação de Passagem Inferior (túnel) no projeto da
Terceira Pista de Pouso e Decolagem**

AMB.ARPT.PT.CWB- 169/2023-R0
Janeiro de 2023

**AEROPORTO INTERNACIONAL AFONSO PENA -
CURITIBA
CCR**

São José dos Pinhais/PR

Parecer Técnico

**Implantação de passagem inferior (túnel) no projeto da terceira
pista de pouso e decolagem**

Parecer Técnico

AMB.ARPT.PT.CWB- 169/2022-R0

Fevereiro de 2023

Sumário

1	Dados do Projeto.....	6
2	Objetivo.....	8
2.1	Objetivo Geral	8
2.2	Objetivos Específicos.....	8
3	Caracterização do Empreendimento.....	9
4	Motivação da Implantação da 3ª PPD.....	12
4.1	Impactos à mobilidade urbana em decorrência da implantação da 3ªPPD	13
5	Impactos associados à implantação da Passagem Inferior sob a Terceira Pista de Pouso e Decolagem.....	16
5.1	Parecer da Gerência AVSEC - Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita	17
5.1.1	Pontos Sensíveis:	18
5.1.2	Riscos associados.....	20
5.1.3	Cases e experiências dos operadores aeroportuários	20
5.2	Parecer da Gerência de Safety	23
5.3	Parecer sobre Resposta à Emergência	26
5.4	Parecer sobre os Aspectos de Engenharia	28
6	Considerações Finais	31
7	Parecer Final.....	33
8	Referência Bibliográfica.....	34

Lista de Figuras

Figura 1: Localização do Aeroporto Internacional Afonso Pena - CWB	9
Figura 2. Década de 1980	11
Figura 3. Década de 2000	11
Figura 4. Década de 2010	11
Figura 5. Década de 2020	11
Figura 6: Desenho ilustrativo da projeção da 3ª PPD de CWB.....	13
Figura 7: Área de intervenção proposta para os projetos elaborados pela Infraero em 2001.....	14
Figura 8: Situação Patrimonial prevista no PDIR - Fase Final	14
Figura 9: Viários impactos pelo projeto de implantação da 3ªPPD	15
Figura 10: Governança de uma Gestão Aeroportuária, participando do projeto da 3ªPPD de CWB ...	17
Figura 11: Passagem inferior sob duas Taxiways no Aeroporto de Brasília.....	21
Figura 12: Posto de Vigilância na passagem inferior do Aeroporto Internacional de Galeão	22
Figura 13: Acidente com aeronave na Turquia (Janeiro de 2018)	24

Apresentação

O Grupo CCR sagrou-se vencedor da 6ª Rodada de Concessões Aeroportuárias, promovido pelo Governo Federal, especificamente dos Blocos Sul e Central, contemplando, ao todo, 15 aeroportos, entre eles o Aeroporto Internacional Afonso Pena - CWB em São José dos Pinhais, pelos quais o grupo será responsável pela ampliação, manutenção e exploração comercial nos próximos 30 anos.

Conforme previsto no Contrato de Concessão nº 002/ANAC/2021-Sul, os aeroportos concedidos à iniciativa privada deverão ser submetidos a diversas adequações e melhorias de infraestrutura, proporcionando possibilidade de expansão de suas operações, de acordo com a demanda, bem como regularizando infraestruturas não conformes perante legislações específicas do setor aéreo.

O presente relatório tem como objetivo abordar a hipótese de construção de túnel sob a futura terceira pista de pouso e decolagem (PPD) no Aeroporto Internacional Afonso Pena como alternativa à desafetação de vias municipais.

1 Dados do Projeto

EMPRESA RESPONSÁVEL PELO EMPREENDIMENTO

Concessionária do Bloco Sul S.A.

Endereço: Av. Chedid Jafet, 222, bloco B5 – Vila
Olímpia
São Paulo/SP
CEP: 04551-065
CNPJ: 42.130.537/0001-16

Representante Legal:

Fabio Russo
Presidente

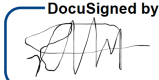
EMPREENDIMENTO

Aeroporto Internacional Afonso Pena - Curitiba

Av. Rocha Pombo - Águas Belas,
São José dos Pinhais - PR, 83010-900
CNPJ: 42.130.537/0009-73


EQUIPE TÉCNICA DO PROGRAMA

Gerencia de Engenharia

DocuSigned by:

AAFE05756406452...

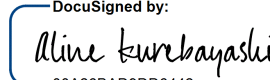
Rosemeire Alves de Moraes

Coordenação de Meio Ambiente e Desapropriação
rosemeire.morais@grupoccr.com.br

DocuSigned by:

0976525CFAD74E5...

Fernando Fortes

Gerência de Engenharia de Obras
fernando.fortes@grupoccr.com.br

DocuSigned by:

00A26BAD9DD6442...

Aline Kurebayashi Ledo dos Santos

Gerência de Engenharia de Projetos
aline.santos@grupoccr.com.br

Superintendência de Resposta Emergência, Segurança, Prevenção & Emergência

DocuSigned by:

Bianca Cristiane Araldi

12BA18055ED4437...

Bianca Cristiane Araldi
Especialista em Resposta a Emergência
bianca.araldi@grupoccr.com.br

DocuSigned by:

Renato Lima

A313BB7E3A05452...

Renato Lima
Gerencia de AVSEC
renato.lima@grupoccr.com.br

DocuSigned by:

Marcus Almeida

56272B93698F4A4...

Marcus Clauco Araujo de Almeida
Superintendência marcus.almeida@grupoccr.com.br

Coordenação de Safety

DocuSigned by:

Ingrid Mayara de Oliveira Bueno

05ED228A12F14C3...

Ingrid Mayara de Oliveira
Analista da Coordenação SAFETY
ingrid.bueno@grupoccr.com.br

DocuSigned by:

Luis Fernando Motta Spanner

850C24C23E0C446...

Luis Fernando Motta Spanner
Coordenação Safety
luis.spanner@grupoccr.com.br

2 Objetivo

2.1 Objetivo Geral

Apresentar justificativa da inviabilidade de implantação de passagem inferior (túnel) na Terceira Pista de Pouso e Decolagem (3ª PPD) do Aeroporto Internacional Afonso Pena – Curitiba (CWB) – obra prevista no contrato de concessão.

2.2 Objetivos Específicos

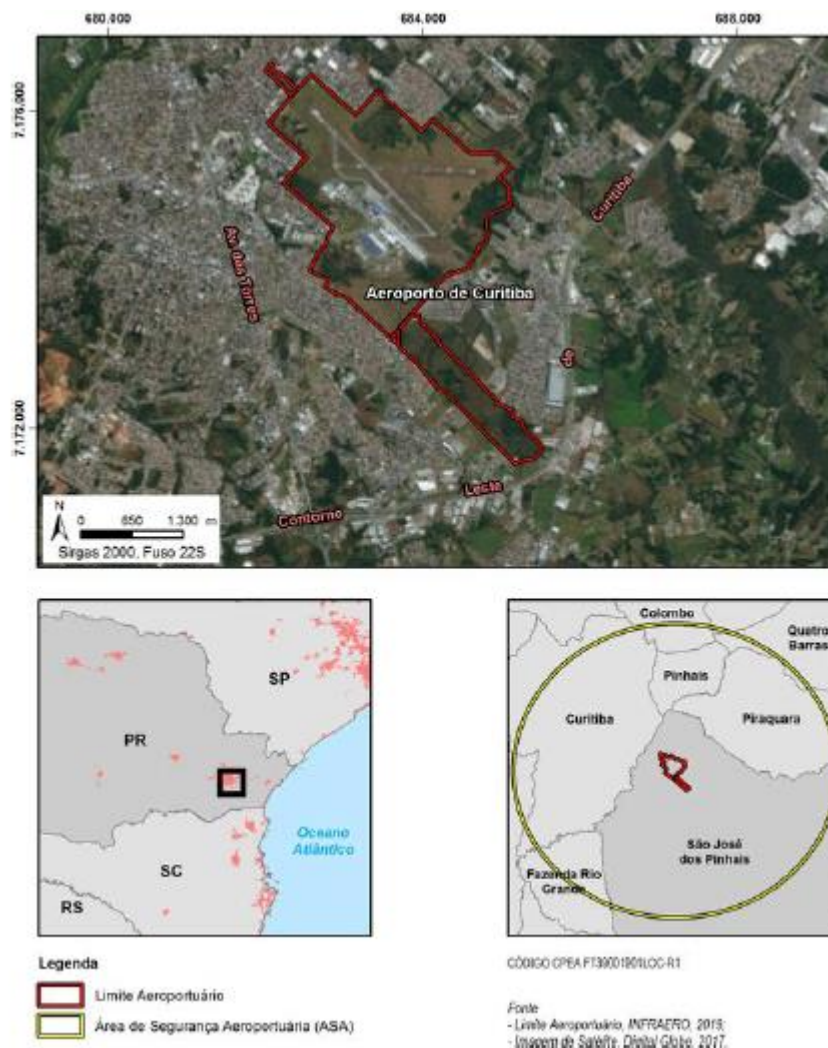
- Apresentação da motivação da implantação da 3ªPPD no aeroporto;
- Apresentação sucinta do anteprojeto de implantação da 3ª PPD e interferências com as vias municipais; e
- Diagnóstico das áreas operacionais, comerciais e de engenharia do aeroporto sob o viés de adequação operacional e de segurança da operação (Safety e Security), considerando o cenário de passagem inferior sob a 3ªPPD.

3 Caracterização do Empreendimento

O sítio aeroportuário do Aeroporto Afonso Pena - CWB está localizado no município de São José dos Pinhais/PR, distante 19 km da capital paranaense, conforme **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Situado na região metropolitana de Curitiba, próximo aos principais portos da Região Sul do país, como Paranaguá, Antonina, São Francisco do Sul e Itajaí, o Aeroporto CWB atrai passageiros, principalmente por motivos associados a negócios, eventos e convenções.

Figura 1: Localização do Aeroporto Internacional Afonso Pena - CWB



O CWB é responsável por movimentar diariamente, em média, 20.100 passageiros, 210 voos e 81.327 kg de cargas aéreas, incluindo ainda uma população fixa de 6.325 pessoas, contemplando os funcionários das empresas que operam o sistema aeroportuário.

O Aeroporto Afonso Pena foi construído no período de maio de 1944 a abril de 1945, através da cooperação do Ministério da Aeronáutica e do Departamento de Engenharia do Exército Norte-Americano. A Base Aérea Afonso Pena tinha como finalidade básica servir de ponto estratégico para as operações aliadas durante a II Guerra Mundial, entretanto, por ter sido construído nos últimos meses da guerra, foi pouco utilizado e, então, destinado à aviação civil.

Em 1959 foi construído um novo Terminal de Passageiros (TPS), com 2.200 m² de área, para atender ao aumento no movimento de aeronaves, que se manteve sem alterações até a década de 1970. No ano de 1974 o Aeroporto CWB passou a ser administrado pela Empresa Brasileira de Infraestrutura Portuária (INFRAERO), e em 1977 o TPS foi ampliado, aumentando cerca de quatro vezes a capacidade de atendimento.

Apesar disso, na década de 1980, o Aeroporto apresentava um déficit operacional de cerca de 40%, o que tornou necessária a construção de um novo TPS, com capacidade para atender um movimento anual de 3,5 milhões de passageiros. Assim, a edificação do antigo TPS foi reformulada e transformada em Terminal de Cargas, com área de 12 mil m².

Em 1996, o Aeroporto passou a ser internacional, passando a ser chamado de “Aeroporto Internacional Afonso Pena – Curitiba”. Neste ano, foi inaugurado um novo Terminal de Passageiros e o Aeroporto passou a ter capacidade para atender 14,9 milhões de passageiros por ano, tornando o oitavo maior aeroporto brasileiro.

Em 2002, o Comando da Aeronáutica instalou na cabeceira da Pista 15 o ILS – MARK 20 de Categoria II, permitindo pousos e decolagens com visibilidade horizontal de 200 metros e teto de 100 pés. O equipamento possibilitou a ampliação da disponibilidade operacional do aeródromo.

No ano de 2012, o terminal bateu recorde em movimentação de cargas, com 45 mil toneladas transportadas, enquanto a PPD recebeu melhorias significativas. Com o aumento da movimentação o terminal passou por uma grande reforma e ampliação, passando de 12 mil m² para 17 mil m². A obra também incluiu um novo armazém de carga importada e novas áreas para cargas vivas e restritas.

O pátio de aeronaves teve sua ampliação concluída no ano de 2014, com aumento no número de posições de estacionamentos. O pátio passou a ter 143,9 mil m². Em 2016, o TPS foi ampliado e passou a ter 112.176 m².

Em 2021, após a 6ª rodada de Concessões Aeroportuárias, a CCR sagrou-se vencedora dos Blocos Sul e Central, arrematando, neste contexto, o Aeroporto Internacional Afonso Pena. A CCR passou a administrar o referido aeroporto em março de 2022.

Nas imagens abaixo é possível verificar a expansão das estruturas do sítio aeroportuário, bem como a ampliação e consolidação do uso e ocupação do solo em seu entorno.



Figura 2. Década de 1980



Figura 3. Década de 2000



Figura 4. Década de 2010

Fonte das imagens: Google Earth.



Figura 5. Década de 2020

4 Motivação da Implantação da 3ª PPD

O Aeroporto CWB faz parte do processo de concessão estabelecido no Leilão de concessão privada de infraestrutura aeroportuária, celebrado no dia 07/04/2021. O Contrato de Concessão transfere à Concessionária o direito de uso, gozo e fruição dos bens públicos, trazendo a obrigação de ampliação e manutenção necessários à prestação do serviço de forma adequada. Com isso, todos os bens e direitos anteriormente sob responsabilidade da INFRAERO passam a ser administrados, em regime de concessão, pela Concessionária do Bloco Sul S.A.

No contexto das obrigações trazidas pelo Contrato de Concessão do Bloco Sul, a implantação da 3ª PPD de CWB é obrigação especificamente estabelecida em seu Anexo 2 - PEA, Capítulo 7 – Melhorias da Infraestrutura Aeroportuária, item 7.2:

7.2. Além do descrito anteriormente, a concessionária deverá realizar os seguintes investimentos em infraestrutura, atendendo às regras previstas no Contrato e seus Anexos, devendo estar plenamente operacionais nos prazos estabelecidos nos itens de que tratam as obrigações:

...

7.2.4. Implantar pista de pouso e decolagem, com comprimento mínimo de 3.000 m (três mil metros), paralela à pista 15/33, incluindo sistema de pistas de táxi, adequada aos requisitos regulamentares de projeto para: código de referência do aeródromo 4E, pista de aproximação de precisão, categoria II, tanto para operações diurnas como noturnas; e aproximações paralelas independentes, em até 60 (sessenta) meses após a data de Eficácia do Contrato.

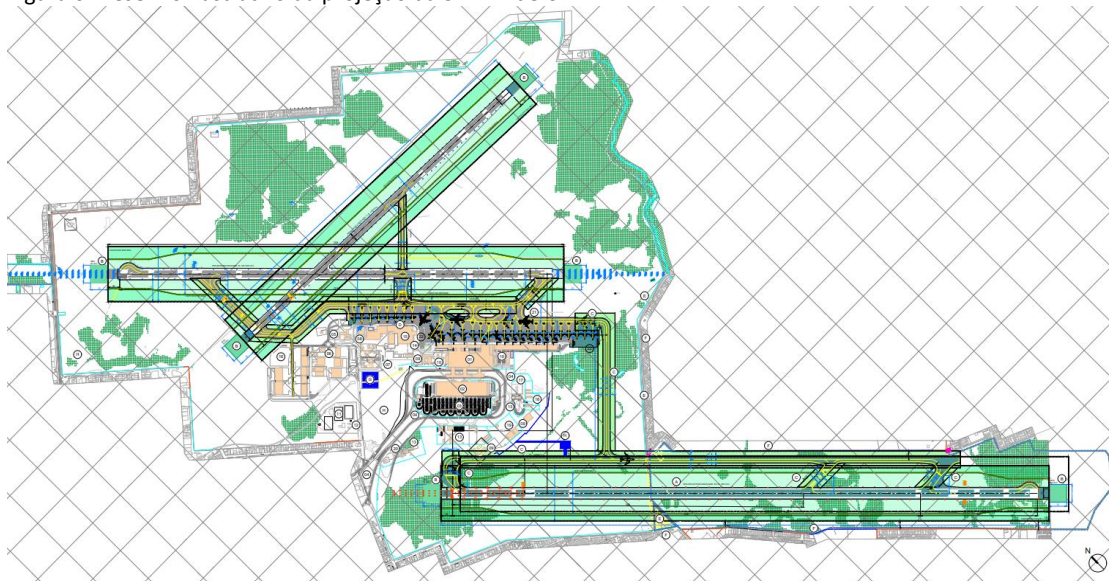
7.2.4.1. O sistema de pistas de táxi deve permitir trajetória completa para táxi de aeronaves, oferecendo ligação entre a pista de pouso e decolagem e as posições de estacionamento de aeronaves.

..."

4.1 Impactos à mobilidade urbana em decorrência da implantação da 3ª PPD

Em primeiro lugar, é importante destacar que não existe alternativa locacional para implantação da 3ª PPD em CWB em outra área que não a área representada na Figura 6 e tampouco, trata-se de um projeto recente.

Figura 6: Desenho ilustrativo da projeção da 3ª PPD de CWB.



Fonte: CCR, Engenharia (2022).

Antigos projetos de implantação da 3ª PPD, elaborados pela então administradora do aeroporto, a Infraero, dão conta que desde 2001, existiam trabalhos referentes à execução do projeto da 3ª PPD naquele local. Referido projeto já constava do Plano Diretor do Aeroporto e, ainda em 2001 foram elaborados estudos para licenciamento ambiental do mesmo.

Dentro do processo de licenciamento, especificamente no Estudo de Impacto Ambiental (Infraero 2001), consta a descrição da intervenção necessária para implantação da pista, bem como as medidas e responsabilidade das ações necessárias para viabilidade da implantação, considerando a área a ser desapropriada, conforme ilustrado na Figura 7.

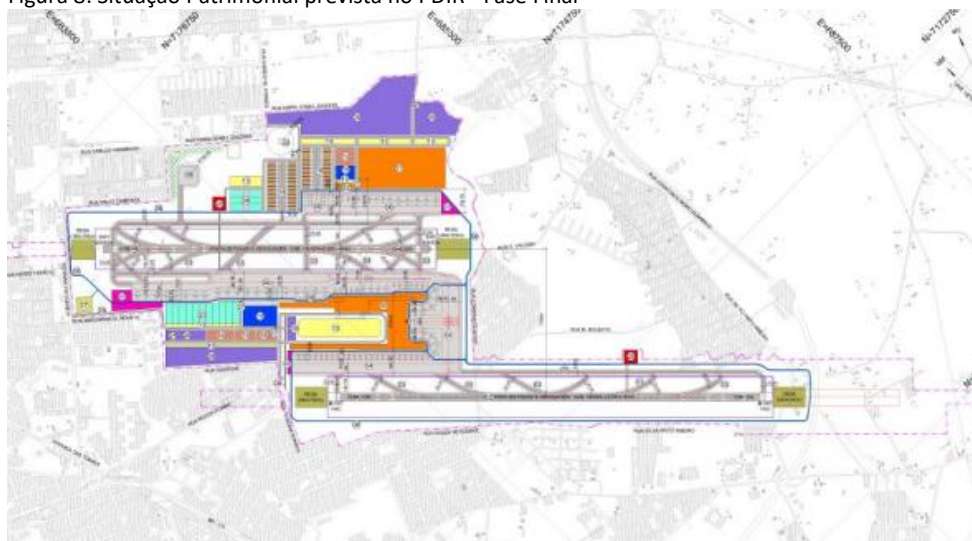
Figura 7: Área de intervenção proposta para os projetos elaborados pela Infraero em 2001.



Fonte: EIA (Infraero, 2001)

Importante notar, ainda, que desde 2011 foram emitidos os competentes decretos para desapropriação das áreas necessárias à construção da 3ªPPD de CWB, já considerando as vias públicas e áreas adjacentes diretamente impactadas pelas obras de implantação do projeto, de modo que o desvio do tráfego local de veículos para vias alternativas está contemplado nos planos da Prefeitura desde o início do projeto e ainda, que a esta mesma área continuou como foco na implantação do projeto elaborado pela Infraero, através do Plano Diretor do Aeroporto (PDIR), aprovado pela Portaria ANAC n.º 1.804/SAI de 13 de julho de 2016, conforme Figura 8.

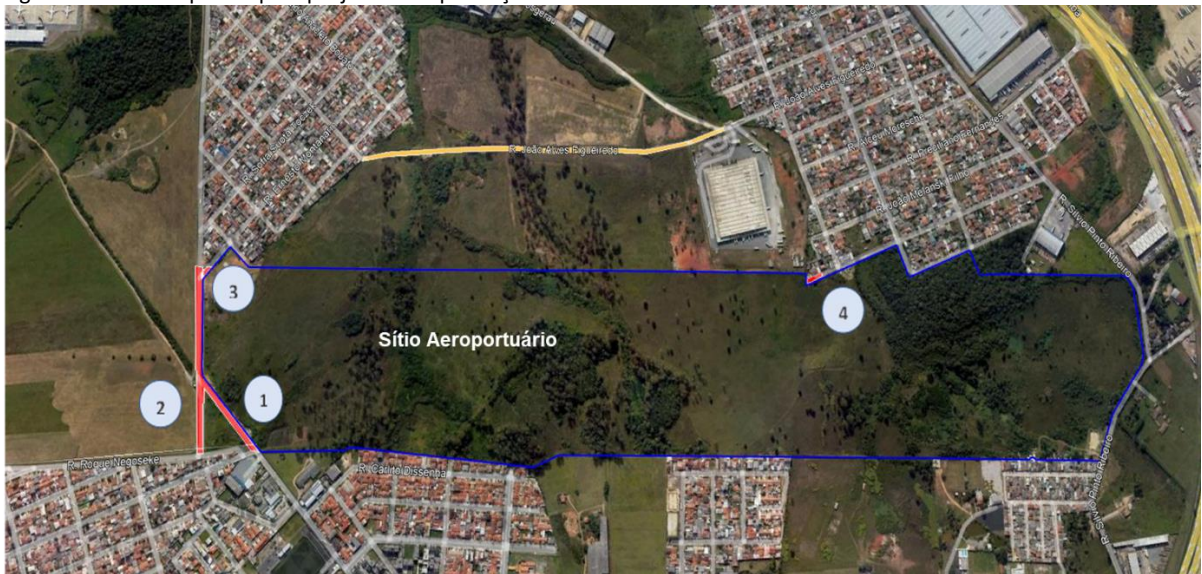
Figura 8: Situação Patrimonial prevista no PDIR - Fase Final



Fonte: Consórcio, 2020.

Neste contexto, verifica-se que a implantação da 3ªPPD depende da desafetação em favor da União Federal de áreas municipais atualmente ocupadas com parte das vias locais, quais sejam, as ruas Constante Moro Sobrinho (405 metros), Antônio Môro (200 metros), Ernesto Montanarin (28 metros) e Rua Dionísio Nabosne (42 metros), considerando que estes viários interferem no traçado da futura 3ª PPD do Aeroporto de Curitiba, conforme identificado na figura abaixo.

Figura 9: Viários impactos pelo projeto de implantação da 3ªPPD



- Área 1 – Rua Antonio Môro - interdição de 200 metros da parte norte da via*
 - Área 2 – Rua Const. Moro Sobrinho – interdição de 405 metros da parte sul da via*
 - Área 3 - Rua Ernesto Montanarin – interdição de 28 metros da parte oeste da via*
 - Área 4 – Rua Dionísio Nabosne – interdição de 42 metros da parte oeste da via*
- *valores aproximados.

5 Impactos associados à implantação da Passagem Inferior sob a Terceira Pista de Pouso e Decolagem

Em relação aos impactos associados à implantação da 3ª PPD, sabemos que são vários impactos socioambientais positivos e negativos que devem ser mapeados, classificados e então, serem estabelecidas as respectivas medidas mitigatórias e/ou compensatórias. Tais impactos e demais ações estão sendo mapeados e tratados em outros estudos, dos quais são necessários para a obtenção das devidas licenças e autorizações de aprovação do projeto e implantação da obra, nas esferas municipal, estadual e federal.

O tema objeto deste Relatório diz respeito a uma hipótese de dupla afetação de parte do viário municipal para passagem da 3ª PPD, ou seja, a manutenção do atual traçado do referido viário por meio de implantação de passagem inferior (túnel) à mencionada pista de pouso e decolagem.

Desta forma, as informações tratadas a seguir dizem respeito da desafetação das vias denominadas Rua Const. Moro Sobrinho e Rua Antonio Môro, indicadas como Área 1 e Área 2 na Figura 9: Viários impactos pelo projeto de implantação da 3ªPPD, no que diz respeito à possível alternativa de implantação de Passagem Inferior no mesmo local das áreas que seriam desafetadas, como medida mitigadora.

Os pareceres abaixo apresentados estão relacionados às questões operacionais e de segurança (Safety e Security) após a implantação da 3ªPPD, com vistas à garantia da segurança operacional e patrimonial do empreendimento e seu entorno.

As informações apresentadas a seguir foram desenvolvidas por equipe multidisciplinar, especialistas em diversas áreas de gestão da CCR Aeroportos e mostram que os riscos e fatores sensíveis relativos à existência de uma passagem inferior (túnel) sob a 3ª PPD no Aeroporto CWB, não justificam sua implantação, dada a existência de uma alternativa viável sem risco (desvio do viário municipal) e já considerada desde o início do planejamento do projeto.

A gestão aeroportuária é abrangida pelas áreas relacionadas na Figura 10 abaixo e, no que diz respeito ao projeto de implantação da 3ª PPD, as áreas destacadas em vermelho são as áreas que têm maior influência no mesmo, sendo essas as áreas que apresentam o parecer técnico sobre a Passagem Inferior (túnel) na 3ªPPD.

Figura 10: Governança de uma Gestão Aeroportuária, participando do projeto da 3ªPPD de CWB



5.1 Parecer da Gerência AVSEC - Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita

Segundo a ANAC (2021), a Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita (AVSEC) é área responsável por garantir a segurança dos passageiros e das aeronaves em relação a atos ilícitos por parte de organizações criminosas ou indivíduos isolados, que acabam gerando impactos negativos ao setor.

Ocorrências de segurança originadas de ameaças intencionais repercutem de forma evidente nos usuários de serviços de transporte aéreo, especialmente quando tais ocorrências causam lesões e perdas de vidas humanas, mas também afeta, consideravelmente, a confiabilidade do serviço, prejudicando o ambiente de negócios. É devido a este contexto que as autoridades governamentais e os atores privados da indústria atuam, de forma colaborativa e coordenada, para garantir a proteção do sistema de aviação civil.

A Agencia Nacional da Aviação Civil (ANAC), tem como competência, no âmbito da matéria de segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita (Aviation Security – AVSEC), a promoção

e desenvolvimento de um arcabouço técnico-regulatório baseado nos riscos associados às operações, estabelecendo medidas preventivas e de resposta que devem ser implementadas pelos operadores, além de padrões técnicos de treinamento e de certificação que devem ser observados pelos centros de instrução e profissionais do setor.

Sob os aspectos de AVSEC são considerados, entre outras normas e documentos legislativos, os seguintes documentos técnicos:

- Decreto nº 11.195, de 8 de setembro de 2022: Dispõe sobre o Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil contra Atos de Interferência Ilícita - PNAVSEC
- ANAC - RBAC 107 Emenda 07: Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – Operador de Aeródromo
- ANAC - IS 107-001 Versão I, aprovado pela Portaria nº 8.068/SIA, de 17.05.2022 - Segurança da aviação contra atos de interferência ilícita – operador de aeródromo

De forma geral, analisamos o contexto e aplicação do conceito dos “Pontos Sensíveis” e “Riscos Associados” para a segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícitas em aeroportos da seguinte maneira:

5.1.1 Pontos Sensíveis:

O Item 41 da RBAC 107.3, trata sobre os Pontos Sensíveis definido como a área, instalação ou facilidade aeroportuária que caso avariados, destruídos ou ainda sob ameaça, redundam na degradação da operação do aeródromo, causando prejuízos operacionais tanto locais quanto nacionais.

(41) Ponto sensível significa a área, instalação ou outra facilidade aeroportuária que, se avariada ou destruída, prejudicará o funcionamento normal do aeródromo; (Redação dada pela Resolução nº 644, de 05.11.2021)

No contexto do sistema de proteção aplicado às áreas e instalações de um aeródromo, vias públicas localizadas sob pistas aeronáuticas (sejam elas pistas de taxiamento – Taxiways – ou pistas de pouso e decolagem – PPD) são consideradas pontos sensíveis num aeródromo.

Nesse aspecto, a regulamentação - RBAC 107.65 (a) (1) e (b) (1) e (2) - estabelece que o operador de aeródromo deve garantir que as barreiras de segurança sejam capazes de dissuadir e dificultar o acesso

indevido (não autorizado) de pessoas às áreas dos pontos sensíveis e, sobretudo, às áreas restritas e operacionais, e, ainda, prover a proteção adequada das áreas e medidas de pronta resposta.

107.65 Pontos Sensíveis

(a) O operador de aeródromo deve ...

(1) A identificação dos pontos sensíveis deve incluir, ao menos, as instalações de auxílio à navegação aérea, instalações de fornecimento de água, energia elétrica e combustível para aviação civil e, ainda, pistas de pouso e decolagem ou pistas de táxi que passem sobre via pública.

(b) Quando o ponto sensível estiver localizado dentro do perímetro patrimonial do aeródromo, o operador de aeródromo deve:

(1) implantar barreiras de segurança que sejam capazes de dissuadir e dificultar o acesso indevido (não autorizado) de pessoas às áreas dos pontos sensíveis; e

(2) manter vigilância dos pontos sensíveis, de forma a garantir a proteção adequada das áreas e medidas de pronta resposta nas situações necessárias, tais como identificação de acesso indevido e de outras ameaças ao funcionamento normal do ponto sensível. (Redação dada pela Resolução nº 644, de 05.11.2021)

A regra neste ponto já deixa clara a incompatibilidade de se ter uma via pública municipal como “Ponto Sensível”, já que, dado seu caráter público, não será possível restringir o seu acesso por qualquer pessoa.

Neste contexto, cabe destacar que pontos sensíveis não devem constituir regra na construção do zoneamento de segurança e, mais ainda, devem ser evitados fora do sítio aeroportuário, em área que não seja restrita (Área Restrita de Segurança - ARS), pois não será possível realizar o devido monitoramento e controle de acesso.

Pontos Sensíveis, por suas características, demandam investimentos na infraestrutura, recursos de vigilância, monitoramento e, por vezes, até controle de acesso.

A própria regulação determina que os pontos sensíveis fora de ARS devem ser designados no Plano de Segurança do Aeroporto, haja vista a necessidade de garantia de nível aceitável de segurança contra atos de interferência ilícita.

5.1.2 Riscos associados

Os riscos associados previsíveis na construção de uma via pública do tipo viaduto sob a PPD dizem respeito à invasão de área restrita (pista) com fins deliberados e atentatórios contra a aviação civil, possibilidade de implantação de artefato explosivo na estrutura, invasões sem fins deliberados contra a aviação civil (curiosidade), dentre outros.

Em casos de ameaça positiva de bomba ou confirmação positiva da situação de emergência, há que se ressaltar que durante o procedimento de gestão de crise, cujo tempo de duração não é possível padronizar, a via pública sob a PPD deverá ficar isolada, ou seja, todo o tráfego de veículos da referida via permanecerá impedido de transitar pela mesma até encerramento dos trabalhos; isso sem contar com a possibilidade de a PPD também ficar bloqueada para operação.

No tocante a invasões, com ou sem propósitos para prática de atos de interferência ilícita, poderá também haver interrupção da operação na PPD, caso o invasor adentre a área de movimentação de aeronaves.

5.1.3 Cases e experiências dos operadores aeroportuários

No Brasil, existem apenas dois casos de passagens inferiores construídos sob Taxiway (pistas de taxiamento) e não sob PPD (pista de pouso e decolagem): Aeroporto de Brasília - DF e Aeroporto do Galeão- RJ. Não existe casos de passagens inferiores para PPD no Brasil.

No aeroporto de Brasília, a via pública viabiliza o acesso que conecta o aeroporto à Base Aérea de Brasília, sendo esta organização militar a responsável legal pelo patrulhamento e vigilância compartilhada das vias laterais do viaduto, conforme Figura 11.

Cabe destacar que no anteprojeto de construção da PPD, a principal opção discutida (2012 em diante) foi o fechamento da via de acesso que já existia (que dava acesso à base aérea), a fim de evitar a construção do viaduto, haja vista as melhores práticas AVSEC atuais e ainda os riscos AVSEC envolvidos na via de passagem pública da via.

Ressalte-se que, desde a construção e operação do viaduto, houve um significativo número de eventos AVSEC que demandaram gerenciamento de crise, com conseqüente fechamento da via, a exemplo de veículos estacionados embaixo da pista sem identificação positiva do condutor e outros eventos típicos.

Em Brasília, contudo, como mencionado, trata-se de um acesso já naturalmente restrito – acesso à Base Aérea. Mesmo assim, houve necessidade de construção de um posto de vigilância na proximidade do viaduto, haja vista a necessidade de rápida intervenção em caso de necessidade (Vide foto abaixo) além do já mencionado aumento de número de eventos AVSEC e consequente fechamento temporário da própria via.

Situação recente, ocorrida em 24 de dezembro de 2022, onde houve tentativa de ato terrorista envolvendo o Aeroporto de Brasília nos dão conta de que um atentado a bomba é realidade em qualquer aeroporto do mundo. Recentemente um artefato foi descoberto em um caminhão estacionado em via de acesso do Aeroporto de Brasília, por sorte antes de sua explosão

Figura 11: Passagem inferior sob duas Taxiways no Aeroporto de Brasília.



Fonte: Google Earth, 2023.

Também o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro - GIG - possui um viaduto sob uma Taxiway. A construção dessa pista, vale mencionar, é anterior ao atentado de 11 de setembro de 2001, quando os padrões de segurança da aviação civil tiveram forte incremento no contexto regulatório.

Apesar de ser uma via pública, a mesma tem baixo fluxo de veículos. Mesmo assim, o operador aeroportuário de Galeão sempre teve problemas de segurança no local e implementou um posto de vigilância fixo abaixo do viaduto, a fim de efetuar controle total do local, conforme Figura 12.

Figura 12: Posto de Vigilância na passagem inferior do Aeroporto Internacional de Galeão



Fonte: Acervo CCR, 2023.

Conflitos de competência

Importante observar, contudo, que a implementação de um posto de vigilância por parte do Operador Aeroportuário em uma via pública tem efeito muito restrito em caso de uma situação de risco. Isso porque o Operador Aeroportuário não tem qualquer poder de polícia para agir em uma situação desta natureza. Seu papel será tão somente de acionar as autoridades competentes.

E aqui reside mais um ponto de atenção. Um conflito de competência sempre suscitado nos casos de vias de passagem públicas sob pistas é o emprego de controles de segurança nas vias públicas. Muitas vezes ocorrências demoram a ser atendidas por conflito negativo de competência (situação em que nenhum órgão de segurança se declara competente para o caso). E mesmo que tal situação não aconteça, é essencial lembrar que, em caso de necessidade de ação/resposta imediata, será necessário aguardar a intervenção da autoridade pública competente (polícia civil, militar), o que pode atrasar o retorno das atividades, podendo afetar a continuidade do serviço público.

Parecer

Diante do contexto acima mencionado, Passagem Inferiores em PPD devem ser evitadas sob o ponto de vista de segurança AVSEC, pois caracterizam a existência de pontos sensíveis onde há, normalmente, dificuldades e limitações para intervenção.

A construção ou existência de viadutos ou vias expressas públicas sob pistas de pouso e decolagem demandam barreiras eficientes, vigilância e monitoramento constante, mas, mesmo com esse controle, não é possível garantir a segurança do local, por falta de competência da atribuição desta atividade por parte do operador do aeródromo.

As boas práticas recomendam que todo e qualquer ponto sensível fique localizado dentro de área restrita de segurança (ARS) pois ficam abrigados e protegidos de atos de interferência ilícita.

Isto posto, a construção de vias públicas, sob pistas de pouso e decolagem (PPD) e ainda sob pistas de táxi devem ser evitadas para o bom desempenho de um sistema aeroportuário.

5.2 Parecer da Gerência de Safety

Segurança é uma das questões mais importantes à aviação. Diferentes nações investem em soluções para tornar os voos cada vez mais seguros. Existem alguns termos sempre citados quando o assunto é prevenção em acidentes aeronáuticos. Dois deles são security e safety.

- Security diz respeito à segurança contra atos ilícitos que podem acontecer dentro e fora dos aviões, como nos aeroportos.
- Safety: se relaciona com a segurança de voo. O programa Universal Safety Oversight Audit Programme - Continuous Monitoring Approach (USOAP CMA) é responsável por regulamentar diretrizes e recomendações e realizar auditorias em diferentes países com o objetivo de garantir a segurança dos voos em todo o mundo.

Segundo auditoria da Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), em 2016, o Brasil cumpriu 95,07% das recomendações internacionais de segurança operacional da aviação civil. Com isso, o país se encontra na quinta posição em relação à prevenção em acidentes aeronáuticos. As questões de segurança em projetos de aeroportos são imprescindíveis e necessárias para garantir a operação segura (CNT, 2016).

Vale mencionar que este é um importante marco, dado que determinadas companhias aéreas podem deixar de operar em países que não apresentam segurança nas operações aéreas, o que representa uma importante perda de conectividade aérea para o país.

Sob os aspectos de Safety é considerada, entre outras normas a RBAC 153: Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência, como base normativa para análise da questão de instalação de passagem inferior na 3ªPPD de CWB.

Através da RBAC 153, podemos destacar algumas situações que, atreladas ao tema de discussão podem representar restrições/paralisação do serviço aéreo ou mesmo paralização/riscos para a via pública urbana:

- Manifestações urbanas: o local pode ser utilizado para greves e manifestações próximas ao aeroporto, que pode gerar problemas e riscos às operações de pouso e decolagem e segurança de voo, devido a utilização de fogos, artefatos explosivos, geração de fumaça e etc.
- Acidentes aeronáutico: em caso de ocorrências com aeronaves durante pouso ou decolagem, tais como excursão de pista, a presença de uma via tão próxima e sob a PPD pode potencializar e resultar em uma ocorrência maior, com danos significativos. O caso abaixo ocorreu na Turquia, onde uma aeronave saiu lateralmente na pista.

Figura 13: Acidente com aeronave na Turquia (Janeiro de 2018)



Fonte: Avião derrapou da pista e parou no barranco à beira mar — Foto: Ihlas News Agency

- Objetos estranhos: conhecidos na aviação como FOD (Foreign Object debris) podem ser arremessados à pista de pouso e decolagem, gerando risco de causar incidentes com as aeronaves.

- **Obstáculos móveis:** dependendo da movimentação de veículos altos na via, pode afetar a superfície de transição da pista de pouso e decolagem (delimitação que existe para assegurar separação vertical entre a trajetória de voo e solo – incluindo elementos físicos tais como edificações, torres, antenas, postes e etc.)
- **Iluminação de via urbana:** para uma decolagem ou pouso bem-sucedido, existe iluminação apropriada para garantia da Segurança Operacional. No entanto, uma iluminação urbana mal colocada, poderá comprometer a segurança de voo, gerando ofuscamento da visão dos pilotos, assim como iluminação urbana pode ser considerada um obstáculo da superfície de transição.
- **Fauna na proximidade do aeroporto:** com circulação de veículos, existe facilidade de abandono de animais, que podem invadir o aeroporto gerando risco de acidentes.
- **Descarte irregular de lixo ou carcaça de animais:** em áreas de movimentação de veículos e pessoas tendem a gerar descarte irregular de lixo e em alguns casos, gerar atropelamentos de animais. Esse tipo de cenário pode atrair aves em áreas próximas a movimentação de aeronaves, que podem gerar risco de colisão e acidentes.
- **Vulnerabilidade da área:** esse tipo de acesso pode gerar vulnerabilidade da área do aeroporto, podendo gerar acesso inadvertido na área operacional, que pode impactar de maneira negativa a segurança das operações.
- **Colisão entre veículos e infraestrutura:** durante a movimentação pode ocorrer colisão entre veículos e infraestrutura, que pode comprometer a estrutura e gerar paralisação das operações, gerando impacto negativo à aviação.
- **Explosões de veículos debaixo da PPD:** acidentes graves, com veículos de passeios ou caminhões, tanto com carregamento de produtos químicos explosivos, corrosivos, inflamáveis ou outros na passagem inferior pode comprometer a estabilidade da pista, comprometendo a segurança de operação da pista e até mesmo da aeronave que possa estar operando no momento em que ocorrer acidentes como estes. No caso de acidentes envolvendo produtos, explosivos, corrosivos ou inflamáveis, mesmo que o acidente não tenha causando dano estrutural na passagem inferior, a pista não poderá ser utilizada, até que a atmosfera da área esteja adequada para operação da aeronave. Visto que o gás emitido pelo produto corrosivo pode danificar a estrutura da aeronave e a fumaça e demais particulados emitidos pela queima

do produto explosivo ou inflamáveis podem comprometer, além da estrutura da aeronave, ser causador de explosões nos motores das aeronaves.

As razões acima são apenas alguns exemplos de potenciais impactos à segurança operacional que uma eventual via pública sob uma PPD pode ocasionar. A gravidade dos riscos acima mencionados fazem com que não haja justificativa para criação da situação ora sob comento (via urbana sob PPD) sobretudo quando outra alternativa viável e sem mencionados riscos existe e pode ser implantada (desvio do viário atualmente existente).

5.3 Parecer sobre Resposta à Emergência

O Sistema de Resposta à Emergência Aeroportuária tem como objetivo:

- Responder em tempo hábil às emergências previstas;
- Salvar vidas;
- Mitigar danos decorrentes de uma emergência aeroportuária;
- Restaurar a operacionalidade do aeródromo.

Sob os aspectos de resposta à emergência é considerada também, entre outras normas, a RBAC 153: Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência, como base normativa para análise da questão de instalação de passagem inferior na 3ªPPD de CWB.

A hipótese de estabelecer uma passagem inferior sob a Taxiway e a 3ªPPD, sob o ponto de vista de Resposta a Emergências é situação que representa grave risco.

Isso porque o aeródromo é dotado dos recursos necessários para, no tempo resposta estabelecido, realizar o atendimento de emergências aeroportuárias. Não há previsão em regulamento para uma série de situações que podem acontecer em um viário sob uma PPD, como é o caso de desabamentos e soterramentos, por exemplo.

153.303 Recursos necessários para o atendimento às emergências aeroportuárias

(a) O operador de aeródromo deve prover e manter operacionais os recursos necessários para

resposta às emergências aeroportuárias, na seguinte composição mínima:

(1) serviços:

- (i) SESCINC;*
- (ii) Ambulâncias.*
- (2) estruturas de coordenação:*
 - (i) Centro de Operações de Emergência (COE);*
 - (ii) Posto de Coordenação Móvel (PCM).*
- (3) recursos externos:*
 - (i) quaisquer entidades externas ao aeródromo, previstas no planejamento de resposta às emergências aeroportuárias.*
 - (4) ferramentas de suporte à localização de ocorrências, pontos de apoio e principais acessos ao aeródromo:*
 - (i) Mapa de grade interno;*
 - (ii) Mapa de grade externo.*
 - (5) Planos resultantes do planejamento do SREA:*
 - (i) Plano de Emergência em Aeródromo (PLEM);*
 - (ii) Plano Contra Incêndio de Aeródromo (PCINC).*
 - (6) Exercícios Simulados de Emergência Aeroportuária.*

153.301 Generalidades

- (a) O operador de aeródromo deve estabelecer, implantar e manter operacional um Sistema de Resposta à Emergência Aeroportuária (SREA) em conformidade à regulamentação específica vigente, adequado ao tipo e ao porte das operações aéreas do aeródromo.*
- (b) O SREA deve ser capaz de:*
 - (1) responder, em tempo hábil, às emergências aeroportuárias que ocorram no aeródromo e no seu entorno;*
 - (2) salvar vidas;*
 - (3) mitigar os danos materiais e as consequências decorrentes de uma emergência aeroportuária; e*
 - (4) estabelecer ações contingenciais para restauração das operações normais do aeródromo.*

153.409 Tempo-Resposta (Vide IS nº 153.409-001)

- (a) O SESCINC deve, em condições ótimas de visibilidade e de superfície de pista, ser capaz de atingir um tempo-resposta não superior a 3 (três) minutos para qualquer ponto de cada pista de pouso e decolagem operacional do aeródromo.*

(1) *Tempo-resposta é o intervalo de tempo decorrido entre o acionamento do SESCINC e o momento em que o(s) primeiro(s) CCI esteja(m) posicionado(s) em condição de aplicar a solução de espuma a um regime de descarga de, pelo menos, 50% do especificado na Tabela 153.403-1 para a categoria do aeródromo.*

Neste contexto, há uma série de situações que poderão impactar as operações aeroportuárias e mesmo representar risco às pessoas que, sob o ponto de vista de resposta a Emergência, devem ser evitadas.

Conflitos de competência

No contexto de Resposta a Emergências, um conflito de competência sempre suscitado nos casos de vias de passagem públicas sob pistas é o emprego de controles de segurança nas vias públicas. Em caso de necessidade de ação/resposta imediata da equipe de resposta e emergência do aeroporto deve se aguardar antes a intervenção do bombeiro militar. Essa necessidade atrasa o retorno das atividades, podendo afetar a continuidade do serviço público.

Parecer

A construção ou existência de viadutos ou vias expressas públicas por sob pistas de pouso e decolagem demandam, dessa forma, uma superestrutura com monitoramento e manutenção constante por parte das autoridades públicas, o que , muitas vezes é inviável.

No ponto de vista de resposta e emergência, portanto, tais situações devem ser evitadas, pois representam potencial risco de existência de pontos críticos em ações de emergência, sendo certo que em situação de catástrofes extremas, os bombeiros de aeródromo não conseguiram agir de maneira imediata e, por conseguinte, não conseguirão realizar o tempo resposta adequado e o resguardo de vidas, que é a sua principal função.

5.4 Parecer sobre os Aspectos de Engenharia

Para implantação de uma PPD é considerada, no momento de desenvolvimento do projeto, a aeronave crítica que pode ser operada na pista (ou seja, a maior aeronave que pode operar com segurança nas condições postas). Assim, a PPD deve suportar o peso, impacto, vibração e atrito causado pela massa total da aeronave crítica com sua carga máxima de transporte.

A região onde será implantada a 3ª PPD no aeroporto de CWB (lembrando que não há viabilidade para sua implantação em outra posição) tem características de encharcamento, solo mole e outras características que deverá ser adequada para suportar a carga de operação da pista e garantir a estabilidade da pista.

Uma eventual passagem inferior nesta mesma região, portanto, deverá ser construída de forma que não alague e, acima desta passagem, deve haver capacidade de suporte suficiente para operar uma PPD. Em tal condição, a compatibilização destes dois equipamentos, sob a ótica de engenharia, torna a construção de alto risco e alta demanda de manutenção.

Neste contexto, podemos destacar o item que trata sob Riscos Geológico-Geotécnicos e Inundações no Estudo de Impacto Ambiental elaborado para esse projeto, cujos pontos mais relevantes sobre a caracterização da área serão descritos abaixo:

Na AID os domínios predominantes se referem aos sedimentos cenozóicos pouco a moderadamente consolidados, associados a pequenas Bacias Continentais do Tipo Rift (DCMRsa), que remetem à Formação Guabirota em relevo de tabuleiros; e aos sedimentos cenozóicos inconsolidados, depositados em ambientes de planícies aluvionares recentes (DCa) do Córrego Maciel e dos Rios da Ressaca, Pequeno e Iguaçu. A unidade DCa ocorre também no setor central da AII, associado à planície fluvial do médio curso do Rio Pequeno.

O Domínio dos Sedimentos Cenozóicos Inconsolidados (DCa), depositados em ambientes de planícies aluvionares recentes compreende as áreas planas ou sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves, de 0 a 3°, situadas ao longo dos rios, que são inundadas periodicamente em épocas de cheias; constituídos por pacotes de material inconsolidado, de espessura variável, formados por sedimentos arenosos e lamosos e, eventualmente, com depósitos de cascalho (CPRM, 2021).

Esses ambientes da unidade DCa são imperfeitamente a mal drenadas nas planícies de inundação e bem a moderadamente drenadas nos terraços, onde se desenvolvem solos mais profundos e estratificados. Em caso de intervenções em área da unidade DCa, poderá haver exigência pela implantação de drenos com o objetivo de reduzir a umidade das planícies e minimizar os efeitos das cheias. Enquanto nos terraços, topograficamente mais elevados, há menor suscetibilidade às inundações sazonais e menor necessidade a projetos de drenagens.

As variações da dinâmica fluvial ao longo do tempo geológico influenciaram o empilhamento de materiais inconsolidados com granulometria bastante variada que condicionam características hidráulicas e geomecânicas distintas, por exemplo, nos níveis compostos por cascalho e areia a permeabilidade é maior e a coesão é menor do que nas lentes e camadas argilosas. Essas características possibilitam capacidade de suporte a obras de pequeno e médio porte.

CPRM (2021) cita como limitações inerentes à unidade DCa os seguintes aspectos principais:

- Maior dificuldade a execução de escavações, perfurações e sondagens em níveis predominantemente compostos por cascalho, onde a resistência à penetração é bastante variável, demandando períodos mais longos para realização de obras e equipamentos mais caros, os quais estão sujeitos a maior desgaste;
- Possibilidade de ocorrência de solos moles (ou argilas moles), que apresentam como características principais alta compressibilidade, baixa resistência, baixa permeabilidade e baixa consistência e, desse modo, com baixa capacidade de suporte e suscetíveis a adensamentos, havendo potencial para recalques e mesmo rupturas de estruturas suportadas nesses materiais;
- Díficeis condições de drenagem devido ao relevo plano e a ocorrência do lençol freático próximo à superfície com elevada suscetibilidade a alagamentos e elevado risco de desestabilização das paredes de escavação de obras civis.

Parecer:

Sob o ponto de vista da engenharia, uma passagem sob a 3ªPPD de CWB representa um alto risco durante o período de construção e também ao longo de sua existência, exigindo constante monitoramento e manutenções preventivas e corretivas.

6 Considerações Finais

Os tópicos abordados neste documento tiveram o objetivo de apresentar as fragilidades em um sistema de pista de pouso e decolagem com passagem inferior e algumas situações em que a existência de passagem inferior em Taxiways mostra constante preocupação com segurança, fragilidade de controle, altos riscos de ações externas com intenção terroristas.

Todos os riscos associados e pontos sensíveis apresentados mostram que passagens inferiores sob uma PPD trazem riscos não aceitáveis ao projeto no que diz respeito a vários aspectos, tais como:

- Risco de Engenharia;
- Fragilidade nas ações de controle contra atos ilícitos;
- Dificuldade e segurança da infraestrutura;
- Dificuldade de atendimento à emergência, atendendo os procedimentos regulatórios sobre o assunto.
- Prejuízo à população em eventos de atendimento à atos de vandalismo, atos ilícitos ou ações de emergência em que o trânsito da via será bloqueado até que a operação normalize.

Além dos aspectos citados, a RBAC 139, item 503, subitem c, lista os critérios que a ANAC deverá considerar para atestar nível equivalente de segurança nas situações em que há pista de taxi em viadutos. Em que pese a legislação não tratar de PPDs em viadutos, pode-se dizer que os mesmos critérios teriam que ser considerados em sua avaliação. Desta forma, é possível entender que: viadutos sob o sistema de infraestrutura aeroportuária são restritos, pré-existentes às normas modernas de segurança da aviação civil e classificados como itens de alto risco que precisam de análise de equivalência de segurança. Por esta razão, novas infraestruturas nestas condições são passíveis de não aprovação pelo critério do risco que representem no caso concreto e, deste modo, a ANAC pode considerar o risco de uma PPD sob viaduto como não aceitável.

Desta forma, a alternativa de implantação de passagem inferior (túnel) à Pista de Pouso e Decolagem a ser construída no Aeroporto CWB como medida de evitar o desvio do viário existente, devido ao bloqueio das Vias Municipais: Rua Const. Moro Sobrinho e Rua Antonio Mouro, indicadas como Área 1 e Área 2 na Figura 9: Viários impactos pelo projeto de implantação da 3ªPPD), se mostra inadequada, frágil ao sistema de segurança operacional, onerosa e de alto risco na solução de engenharia para

adaptação da área para as duas infraestruturas (3ª PPD + Passagem Inferior) e insegura para a várias partes interessadas.

7 Parecer Final

A viabilidade de implementação de desvio do viário existente para um viário alternativo, já considerada por ocasião dos estudos originais do projeto nos anos 2010 e seguintes, faz com que a assunção dos riscos inerentes à existência de do viário municipal sob a PPD de CWB não se justifique sob qualquer ângulo que o tema possa ser analisado.

A eventual autorização para implementação de viário sob a nova PPD, portanto, feriria o dever de cautela das autoridades públicas competentes e colocaria em desarrazoado risco a segurança e a vida das pessoas - direitos fundamentais assegurado pela Constituição Federal.

Neste contexto, inclusive, vale mencionar que eventuais concretizações dos graves riscos apresentados neste parecer poderão ensejar responsabilidade civil, criminal e administrativa dos envolvidos, sejam eles agentes públicos ou privados.

Pelas razões acima apresentadas, a CCR Aeroportos, por meio de sua equipe de especialistas em diversas áreas de operação aeroportuária, tem como parecer final a inviabilidade desta alternativa, devendo ser estudadas outras formas de contornar para o bloqueio das vias públicas municipais ora sob comento.

8 Referência Bibliográfica

- Agencia Nacional da Aviação Civil. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL. RBAC 107 Emenda 07: Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – Operador de Aeródromo
- Agencia Nacional da Aviação Civil. Portaria nº 8.068/SIA, de 17 de mai. de 2022. Aprova a INSTRUÇÃO SUPLEMENTAR – IS Nº 107-001 Revisão I IS 107-001 Versão I. Segurança da aviação contra atos de interferência ilícita – operador de aeródromo
- Agencia Nacional da Aviação Civil. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL. RBAC nº 153 - EMENDA nº 06. Aeródromos - Operação, manutenção e resposta à emergência. Publicado em 15 de mar. de 2021.
- BRASIL. Decreto nº 11.195, de 8 de set. de 2022. Dispõe sobre o Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil contra Atos de Interferência Ilícita – PNAVSEC. Presidência da Republica
- CPEA. Estudo de Impacto Ambiental – Implantação da Terceira Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional Afonso Pena. São Paulo, SP. 2023.
- Confederação Nacional de Transporte. Brasil está entre os cinco países com aviação civil mais segura do mundo. Agência CNT Transporte Atual. 2016. <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/brasil-esta-entre-os-cinco-paises-com-aviacao-civil-mais-segura-do-mundo-cnt>>. Acesso em: 19, janeiro de 2023.
- Globo.com. Aviões atravessam pontes sobre estrada na Alemanha. Casa Vogue. 2015.<<https://casavogue.globo.com/Curiosidades/noticia/2013/02/avioes-atravessam-pontes-sobre-estrada-na-alemanha.html>>. Acesso em: 19, janeiro de 2023.
- Infraero – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. Relatório Final INF-07/99-Rev3. Volume I – Relatório. Estudo de Impacto Ambiental das obras e serviços de engenharia de implantação da pista de pouso 15R/33L Do Aeroporto Internacional Afonso Pena. Curitiba/PR. 2001.
- Ministério da Infraestrutura. O que é AVSEC/Facilitação? Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita e Facilitação do Transporte Aéreo. Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), 2021.Disponível em: <<https://www.gov.br/anac/pt-br/assuntos/regulados/aerodromos/avsec/o-que-e>>. Acesso em: 19, janeiro de 2023.

- Superintendência de Infraestrutura Aeroportuária - SIA. REGULAMENTO BRASILEIRO DA AVIAÇÃO CIVIL. RBAC Nº 139 EMENDA Nº 06. Certificação Operacional de Aeroportos. Publicado em 26 de set. de 2022.

Anexo 4-7 Estudo da Infraway

PARECER TÉCNICO

REVISÃO 02

ANÁLISE DE INTERFERÊNCIA DE VIA PÚBLICA PARA IMPLANTAÇÃO DA NOVA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM (PPD) NO AEROPORTO INTERNACIONAL AFONSO PENA/PR (SBCT/CWB)



ELABORADO POR
INFRAWAY Engenharia

ELABORADO PARA
CCR Aeroportos
Abril/2024

Responsáveis Técnicos

Thiago Pimentel Nykiel

Coordenador Geral

Eng. Thiago Pimentel Nykiel

CREA: SP 5063173870

Eduardo S. Borges

Coordenador de Planejamento Aeroportuário

Eng. Eduardo Saraiva Borges

CREA: SP 5068964084

Nathana A. Lima

Coordenadora de Infraestrutura Aeroportuária

Eng. Nathana Alcântara Lima

CREA: SP 5069468156

Limitação de Responsabilidade

O presente parecer técnico foi solicitado pela CCR Aeroportos à INFRAWAY Engenharia para que fosse avaliada a aderência das alternativas para contornar a interferência da via pública local cuja locação se encontra na área de implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional Afonso Pena – SBCT (CWB), localizado no Município de São José dos Pinhais/PR, com as normas e recomendações nacionais e internacionais de aeroportos. A análise foi realizada frente às boas práticas internacionais e regulamentos vigentes.

As análises que seguem estão embasadas nos documentos disponibilizados pelos órgãos e entidades internacionalmente reconhecidos, em informações provenientes de estudos de casos de outros aeroportos e nos dados obtidos junto ao aeroporto.

O conteúdo aqui apresentado tem o objetivo único de subsidiar o processo com a visão técnica sobre a questão, fazendo uso das informações disponíveis até o momento da elaboração deste documento, e não deve ser utilizado fora do contexto em que está inserido.

Sumário

Objetivo	5
Introdução	6
1 Referências Bibliográficas	8
2 Revisão Bibliográfica	9
2.1 RBAC 107 – EMD 09 – Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita.....	9
2.2 Aerodrome Design Manual - Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays (Doc 9157 - Part 2).....	11
2.3 Aerodrome Design Manual - Part 3 - Pavements (Doc 9157 - Part 3).....	12
2.4 FAA. AC 150/5300-13B: Airport-Design	14
2.5 FAA. AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation	16
3 Estudo de Casos	17
3.1 Aeroporto de Manchester (IATA: MAN, ICAO: EGCC)	17
3.2 Aeroporto Internacional de Dubai (IATA: DXB, ICAO: OMDB)	18
3.3 Aeroporto Internacional de Porto Alegre (IATA: POA, ICAO: SBPA)	20
4 Caso de Interesse	23
4.1 Aeroporto Internacional Afonso Pena (IATA: CWB, ICAO: SBCT).....	23
4.1.1 Interferência da Expansão do Aeroporto com Vias Públicas	23
4.1.2 Estudo de Alternativas	25
5 Conclusões	35

OBJETIVO

Este documento tem como objetivo apresentar o Parecer Técnico acerca da aderência das alternativas para contornar a interferência da via pública local que se encontra na área de implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional Afonso Pena – SBCT (CWB), considerando as normas vigentes à época, as recomendações e as boas práticas internacionais e os aspectos referentes à segurança operacional.

INTRODUÇÃO

O presente Parecer Técnico está inserido no contexto das tratativas sobre a implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem junto ao Grupo de Assessoramento Técnico do Município de São José dos Pinhais/PR, município no qual está situado o aeroporto.

Neste documento, estão avaliadas alternativas para tratar das interferências entre vias públicas existentes, isto é, as ruas Antônio Môro e Constante Moro Sobrinho, e a Nova Pista de Pouso e Decolagem do Aeroporto Internacional Afonso Pena, conforme apresentado na Figura 0-1 a seguir.

Figura 0-1: Interferência entre Construção da Nova PPD e Via Pública - Aeroporto Internacional Afonso Pena



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

No contexto de desativação das duas vias públicas existentes para implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem, foram avaliadas as possibilidades para lidar com o fluxo de veículos que atualmente passam por essas vias, sendo elas a construção de túnel onde atualmente existe a Rua Constante Moro Sobrinho, para manutenção do fluxo de veículos em sua locação atual, e o desvio do fluxo de veículos para vias alternativas.

Estrutura do Parecer Técnico

A fim de expor os aspectos relevantes da análise realizada, este Parecer Técnico é constituído pelos seguintes capítulos:

- **Capítulo 1 – Referências Bibliográficas:** lista as normas e regulamentos, nacionais e internacionais, consultados para embasar o desenvolvimento das análises realizadas neste documento;
- **Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica:** destaca os itens das normas e dos regulamentos listados no capítulo anterior em que há recomendações relacionadas ao assunto de interesse deste Parecer Técnico, sejam eles rodovias e túneis locados no interior ou adjacentes à área de um aeroporto;
- **Capítulo 3 – Estudo de Caso:** apresenta estudo de casos de outros aeroportos em que a locação de uma via pública interferia com a expansão das instalações aeroportuárias. Neste capítulo, para cada aeroporto analisado, são apresentadas a solução adotada para a via pública mediante a realização da expansão e a motivação para sua adoção.

- **Capítulo 4 – Caso de Interesse:** apresenta informações a respeito do Aeroporto Internacional Afonso Pena e da via pública impactada pela implantação da nova Pista de Pouso e Decolagem.
- **Capítulo 5 – Conclusões:** apresenta as conclusões e recomendações técnicas para tratar da interferência da futura pista de pouso e decolagem com a via pública, de acordo com as informações analisadas.

1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Este Laudo Técnico foi elaborado com base em normas, regulamentos e orientações emitidos pelas seguintes agências:

- **ANAC:** A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), uma das agências reguladoras federais do País, foi criada para regular e fiscalizar as atividades da aviação civil e a infraestrutura aeronáutica e aeroportuária no Brasil. Por meio de Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil (RBAC) e Instruções Suplementares (IS) a ANAC estabelece requisitos destinados à aviação civil brasileira.
- **ICAO:** A Organização da Aviação Civil Internacional, conhecida por sua sigla em inglês, ICAO (*International Civil Aviation Organization*), é uma agência especializada das Nações Unidas (ONU) criada em 1944 com 191 Estados Membros. Seus principais objetivos são o desenvolvimento dos princípios e técnicas de navegação aérea internacional e a organização e o progresso dos transportes aéreos, de modo a favorecer a segurança, a eficiência, a economia e o desenvolvimento dos serviços aéreos.
- **FAA:** A Administração Federal de Aviação, sigla em inglês FAA (*Federal Aviation Administration*) é a maior agência de transporte do governo dos EUA e regula todos os aspectos da aviação civil no país, bem como nas águas internacionais circundantes. Seus poderes incluem gerenciamento de tráfego aéreo e certificação de pessoal e aeronaves, estabelecendo padrões para aeroportos.

A lista de documentos, nacionais e internacionais, consultados para a elaboração deste Laudo Técnico está apresentada abaixo:

- **AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL - ANAC. RBAC nº 107 - EMENDA nº 09 Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita.** Brasília, 2023;
- **INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION – ICAO. Aerodrome Design Manual – Taxiways, Aprons and Holding Bays (Doc 9157 – Part 2), 5th Edition.** Montreal, 2020;
- **INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION – ICAO. Aerodrome Design Manual – Pavements (Doc 9157 – Part 3), 3rd Edition.** Montreal, 2022;
- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION – FAA. AC 150/5300-13B: Airport-Design.** Washington, 2022;
- **FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION – FAA. AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation.** Washington, 2021.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, são destacados os itens das normas e dos regulamentos listados no capítulo anterior em que há conteúdos relacionadas ao assunto de interesse deste Laudo Técnico. Ressalta-se que, para a elaboração deste Laudo Técnico, foram consultados tanto documentos nacionais quanto internacionais, sendo que as normas e regulamentos internacionais, independentemente da natureza de seu conteúdo, são levados em consideração apenas com caráter recomendatório, já que não são contemplados pelo sistema legal brasileiro.

Apesar da condição de recomendação do ponto de vista legal, as normas e regulações internacionais são boas práticas do setor e sua observância é de extrema relevância para o aeroporto, no contexto de inserção na malha aérea internacional.

Destaca-se ainda que o Decreto Nº 21.713, de 27 de agosto de 1946, promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional (CACI), que define, em seu Artigo 12 sobre Regras de Tráfego, o seguinte:

“Cada um dos Estados contratantes se comprometer a tomar as medidas necessárias para assegurar que todas as aeronaves que vôem sobre seu território, ou manobrem dentro dele e todas as aeronaves que levem o distintivo de sua nacionalidade, onde quer que se encontrem, observem as regras e regulamentos que regem vôos e manobras de aeronaves. Cada um dos Estados contratantes se comprometem a manter seus próprios regulamentos tanto quanto possível, semelhantes aos que venham a ser estabelecidos em virtude desta Convenção. Cada um dos Estados contratantes se compromete a processar todos os infratores dos regulamentos em vigor.”

Assim, cabe ressaltar que, apesar da operação aérea nacional se fundamentar na regulamentação incidente estabelecida pela ANAC por meio do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) e das Instruções Suplementares e pelo DECEA por meio de suas portarias, aos voos internacionais incidem também o regulamento internacional estabelecido pela ICAO, bem como incidem as normas constantes dos Anexos à CACI.

2.1 RBAC 107 – EMD 09 – Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita

A Emenda 09 do RBAC 107, regulamento nacional publicado pela ANAC que trata da Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita, classifica que “pistas de pouso e decolagem ou pistas de táxi que passem sobre via pública” são considerados um ponto sensível em um aeroporto, por se tratar de uma infraestrutura que, se avariada ou destruída, prejudicará o funcionamento normal do aeroporto. O trecho da norma que contém essa consideração está destacado na Figura 2-1 a seguir.

Figura 2-1: Item 107.65, RBAC 107 – EMD 09

<p>107.65 Pontos Sensíveis</p> <p>(a) O operador de aeródromo deve identificar os pontos sensíveis, situados dentro e fora do perímetro patrimonial do aeródromo, e suas áreas adjacentes, demarcando-os em plantas do sítio aeroportuário e entorno, de forma que permita a interpretação clara dos pontos.</p> <p>(1) A identificação dos pontos sensíveis deve incluir, ao menos, as instalações de auxílio à navegação aérea, instalações de fornecimento de água, energia elétrica e combustível para aviação civil e, ainda, pistas de pouso e decolagem ou pistas de táxi que passem sobre via pública.</p> <p>(b) Quando o ponto sensível estiver localizado dentro do perímetro patrimonial do aeródromo, o operador de aeródromo deve:</p> <p>(1) implantar barreiras de segurança que sejam capazes de dissuadir e dificultar o acesso indevido (não autorizado) de pessoas às áreas dos pontos sensíveis; e</p> <p>(2) manter vigilância dos pontos sensíveis, de forma a garantir a proteção adequada das áreas e medidas de pronta resposta nas situações necessárias, tais como identificação de acesso indevido e de outras ameaças ao funcionamento normal do ponto sensível. <u>(Redação dada pela Resolução nº 644, de 05.11.2021) (././resolucoes/2021/resolucao-no-644-05-11-2021)</u></p> <p>(c) Na aplicação das medidas estabelecidas no parágrafo 107.65(b)(1) o operador de aeródromo deve observar os seguintes requisitos:</p> <p>(1) As barreiras de segurança utilizadas devem atender as características gerais estabelecidas no parágrafo 107.67(a).</p> <p>(2) Quando, em função de limitações operacionais, as instalações do ponto sensível não puderem ser adequadamente protegidas por barreiras de segurança, o operador do aeródromo deve empregar controle de segurança alternativo apropriado.</p> <p>(d) Quando o ponto sensível estiver localizado fora do perímetro patrimonial do aeródromo, deverá ser protegido pela organização encarregada de sua operação.</p> <p>(1) No caso de ponto sensível operado pelo operador de aeródromo, este deve atender o parágrafo 107.65(b).</p> <p>(2) No caso de ponto sensível operado por organização distinta do operador de aeródromo, este deve realizar gestão junto à organização responsável para buscar o atendimento do parágrafo 107.65(b).</p> <p>(i) O operador de aeródromo deve supervisionar a eficácia das barreiras de segurança e da atividade de vigilância mantida pela organização responsável.</p>

Fonte: RBAC 107 – EMD 09 – Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita. Grifo nosso.

Dessa forma, este regulamento nacional evidencia que a existência de túneis sob infraestruturas destinadas ao tráfego de aeronaves, tais quais pistas de pouso e decolagem e pistas de táxi, resulta em uma maior vulnerabilidade destas infraestruturas, implicando em maiores riscos no que diz respeito à segurança contra atos ilícitos.

Cabe aqui ressaltar que, conforme estabelecido na nomenclatura e nas terminologias estabelecidas pela ANAC, bem como na ICA 63-12/2021 do DECEA, os atos de interferência ilícita consistem dos atos ou tentativas de atos que põem em risco a segurança da aviação civil, incluindo, mas não limitado à (ao):

- a) apoderamento de aeronave;
- b) destruição de aeronave em serviço;
- c) manutenção de refém a bordo de aeronaves ou em aeródromos;
- d) invasão a aeronave, aeroporto ou instalação aeronáutica;
- e) introdução de arma, artefato ou material perigoso, com intenções criminosas, a bordo de aeronave ou em um aeroporto;

- f) uso de aeronave em serviço com propósito de causar morte, ferimentos graves ou prejuízos graves à propriedade ou ao meio ambiente;
- g) comunicação de informação falsa que coloque em risco a segurança de aeronave em voo ou no solo, dos passageiros, tripulação, pessoal de terra ou público em geral, no aeroporto ou nas dependências de instalação de navegação aérea;
- h) ataque a aeronaves utilizando Sistema Antiaéreo Portátil;
- i) ataque a aeronaves utilizando arma de fogo;
- j) interferência nos auxílios a navegação;
- k) interferência em sistema de informação de missão crítica do SISCEAB;
- l) uso de drone que possa afetar a segurança da aviação; e
- m) acionamento do código transponder 7500.

2.2 Aerodrome Design Manual - Part 2 - Taxiways, Aprons and Holding Bays (Doc 9157 - Part 2)

A Parte 2 do *Aerodrome Design Manual* (Manual de Projeto de Aeródromo), documento da ICAO que apresenta considerações e premissas para dimensionamento e elaboração de projetos de Pistas de Táxi, Pátios e Baías de Espera, traz, em seu item 1.4 *Taxiways on Bridges*, ou, em tradução livre, Pistas de Táxi sobre Pontes, orientações e recomendações para infraestruturas destinadas ao tráfego de aeronaves que possuem um fluxo de veículos passando por baixo de sua estrutura.

Neste item do Manual, o subitem 1.4.2, relativo à localização de tais infraestruturas, traz considerações a respeito de possíveis ações para minimização de problemas operacionais e econômicos que podem advir da construção de infraestruturas para fluxo de aeronaves sobre pontes. Tais considerações podem ser observadas em trechos do Manual, destacados na Figura 2-2, traduzidos de forma livre a seguir, para melhor compreensão:

“1.4.2 Por razões operacionais e econômicas, o número de estruturas em pontes necessárias e os problemas relacionados a estas podem ser minimizados por meio da aplicação das seguintes diretrizes:

- a) se possível, os trechos (de vias) em superfície devem ser redirecionados de modo que o menor número de pistas ou pistas de táxi seja afetado;”***

Figura 2-2: Item 1.4.2, Doc 9157 - Part 2

Siting	
1.4.2	For operational and economic reasons the number of bridging structures required and problems related therewith can be minimized by applying the following guidelines:
a)	if possible, the surface modes should be routed so that the least number of runways or taxiways will be affected;
b)	the surface modes should be concentrated so that preferably all can be bridged with a single structure;
c)	a bridge should be located on a straight portion of a taxiway with a straight portion provided on both ends of the bridge to facilitate the alignment of the aeroplanes approaching the bridge;
d)	rapid exit taxiways should not be located on a bridge; and
e)	bridge locations that could have an adverse effect upon the instrument landing system, the approach lighting or runway/taxiway lighting systems should be avoided.

Fonte: Doc 9157 - Part 2. Grifo nosso.

Dessa forma, este Manual da ICAO recomenda que, quando existir a possibilidade, **seja preferida solução de desvio de vias em detrimento da manutenção de tais vias mediante construção de pontes/túneis**, a fim de minimizar impactos operacionais e econômicos.

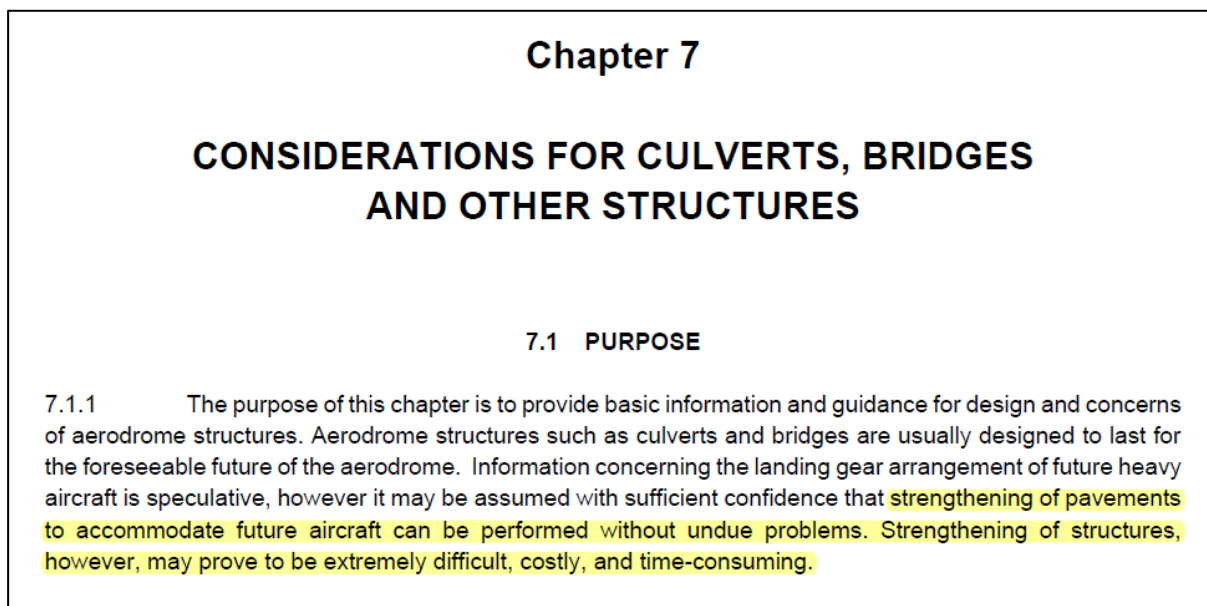
2.3 Aerodrome Design Manual - Part 3 - Pavements (Doc 9157 - Part 3)

A Parte 3 do *Aerodrome Design Manual* (Manual de Projeto de Aeródromo), documento da ICAO que apresenta considerações a respeito do design de Pavimentos Aeroportuários, traz, em seu capítulo 7, *Considerations for Culverts, Bridges and Other Structures*, ou, em tradução livre, Considerações sobre Bueiros, Pontes e Outras Estruturas, informações e orientações para o design das infraestruturas aeroportuárias supracitadas.

Neste capítulo, o item 7.1.1, traz considerações a respeito da dificuldade da realização de reforço estrutural de pontes frente ao surgimento da necessidade de aumentar sua capacidade para permitir o crescimento do aeroporto e o aumento do porte das aeronaves atendidas por ele. Tal consideração pode ser observada em trecho da Circular, destacados na Figura 2-3, traduzido de forma livre a seguir, para melhor compreensão:

“[...] o reforço de pavimentos para acomodar futuras aeronaves pode ser realizado sem maiores problemas. O reforço de estruturas (em ponte), no entanto, pode revelar-se extremamente difícil, dispendioso e demorado.”

Figura 2-3: Item 7.1, Doc 9157 - Part 3

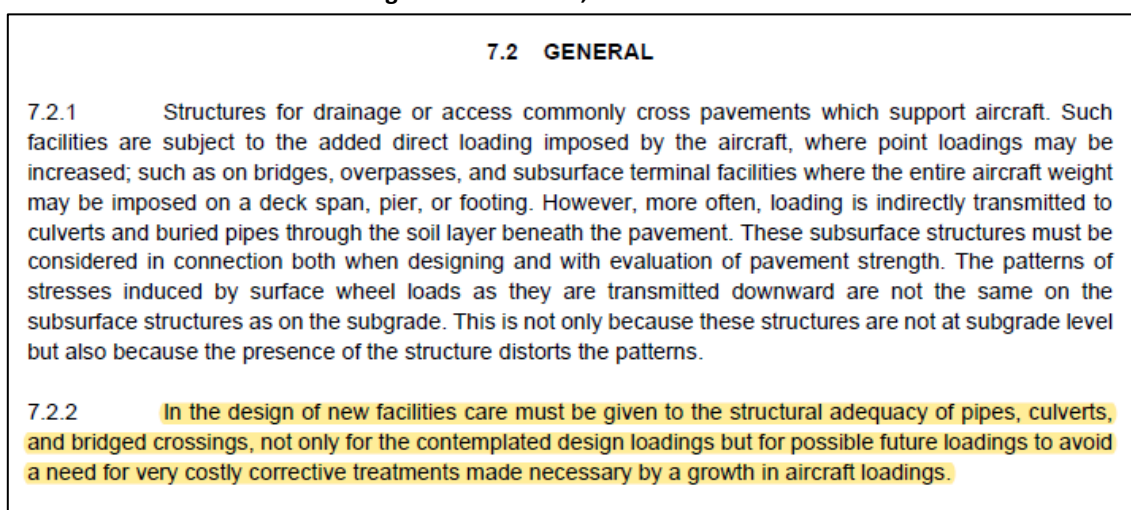


Fonte: Doc 9157 - Part 3. Grifo nosso.

No item 7.2.2, é mencionada e recomendação de superdimensionamento de estruturas em pontes destinadas ao tráfego de aeronaves a fim de garantir que esta seja adequada para possíveis cargas futuras, mediante dificuldade de realização de reforços, conforme pontuado no item 7.1.1. Tal recomendação pode ser observada em trecho da Circular, destacado na Figura 2-4, traduzido de forma livre a seguir, para melhor compreensão:

“No projeto de novas instalações, deve-se ter cuidado com a adequação estrutural de tubulações, bueiros e travessias de pontes, não apenas para as cargas de projeto contempladas, mas também para possíveis cargas futuras, para evitar a necessidade de tratamentos corretivos muito dispendiosos, necessários mediante crescimento da carga das aeronaves.”

Figura 2-4: Item 7.2, Doc 9157 - Part 3



Fonte: Doc 9157 - Part 3. Grifo nosso.

Dessa forma, este Manual da ICAO destaca que a construção de estruturas em ponte para passagem de aeronaves tem como consequência maiores dificuldades, custos e tempo de construção, associados à necessidade de superdimensionamento, frente à dificuldade de realização de eventuais reforços.

2.4 FAA. AC 150/5300-13B: Airport-Design

A Circular AC 150/5300-13B, documento da FAA que trata de Projeto de Aeroportos, em seu item 6.2, *Airfield Bridges and Tunnels*, ou, em tradução livre, Pontes e Túneis de Aeródromos, traz em seu conteúdo orientações acerca dos padrões de projeto a serem considerados na construção de pontes e túneis em aeródromos.

Nos itens 6.2.1.2 e 6.2.2.1 são feitas considerações a respeito da possibilidade de desvio de vias a fim de evitar a necessidade de construção de pontes ou túneis em aeródromos. Tais considerações podem ser observadas em trechos da Circular, destacados na Figura 2-5, traduzidos de forma livre a seguir, para melhor compreensão:

“6.2.1.2 Por razões econômicas e de segurança, avaliar se a relocação do elemento restritivo (por exemplo, via pública) evita a necessidade de construir uma ponte ou túnel.

6.2.2.1 Práticas Recomendadas

- 1. Direcionar ou redirecionar o elemento restritivo para afetar o menor número de pistas e/ou pistas de táxi.”***

Figura 2-5: Itens 6.2.1 e 6.2.2, 2.4 FAA. AC 150/5300-13B: Airport-Design

6.2	Airfield Bridges and Tunnels.
6.2.1	General.
6.2.1.1	This section presents guidance for general design standards and considerations for airfield bridges and tunnels only. It is not for use in structural design.
6.2.1.2	An airfield bridge or tunnel may be necessary due to airport physical constraints such as space, the presence of roadways, railways, terrain, bodies of water, or the need to construct systems to move passengers and luggage. For safety as well as economic reasons, assess whether relocation of the constraining feature (e.g., public roadway) prevents the need to construct a bridge or tunnel. Examples of airfield applications include: <ol style="list-style-type: none"> 1. Bridge for a runway or parallel taxiway over a public highway 2. Taxiway bridge crossing an airport entrance road 3. Tunnel under an apron for people mover trains or baggage tugs.
6.2.2	Bridge Siting.
6.2.2.1	Recommended Practices. <ol style="list-style-type: none"> 1. Route or reroute the constraining feature(s) to affect the fewest runways and/or taxiways. 2. Co-align the constraining feature(s), including utilities, so that a single structure resolves all conflicts. 3. Locate bridges and tunnels along runways and tangent portions of taxiways; away from intersections, exits, or curves. 4. Design bridge locations to prevent an adverse effect upon the airport's drainage systems, utility service lines, airfield lighting circuits, ILS, or ALS. 5. Design bridge elevations to facilitate implementation of standard runway or taxiway grading, as applicable. See paragraphs 3.16 and 4.14. 6. Where practical, make provisions for a separate bridge structure for service vehicles and ARFF equipment, per paragraphs 6.5.2 and 6.5.3, to ensure unimpeded access to their response path.

Fonte: 2.4 FAA. AC 150/5300-13B: Airport-Design. Grifo nosso.

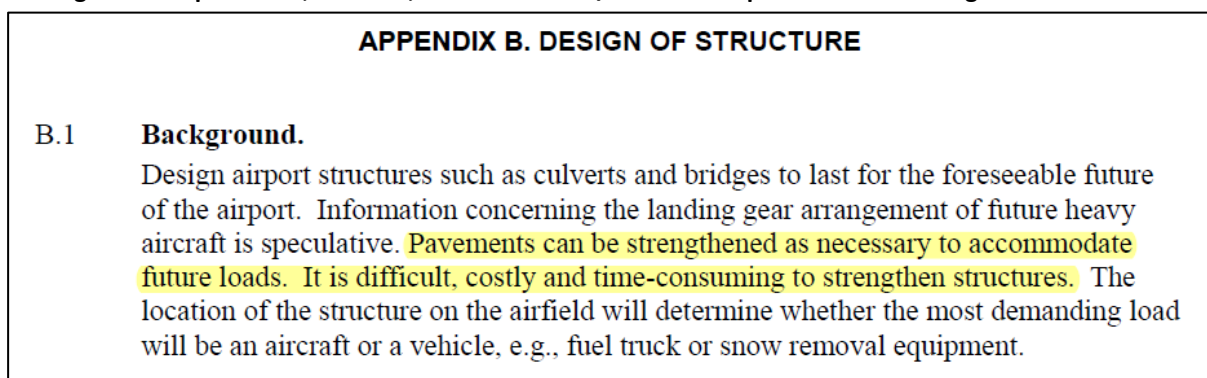
Desta forma, esta Circular da FAA traz como recomendação a realização de desvio ou relocação de elementos restritivos, tais quais vias públicas em detrimento da construção de pontes ou túneis, por razões econômicas e de segurança.

2.5 FAA. AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation

A Circular AC 150/5320-6G, documento da FAA que trata de Projeto e Avaliação de Pavimentos Aeroportuários, em seu Apêndice B, *Design of Structures*, ou, em tradução livre, Projeto de Estruturas, traz considerações a respeito da dificuldade de realização de reforços em estruturas (tais quais pontes e túneis). Tais considerações podem ser observadas em trechos da Circular, destacados na Figura 2-6, traduzidos de forma livre a seguir, para melhor compreensão:

“Os pavimentos podem ser reforçados conforme necessário para acomodar cargas futuras. É difícil, dispendioso e demorado reforçar estruturas.”

Figura 2-6: Apêndice B, Item B.1, 2.5 FAA. AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation



Fonte: 2.5 FAA. AC 150/5320-6G: Airport Pavement Design and Evaluation. Grifo nosso.

Dessa forma, esta Circular da FAA destaca a dificuldade, o custo e o tempo de construção como pontos de atenção para realização de eventuais reforços em estruturas como pontes e túneis.

3 ESTUDO DE CASOS

Neste capítulo são apresentados casos de aeroportos em que a expansão de infraestrutura ocupou um espaço anteriormente ocupado por uma ou mais vias locais. A fim de expor quais condições são decisivas na tomada de decisão acerca da solução de preservação do local do fluxo de veículos ou desvio da via cuja locação interfere com a infraestrutura aeroportuária, são apresentados neste Parecer Técnico casos de aeroportos que adotaram uma das alternativas apresentadas anteriormente: (i) construção de túnel/ponte ou (ii) desvio do sistema viário.

Dessa forma, os próximos dois subcapítulos tratam dos casos do Aeroporto de Manchester e do Aeroporto Internacional de Dubai, ambos com túneis passando sob suas pistas de pouso e decolagem, sendo destacadas a natureza e função das vias de interesse e os fatores relevantes para sua manutenção.

O terceiro subcapítulo apresenta o caso do Aeroporto Internacional de Porto Alegre que, diante do cenário de ampliação de sua pista de pouso e decolagem sobre via pública, recorreu à desativação desta via e redirecionamento do tráfego para vias existentes com melhorias.

3.1 Aeroporto de Manchester (IATA: MAN, ICAO: EGCC)

O Aeroporto de Manchester possui atualmente duas Pistas de Pouso e Decolagem Paralelas, a PPD 05L/23R, inaugurada em 1937 e a PPD 05R/23L, inaugurada em 2001. Atualmente, ambas as Pistas de Pouso e Decolagem possuem túneis sob suas infraestruturas, para permitir a passagem do fluxo de veículos da Autoestrada A538.

Segundo documentações da história deste aeroporto, no ano de 1937 a primeira PPD, atualmente denominada 05L/23R, foi originalmente construída com 1.006 m de comprimento e, entre os anos de 1952 e 1981 passou por obras de expansão que levaram à implementação de seu comprimento operacional atual, de 3.048 m.

Devido a tais obras de expansão, na segunda metade do século XX, tal Pista de Pouso e Decolagem veio a ocupar um espaço anteriormente ocupado pela Autoestrada A538, uma rodovia do Reino Unido que realiza a ligação de diversas cidades localizadas no condado de *Great Manchester*. Frente a relevância desta autoestrada para a interligação de cidades da região, a solução adotada para permitir a expansão foi a de construção de túnel sob a Pista de Pouso e Decolagem, para possibilitar a manutenção da autoestrada.

Adicionalmente, outro fator relevante para a manutenção da rodovia é o fato de que esta é um importante acesso ao próprio aeroporto e, portanto, a interrupção ou desvio de seu fluxo prejudicaria o acesso de milhares de passageiros e funcionários a um dos maiores aeroportos do Reino Unido.

Com o aumento da demanda no Aeroporto, na década de 90 foi iniciado processo de desenvolvimento de projeto para construção da segunda Pista de Pouso e Decolagem, a PPD 05R/23L. Este projeto de expansão, que previa construção da Pista também em área ocupada pela Autoestrada A538, adotou a mesma solução de construção de túnel sob sua estrutura, para manutenção da rodovia, pelos mesmos motivos considerados no contexto da expansão da primeira PPD.

A locação da Autoestrada A358, que passa sob ambas as Pistas de Pouso e Decolagem do Aeroporto de Manchester, pode ser observada pela mancha amarela apresentada na Figura 3-1 a seguir.

Figura 3-1: Aeroporto de Manchester e Autoestrada A538, 06/2023



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 06/2023.

Esta autoestrada apresenta uma configuração de duas faixas para circulação de veículos em fluxos de mão e contramão, em seu trecho aberto próximo ao Aeroporto de Manchester, e se alarga para adquirir uma configuração de 4 faixas em seu trecho em túnel, conforme pode ser visto na Figura 3-2 a seguir.

Figura 3-2: Autoestrada A538, trecho aberto e trecho em túnel

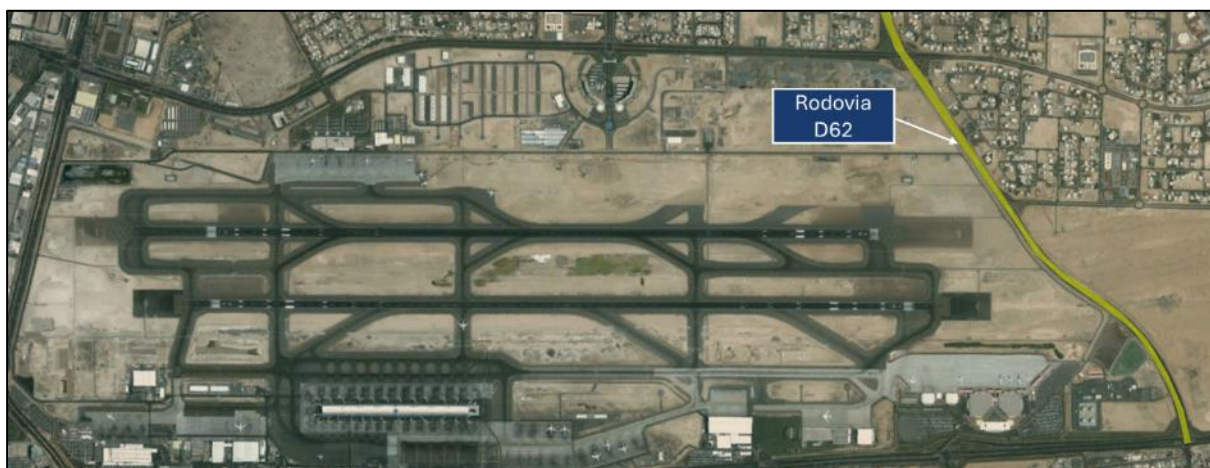


Fonte: INFRAWAY Engenharia, Street View Google Maps – 12/03/2023.

3.2 Aeroporto Internacional de Dubai (IATA: DXB, ICAO: OMDB)

O Aeroporto Internacional de Dubai passou por um grande processo de expansão no início dos anos 2000 em que uma de suas Pistas de Pouso e Decolagem, a PPD 12R/30L, teve sua dimensão aumentada de 4.000 m para um comprimento total de 4.447 m. A realização deste processo de expansão se deu de forma a ocupar uma área anteriormente ocupada pela Rodovia D62, o que exigiu adoção de alguma solução para redirecionar o tráfego de veículos desta via. A localização da Rodovia D62 anteriormente à realização do projeto de expansão, no ano de 2002, pode ser observada na Figura 3-3 abaixo.

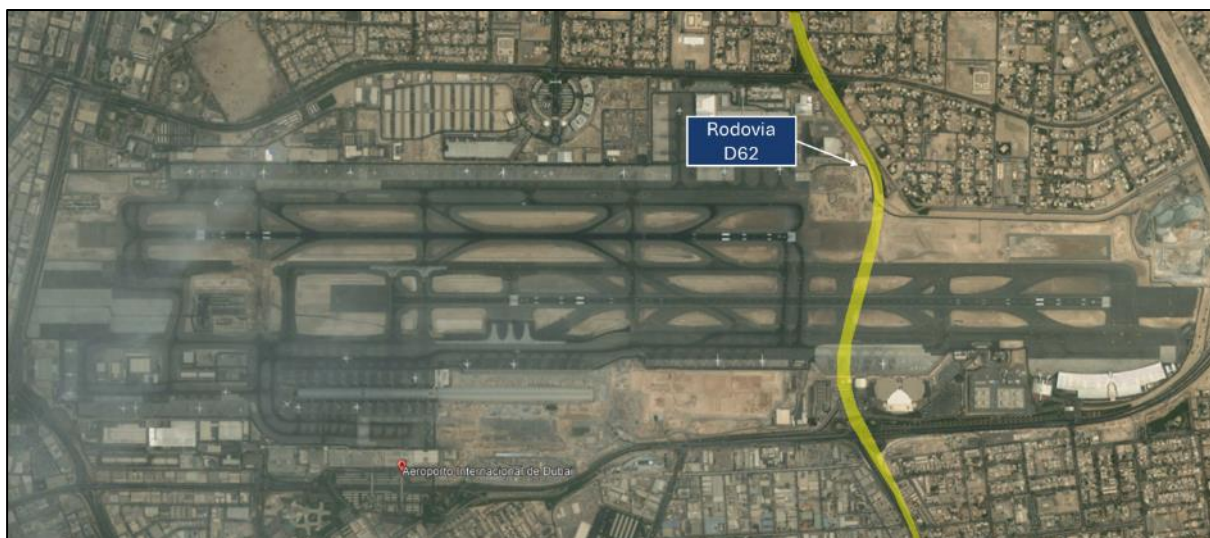
Figura 3-3: Aeroporto de Dubai e Rodovia D62, 05/2002



Fonte: INFRAWAY Engenharia, GoogleEarth – 05/2002.

Para este projeto de expansão, a solução adotada para acomodar o tráfego da via impactada foi de construção de túnel associada a um desvio de rota, devido à relevância desta rodovia para o trânsito local. A locação da Rodovia D62 após finalizado o projeto de expansão, no ano de 2007, pode ser observada na Figura 3-4 abaixo.

Figura 3-4: Aeroporto de Dubai e Rodovia D62, 08/2007

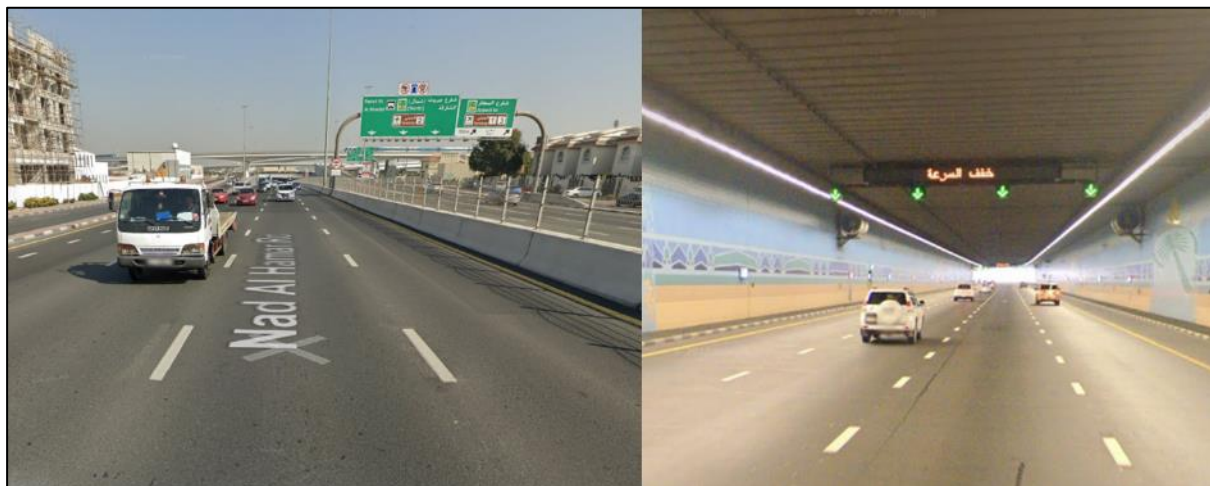


Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 08/2007.

Sendo a D62 uma rodovia de grande porte, que já contava com 8 faixas para tráfego de veículos antes do projeto de expansão do aeroporto, sua manutenção foi relevante para garantir o bom funcionamento do sistema rodoviário de Dubai. Para permitir a manutenção dessa rodovia, foi construído o *Dubai Airport Tunnel*, em tradução livre, Túnel do Aeroporto de Dubai. Este túnel é o mais longo do Oriente Médio, tendo sido projetado para garantir o fluxo de veículos e reduzir congestionamentos entre Dubai e o norte dos Emirados Árabes. Com uma extensão de 1,5 km, 8 vias e capacidade para tráfego de aproximadamente 8.000 veículos/hora, a construção deste túnel pode ser classificada como uma grande obra de engenharia, devido a sua magnitude e complexidade,

justificada pela necessidade de manutenção do fluxo de tráfego intenso já existente. As características dessa rodovia, em seu trecho aberto e em seu trecho de túnel, podem ser observadas na Figura 3-5 a seguir.

Figura 3-5: Rodovia D62, trecho aberto e trecho em túnel



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Street View Google Maps – 12/03/2023.

3.3 Aeroporto Internacional de Porto Alegre (IATA: POA, ICAO: SBPA)

O Aeroporto Internacional de Porto Alegre passou por um processo de ampliação de sua Pista de Pouso e Decolagem entre os anos de 2019 e 2022. A PPD 11/29, que contava com um comprimento operacional de 2.280 m foi ampliada para 3.200 m, atendendo à exigência do contrato de Concessão firmado pela Fraport, atual concessionária do Aeroporto.

A realização da ampliação da Pista de Pouso e Decolagem se deu de forma a ocupar espaço anteriormente ocupado por trecho da Av. Dique, avenida da Zona Norte da cidade de Porto Alegre destinada ao fluxo de duas faixas de veículos, em fluxos de mão e contramão. Esta interferência entre via e área de ampliação da PPD levou à necessidade de solução para redirecionar o fluxo de veículos desta via. A locação da Av. Dique, anteriormente à realização do projeto de expansão, no ano de 2018, pode ser observada na Figura 3-6 abaixo e suas características podem ser observadas na Figura 3-7 a seguir, que mostra trecho existente desta mesma avenida.

Figura 3-6: Aeroporto Internacional de Porto Alegre e Avenida Dique, 07/2018



Fonte: INFRAWAY Engenharia, GoogleEarth – 07/2018.

Figura 3-7: Vista aérea do trecho da Avenida Dique que foi desativado.



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – Imagem Histórica 15/06/2015.

Para o projeto de ampliação da PPD 11/29, a solução adotada para acomodar o tráfego da Av. Dique foi suprimir o trecho de via localizado na área de construção da nova PPD associada a garantir um caminho alternativo. A desativação do trecho da avenida foi realizada associada a um incremento do sistema viário da região, que contou com obras de expansão de outra avenida da região, a Severo Dulus, para que este fosse capaz de receber de forma efetiva o fluxo de veículos que antes passava pela Av. Dique.

A situação do Aeroporto Internacional de Porto Alegre após conclusão do projeto de ampliação da PPD, bem como o caminho alternativo disponibilizado para absorção do tráfego de veículos antes absorvido pelo trecho desativado da Av. Dique, pode ser observados na Figura 3-8 a seguir.

Figura 3-8: Aeroporto Internacional de Porto Alegre e Avenida Dique, 04/2023



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

4 CASO DE INTERESSE

Neste capítulo são apresentadas informações a respeito do Aeroporto Internacional Afonso Pena e das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Môro, vias públicas atualmente locadas na área de interesse de implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem do aeroporto. Complementarmente, são apresentadas informações a respeito de duas possíveis soluções para permitir a ampliação da infraestrutura aeroportuária, relacionadas à manutenção ou ao desvio da via local, a fim de possibilitar uma análise a respeito dos benefícios e malefícios relacionados a cada uma delas.

4.1 Aeroporto Internacional Afonso Pena (IATA: CWB, ICAO: SBCT)

O Aeroporto Internacional Afonso Pena possui atualmente duas Pistas de Pouso e Decolagem, a PPD Principal, 15/33, de 2.218 m de comprimento e a PPD auxiliar, 11/29, com 1.798 m de comprimento. Para garantir maior alcance das aeronaves que operam no aeroporto, o Contrato de Concessão previu a implantação de nova pista de pouso e decolagem 15R/33L com 3.000 m de comprimento, pista essa a ser implantada em região ao sul do Terminal de Passageiros, conforme indicado na Figura 4-1 a seguir.

Figura 4-1: Área de Interesse para Construção da Nova PPD do Aeroporto Internacional Afonso Pena



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

4.1.1 Interferência da Expansão do Aeroporto com Vias Públicas

No contexto de expansão do aeroporto, parte de duas vias locais se encontram na área de implantação da Nova Pista de Pouso e Decolagem e não poderão continuar a existir em sua condição atual em razão de sua interferência com as novas infraestruturas do aeroporto. A locação das vias públicas em questão, denominadas Rua Constante Moro Sobrinho e Rua Antônio Môro, pode ser observada na Figura 4-2 a seguir.

Figura 4-2: Localização da Rua Constante Moro Sobrinho



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

A Rua Constante Moro Sobrinho é uma via pública que interliga diretamente os bairros Quissisana e Cruzeiro, adjacentes ao Aeroporto Internacional Afonso Pena, na cidade de São José dos Pinhais, e se trata de uma via de mão dupla composta por duas faixas, conforme pode ser visto na Figura 4-3 a seguir. Esta via se trata de uma via coletora que compõe a malha viária e garante o fluxo de veículos dos bairros adjacentes ao Aeroporto a outros pontos da Cidade de São José dos Pinhais.

Figura 4-3: Rua Constante Moro Sobrinho



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Street View Google Maps – 03/2023.

A Rua Antônio Môro é uma via pública situada na divisa dos bairros Cruzeiro e Costeira, bairros estes dispostos ao sul do Aeroporto, e se trata de uma via de mão dupla composta por duas faixas, conforme pode ser visto na Figura 4-4 a seguir. Esta via começa na Rua Constante Moro Sobrinho e se prolonga até a Alameda Arpo.

Figura 4-4: Rua Antônio Môro



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Street View Google Maps – 05/2023.

Apesar de estas vias serem adjacente à área do Aeroporto, elas não fazem parte do sistema viário de acesso ao Terminal de Passageiros.

4.1.2 Estudo de Alternativas

Para garantir a continuidade do tráfego de veículos entre os dois bairros supracitados, mediante implantação da Nova PPD do Aeroporto Internacional Afonso Pena, pode-se destacar duas possíveis soluções:

- i. Construir túnel sob a Pista de Pouso e Decolagem, a fim de manter curso similar ao já existente na Rua Constante Moro Sobrinho;
- ii. Suprimir os trechos das vias localizados na área de construção da nova PPD associada a garantir um caminho alternativo viável para interligação entre os bairros Quissisana e Cruzeiro.

No que diz respeito à execução, a solução (i) exigiria a construção de cerca de 400 m de túnel, enquanto uma possível execução para a solução (ii) seria utilizar o sistema de vias já existentes para um novo caminho entre os bairros, com eventuais melhorias de infraestrutura, resultando em um aumento de deslocamento de cerca de 5 km, a depender da origem destino considerados. A Figura 4-5 e a Figura 4-6 ilustram a proposta de trajeto a ser seguido pelos veículos para chegar do bairro Quissisana ao bairro Cruzeiro.

Figura 4-5: Percurso dos Veículos – Solução (i)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

Figura 4-6: Percurso dos Veículos – Solução (ii)

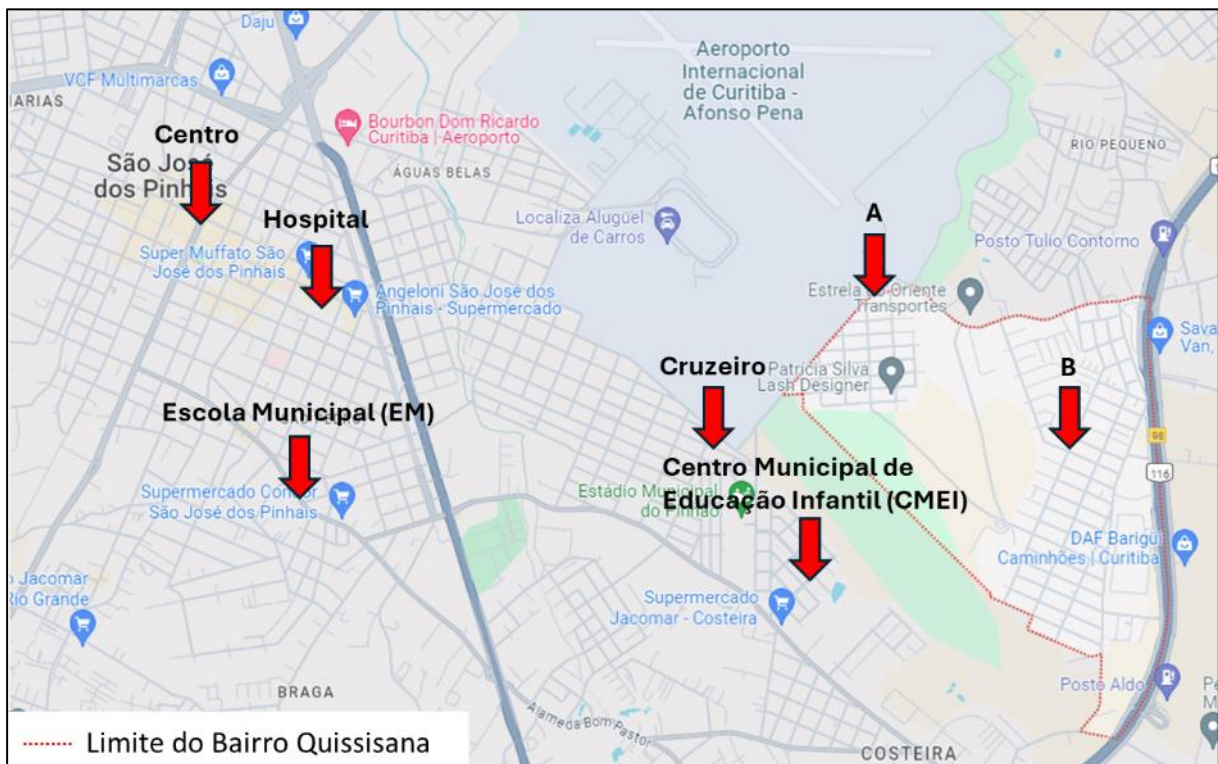


Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Earth – 04/2023.

4.1.2.1 Impacto no Tráfego de Veículos – Simulação de Trajeto

Para que seja possível identificar o impacto no tráfego de veículos da região com a adoção da solução (ii), foi realizada a análise de tempo de deslocamento para cada uma das soluções. Esta análise foi realizada por meio de simulação de trajeto no Google Maps e considerou o fluxo de veículos entre 2 pontos do bairro Quissisana (pontos A e B) para locais de interesse no município de São José dos Pinhais, apresentados na Figura 4-7 e na Tabela 4-1 a seguir.

Figura 4-7: Mapa de Locais de Origem e Destino das Simulações entre o bairro Quissisana (pontos A e B) e Regiões de Interesse



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps.

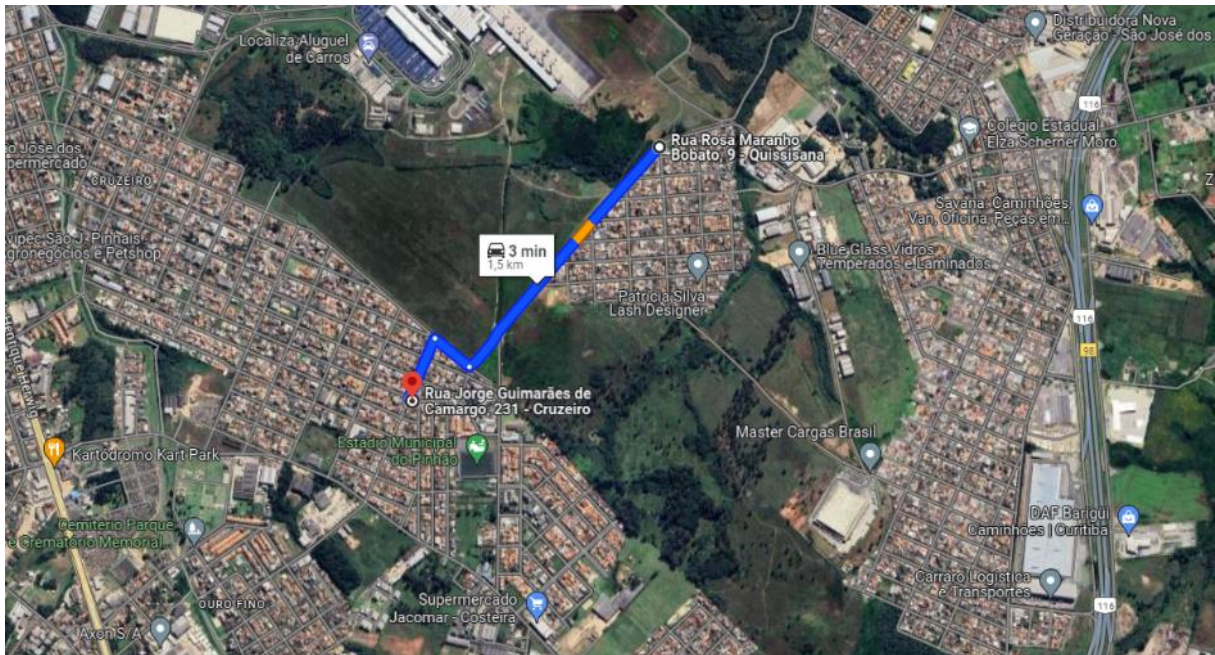
Tabela 4-1: Trajetos Simulados

Origem		Destino	
Local	Endereço	Local	Endereço
Quissisana (A)	R. Rosa Maranhão Bobato, 9	Cruzeiro	R. Jorge Guimarães de Camargo, 231
		Centro	Av. Rui Barbosa, 9170
		Hospital Novaclínica	R. Quinze de Novembro, 2316
		EM Pedro Moro Redeschi	R. Joinville, 2678
		CMEI Ipê Amarelo	R. Heitor Môro, 229
Quissisana (B)	R. Francisco Dirceu Chiurato, 60	Cruzeiro	R. Jorge Guimarães de Camargo, 231

Fonte: INFRAWAY Engenharia.

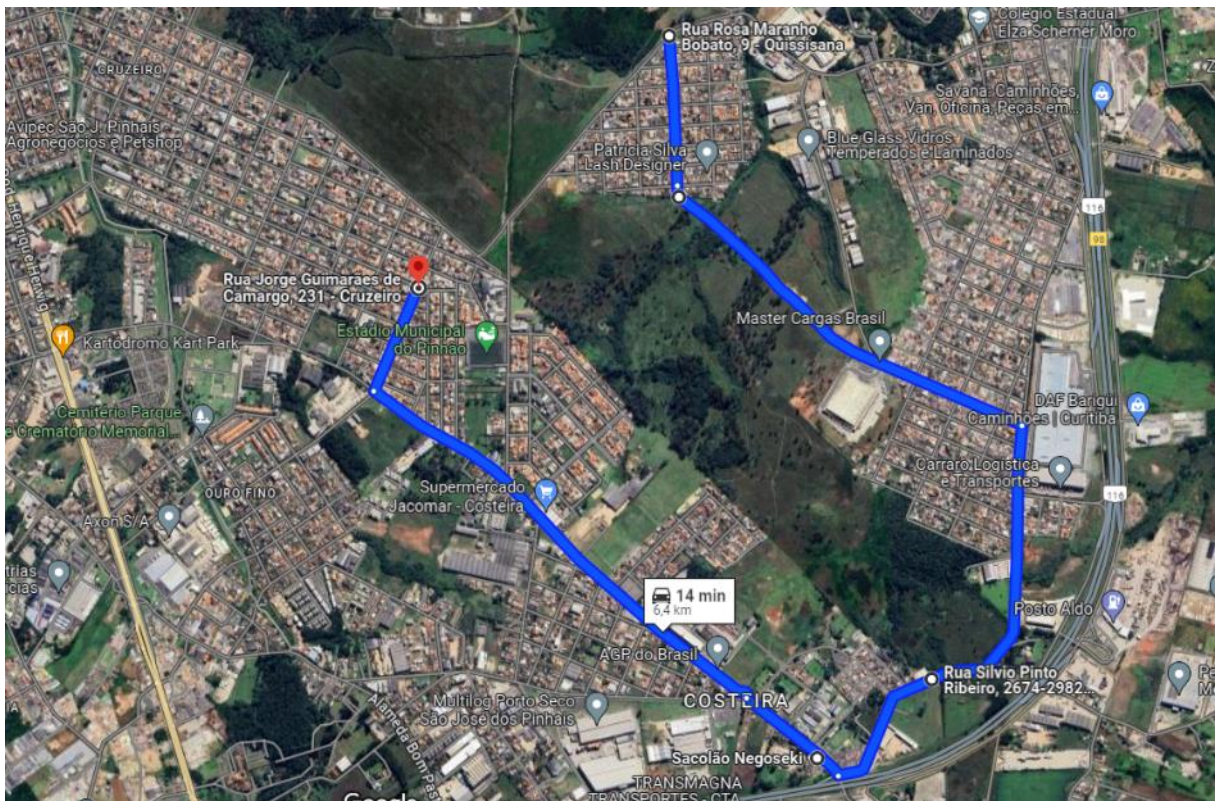
As Figura 4-8 a Figura 4-9a seguir apresentam as simulações realizadas e a Tabela 4-2 resume os resultados de distância e tempo de percurso encontrados.

Figura 4-8: Simulação de Percurso entre os bairros Quissisana e Cruzeiro – Solução (i)



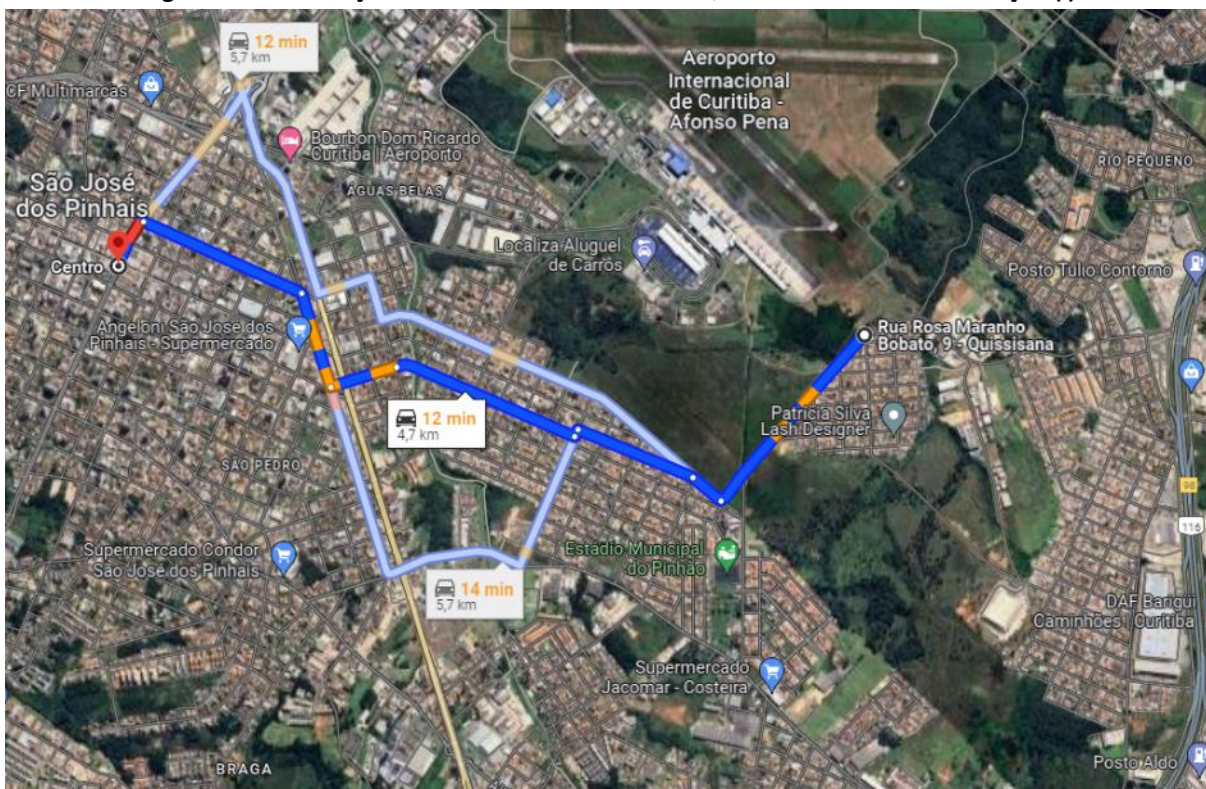
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-9: Simulação de Percurso entre os bairros Quissisana e Cruzeiro – Solução (ii)



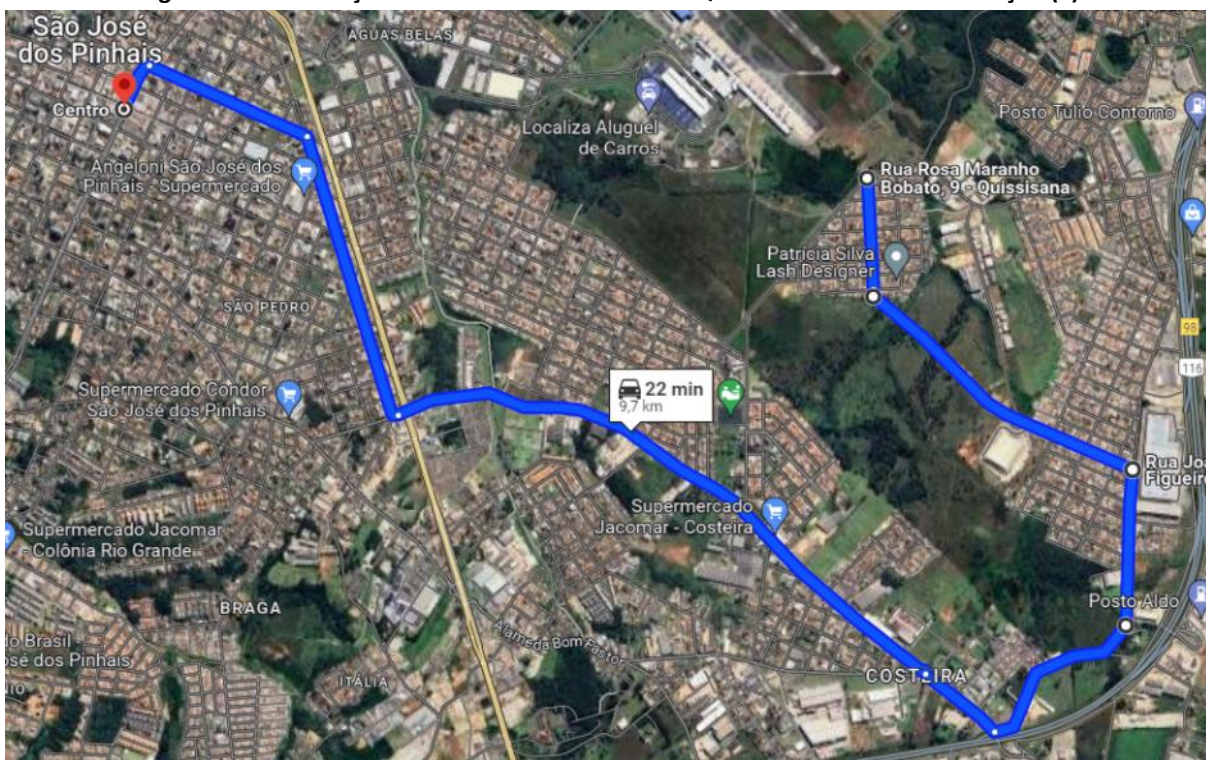
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-10: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Centro – Solução (i)



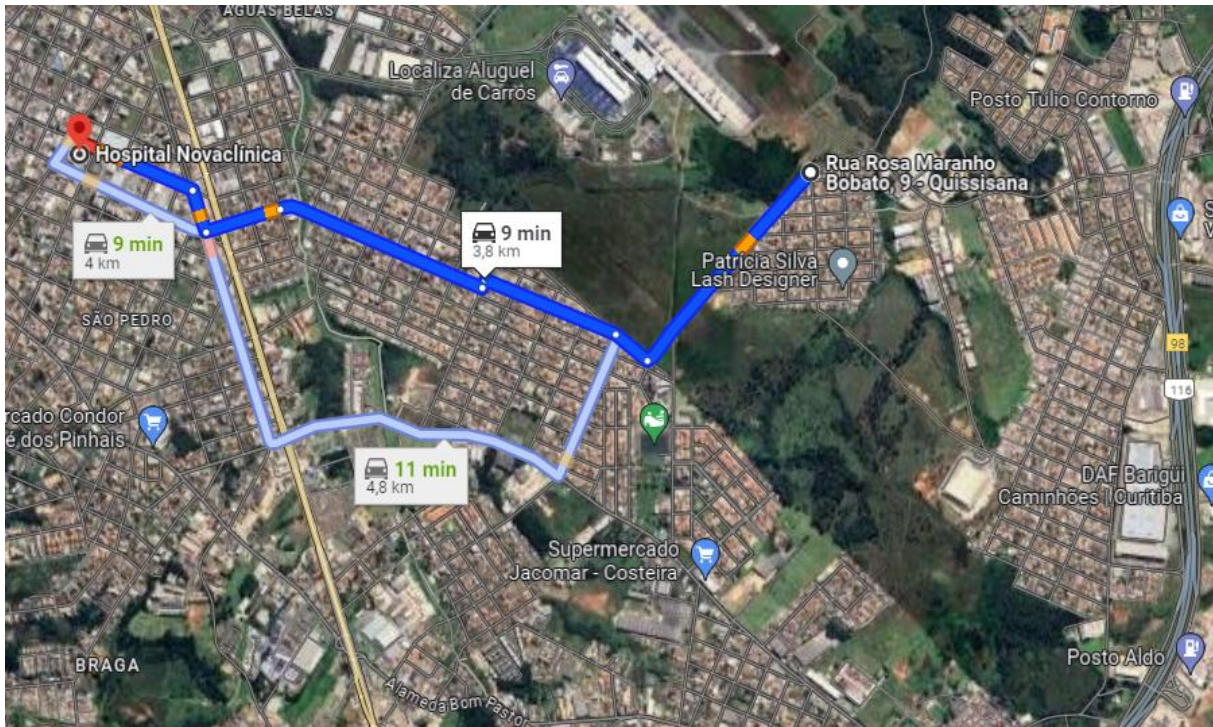
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-11: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Centro – Solução (ii)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-12: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Hospital Novaclínica– Solução (i)



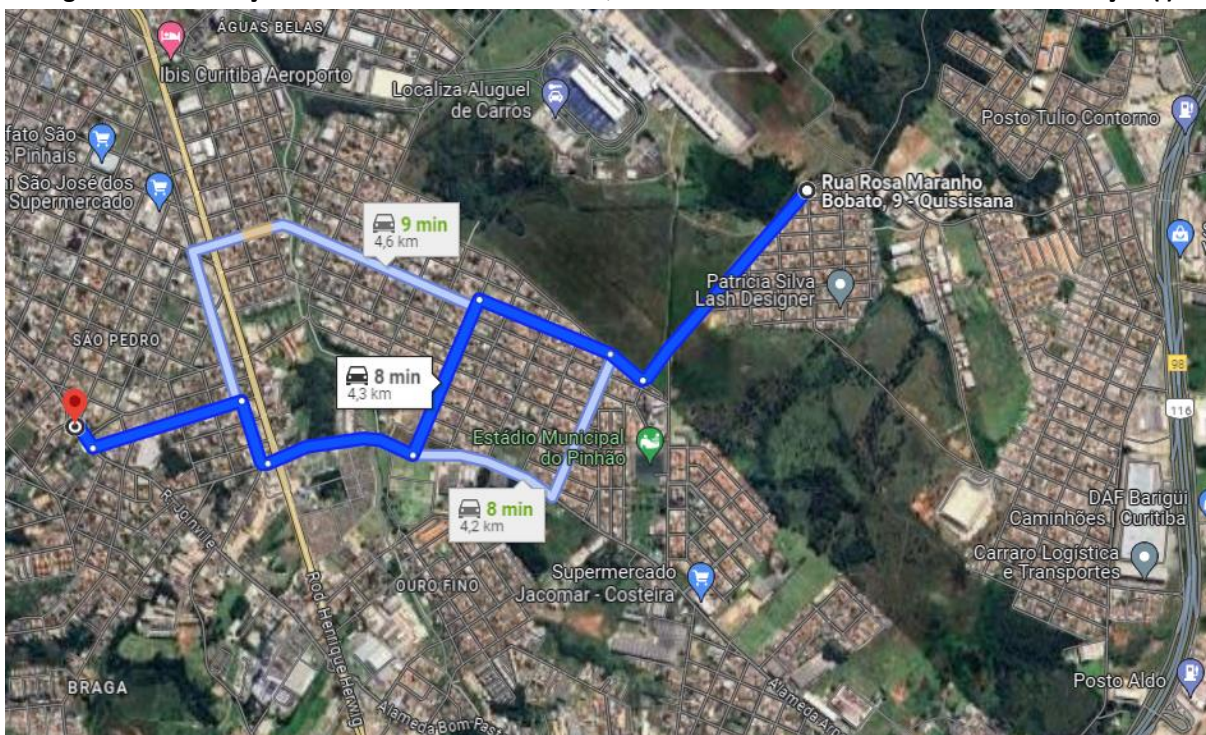
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-13: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Hospital Novaclínica – Solução (ii)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-14 Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e a EM Pedro Moro Redeschi – Solução (i)



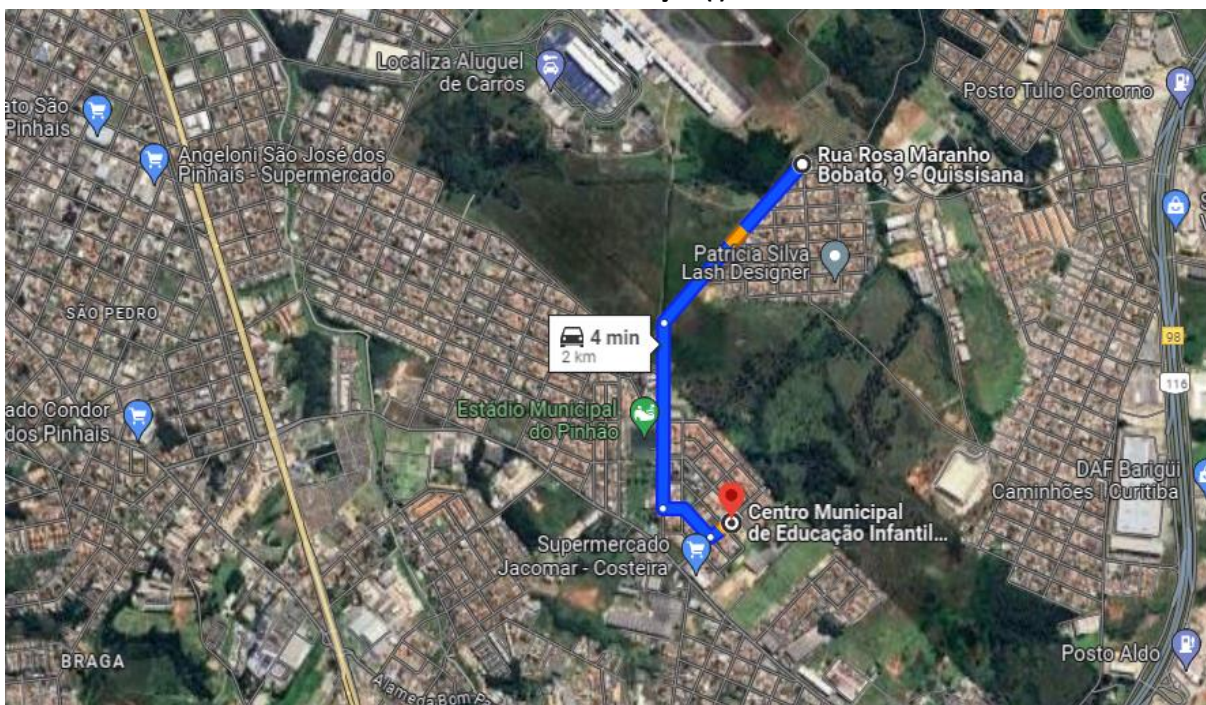
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-15: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o EM Pedro Moro Redeschi – Solução (ii)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-16: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Centro Municipal de Educação Infantil Ipê Amarelo – Solução (i)



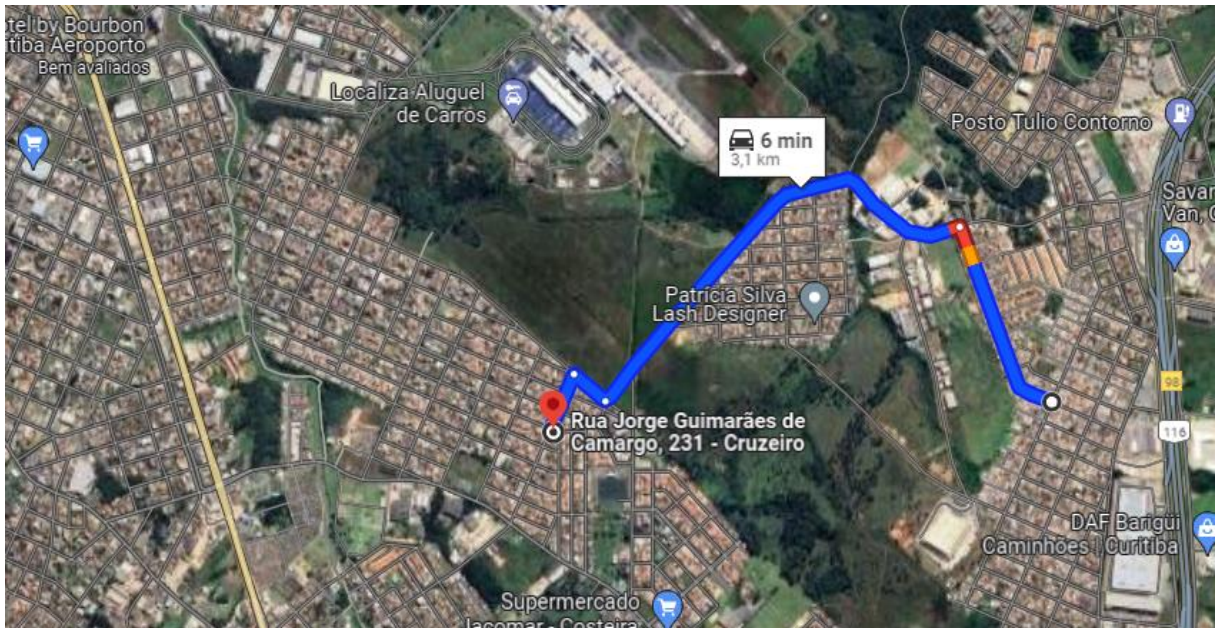
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-17: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana e o Centro Municipal de Educação Infantil Ipê Amarelo – Solução (ii)



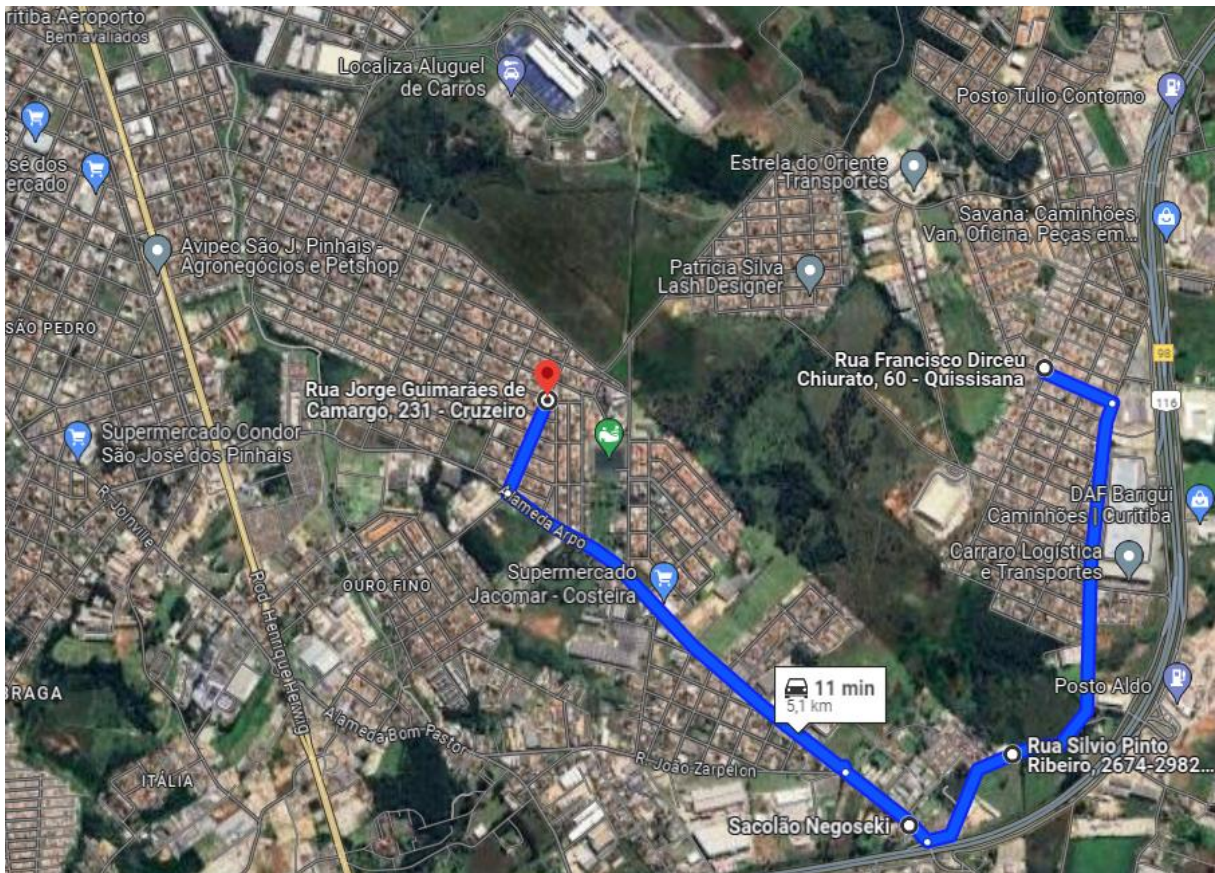
Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-18: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana (local alternativo) e o Cruzeiro – Solução (i)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Figura 4-19: Simulação de Percurso entre o bairro Quissisana (local alternativo) e o Cruzeiro – Solução (ii)



Fonte: INFRAWAY Engenharia, Google Maps – 15/03/2024.

Tabela 4-2: Comparação entre Tempos de Deslocamento das Soluções (i) e (ii)

Trajeto		Solução				Diferença de Tempo
		(i) Implantação de Túnel		(ii) Desvio do Fluxo de Veículos		
Origem	Destino	Distância	Tempo ⁽¹⁾	Distância	Tempo ⁽¹⁾	
Quissisana (A)	Cruzeiro	1,5 km	3 min	6,4 km	14 min	11 min
	Centro	4,7 km	12 min	9,7 km	22 min	10 min
	Hospital Novaclínica	3,8 km	9 min	8,9 km	20 min	11 min
	EM Pedro Moro Redeschi	4,3 km	8 min	8,3 km	17 min	9 min
	CMEI Ipê Amarelo	2 km	4 min	5,6 km	12 min	8 min
Quissisana (B)	Cruzeiro	3,1 km	6 min	5,1 km	11 min	5 min

(1) Tempo de trajeto entre locais calculado a partir de simulação do Google Maps, realizada em horário de pico (9h) no dia 15/03/2024.

Fonte: INFRAWAY Engenharia.

A partir das simulações, é possível identificar que o tempo médio para deslocamento entre a região oeste do bairro Quissisana (ponto A) e a região ao sul do sítio aeroportuário aumentou em cerca de 10 min com a adoção da solução com desvio do fluxo de veículos. Já para o fluxo da região leste do bairro Quissisana (ponto B) e a região ao sul do sítio aeroportuário, o aumento seria de 5 min.

Destaca-se que, apesar de a solução (i) preservar em parte o traçado atual da Rua Constante Moro Sobrinho, os tempos de tráfego de veículos no túnel serão impactados caso sejam adotadas medidas de segurança de controle de acesso visando mitigar riscos de atos ilícitos sob a Nova Pista de Pouso e Decolagem.

Além disso, é importante salientar que a avaliação de tempo de deslocamento da solução (ii) não levou em conta o aumento de volume de veículos trafegando nas vias alternativas dessa solução, aumento este proveniente da desativação de trecho da Rua Constante Moro Sobrinho. Para que haja a manutenção dos níveis de serviços atuais das vias da solução (ii), é necessário que sejam adotadas medidas mitigadoras para este circuito, como adequação das vias e semáforos e melhorias nas sinalizações horizontais e verticais da região.

Por fim, ressalta-se que a análise aqui apresentada não deve ser avaliada de forma independente, mas sim como complemento às informações apresentadas no Relatório de Impacto no Tráfego (RIT) elaborada pela empresa CPEA à CCR Aeroportos, relatório no qual é realizada uma análise de tráfego sob outros aspectos, dentre os quais, impacto socioeconômico e urbano destas soluções.

5 CONCLUSÕES

Diante das análises e considerações apresentadas ao longo deste parecer, nota-se que, embora a construção de túneis possa parecer uma solução conveniente para possibilitar a preservação do fluxo de veículos na região na área de expansão do aeroporto, essa solução apresenta uma série de desafios e riscos significativos que podem superar seus potenciais benefícios. Como disposto no Capítulo 2 de Revisão Bibliográfica, dentre os possíveis ônus relacionados à construção de túneis sob infraestruturas destinadas ao tráfego de aeronaves, destacam-se os seguintes pontos:

- **Riscos relacionados à Segurança Aérea:** pistas de pouso e decolagem que passem sobre túneis, assim como pontuado pela EMD 09 do RBAC 107 e destacado no item 2.1 deste Laudo Técnico, são pontos sensíveis para o aeroporto, implicando em uma maior vulnerabilidade da infraestrutura aeroportuária, por dois principais motivos:
 - qualquer problema acidental no túnel, como vazamentos, incêndios, colapsos, podem afetar diretamente as operações das aeronaves, colocando em risco tanto as aeronaves quanto os passageiros;
 - o túnel permitiria o acesso de um fluxo não controlado de pessoas e veículos às fundações de uma importante infraestrutura do Lado Ar do aeroporto, tornando a pista de pouso e decolagem vulnerável a ações relacionadas à atos ilícitos. Essa condição poderia ser mitigada com a implementação de controles de acesso nos acessos ao túnel, tanto para veículos, quanto para pessoas, o que impactaria o tempo ao se utilizar essa solução.
- **Aspectos Operacionais e de Manutenção:** túneis requerem uma maior frequência de manutenção para garantir sua funcionalidade em comparação a vias convencionais. É necessário realizar limpeza regular, inspeções visuais e estruturais periódicas, manutenção da iluminação e avaliação periódica do funcionamento dos sistemas de tráfego, ventilação, drenagem e de combate a incêndio. Essas atividades de manutenção são mais complexas por serem realizadas em ambiente restrito e podem gerar maiores transtornos à população, principalmente devido à necessidade de interrupções do tráfego de veículos na via durante esses períodos. Adicionalmente, a via continuaria sendo pública e estaria sob responsabilidade do município que precisaria atuar em coordenação com o aeroporto para qualquer eventualidade na via, buscando a mitigação dos impactos e riscos.
- **Aspectos Econômicos:** a construção de túneis subterrâneos dispostos sob infraestruturas com fluxo de aeronaves apresenta custo elevado, especialmente quando comparada a soluções de túneis aplicadas sob rodovias. Essas infraestruturas, além de demandarem investimentos elevados para implementação devido sua complexidade, também carregam um custo de manutenção e operações alto diante da necessidade de manter sistemas auxiliares para sua operação.

Complementarmente, o Aeroporto Internacional Afonso Pena opera voos internacionais e se insere na malha aérea mundial, em um cenário em que tanto a FAA quanto a ICAO, órgãos reconhecidamente respeitados por suas orientações de boas práticas, recomendam que, quando possível, se evite a construção de infraestruturas aeroportuárias com cruzamentos com vias públicas. De forma que, em havendo uma solução viável para desviar o fluxo da via de interesse, com os seus devidos impactos mitigados, deve-se optar por essa alternativa, em detrimento à construção de túneis sob áreas operacionais.

Além dos riscos adicionais e das recomendações de boas práticas, ao avaliar-se os casos de outros aeroportos, verifica-se que a decisão de construção de túnel sob pista de pouso e decolagem de um aeroporto tem, como justificativa principal, a necessidade da preservação do curso de uma via considerada essencial para o trânsito da região em que se encontra, como exemplificado nos estudos de caso do Capítulo 3.

- Para o Aeroporto de Manchester, a solução de túnel foi adotada para preservar uma autoestrada cuja existência garante a ligação entre cidades de um importante condado do Reino Unido e que constitui um importante acesso ao próprio aeroporto.
- Para o Aeroporto Internacional de Dubai, a construção de túnel foi justificada pelo intenso tráfego na rodovia afetada, que, com 8 vias destinadas ao fluxo de veículos, é essencial para o tráfego dos Emirados Árabes.
- Para o caso do Aeroporto Internacional de Porto Alegre, identifica-se a adoção da solução de desvio do fluxo de veículos da via pública juntamente com o incremento do sistema viário adotado para absorver esse fluxo.

Assim, no que se refere aos casos apresentados do Aeroporto de Manchester e do Aeroporto Internacional de Dubai, que adotaram a solução de túnel, observa-se características essencialmente distintas do caso do Aeroporto Internacional Afonso Pena nos seguintes aspectos: (i) a configuração de túnel se deu em uma via de circulação rápida e (ii) conectando grandes regiões populacionais, sem a presença de moradores ou lotes adjacentes e sem a característica de conexão interbairro.

Em contra partida, conforme exposto no Capítulo 4, as Rua Constante Moro Sobrinho e Rua Antônio Mõro, cujas locações interferem com a construção da Nova PPD do Aeroporto Internacional Afonso Pena, são vias públicas coletoras que interligam dois bairros da cidade de São José dos Pinhais, similar à situação verificada em Porto Alegre, em que a solução de implementar uma interligação por vias existentes com melhorias e eventuais complementações é viável.

Por fim, diante das análises de casos de outros aeroportos e considerando as boas práticas e recomendações internacionais, no contexto do Aeroporto Internacional Afonso Pena, conclui-se que **o aumento do risco** para a segurança aeroportuária com a implantação do túnel sob a pista é **desnecessário**, uma vez que **existe uma solução viável e mais econômica**, composta pelo desvio do fluxo de veículos por meio das vias existentes suportado por melhorias e medidas mitigadoras ao impacto no tráfego local.



Eduardo Saraiva Borges
Engenheiro Civil-Aeronáutico
CREA SP 5068964084

Anexo 4-8 Relatório de Impacto no Tráfego – RIT Complementar

CONSULTORIA, PLANEJAMENTO E ESTUDOS AMBIENTAIS- CPEA

RELATÓRIO DE IMPACTO DE TRÁFEGO – RIT COMPLEMENTAR

AEROPORTO INTERNACIONAL AFONSO PENA /CURITIBA –
IMPLANTAÇÃO DA NOVA PISTA DE POUSO E DECOLAGEM

CONCESSIONÁRIA BLOCO SUL S.A.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS/PR
JULHO/2024

LIMITAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Este documento foi elaborado pela Consultoria, Planejamento e Estudos Ambientais (CPEA) com observância das normas técnicas recomendáveis e em estrita obediência aos termos do pedido e contrato firmado com o cliente. Em razão disto, a CPEA se isenta de qualquer responsabilidade perante o cliente ou terceiros pela utilização deste trabalho, ainda que parcialmente, fora do escopo para o qual foi preparado. Este relatório é de uso exclusivo do cliente, não se responsabilizando a CPEA pela utilização do mesmo, ainda que em parte, por terceiros que dele venham a ter conhecimento.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	12
2 DEFINIÇÃO DO MODELO DE 04 ETAPAS.....	18
3 GERAÇÃO DE VIAGENS	19
4 DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS, DIVISÃO MODAL, ALOCAÇÃO DE TRÁFEGO.....	28
4.1 METODOLOGIA	28
4.2 VOLUMES DE TRÁFEGO E HORA-PICO	29
4.3 DIVISÃO MODAL	31
4.4 MICROSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO.....	32
4.4.1 MODELAGEM DA REDE.....	33
4.4.2 NÍVEL DE SERVIÇO	34
4.4.3 ANÁLISE DA CIRCULAÇÃO NA SITUAÇÃO ATUAL.....	36
4.4.4 CALIBRAÇÃO DA REDE	37
4.4.5 RESULTADOS.....	40
4.4.6 INDICADORES	41
5 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS	44
5.1 SITUAÇÃO ATUAL.....	44
5.2 SITUAÇÃO FUTURA	48
5.3 SITUAÇÃO FUTURA COM PROPOSTA DE INTERVENÇÕES.....	53
5.4 MEDIDAS MITIGADORAS	56
5.4.1 PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA.....	56
5.4.2 IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA NA INTERSEÇÃO 05	58
5.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES	58
5.5.1 SAÍDA DO SUPERMERCADO.....	58
5.5.2 RUA SILVIO PINTO RIBEIRO.....	59
5.6 INDICADORES DE DESEMPENHO	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
8 ANEXOS	66

FIGURAS

Figura 1-1. Bairros de referência e ruas analisadas no presente RIT Complementar.....	17
Figura 3-1. Equipamento instalado no cruzamento das Ruas Dr. Murici e João Zarpelon.	19
Figura 3-2. Localização dos pontos de pesquisa de tráfego realizada em 13 de março de 2024.	20
Figura 3-3. Intersecções onde foram realizadas as pesquisas em 13/03/2024.	21
Figura 3-4. Ponto 01. Alameda Arpo x Rua Curitiba.....	22
Figura 3-5. Ponto 02. Alameda Arpo X Rua Antônio Moro	23
Figura 3-6. Ponto 03 - Alameda Arpo X Rua São Salvador	24
Figura 3-7. Ponto 04. Alameda Arpo X Rua João Zarpelon	25
Figura 3-8. Ponto 05. Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro.....	26
Figura 3-9. Ponto 06. Rua Silvio P. Ribeiro X Rua João A. Figueiredo	27
Figura 4-1. Comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa.	30
Figura 4-2. Percentual de veículos por ponto de pesquisa	31
Figura 4-3. - Divisão Modal dos veículos contados durante o período da pesquisa.....	31
Figura 4-4. Resultado de análise do GEH na área de estudo.	38
Figura 4-5. Interseção 1 – Alameda Arpo x Rua Curitiba	38
Figura 4-6. Interseção 2 – Alameda Arpo x Rua Antônio Moro.	39
Figura 4-7. Interseção 3 - Alameda Arpo X Rua São Salvador	39
Figura 4-8. Interseção 4 - Alameda Arpo X Rua João Zarpelon.....	39
Figura 4-9. Interseção 5 - Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro	40
Figura 4-10. Interseção 6 - Rua Silvio P. Ribeiro X Rua João A. Figueiredo	40
Figura 4-11. Indicador de Nível de Serviço.....	43
Figura 4-12. Indicador de Fluxo Simulado (V/C).....	43
Figura 5-1. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual.....	45
Figura 5-2. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual..	45
Figura 5-3. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual....	45
Figura 5-4. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual..	45
Figura 5-5. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual	45
Figura 5-6. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual.....	45
Figura 5-7. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual.....	47
Figura 5-8. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual...	47
Figura 5-9. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual	47
Figura 5-10. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual .	47
Figura 5-11. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual	47
Figura 5-12. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual.....	47

Figura 5-13. Vias utilizadas para o novo trajeto.....	49
Figura 5-14. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro	50
Figura 5-15. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro	50
Figura 5-16. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro	50
Figura 5-17. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro	50
Figura 5-18. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro.....	51
Figura 5-19. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro	51
Figura 5-20. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro.....	51
Figura 5-21. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro	51
Figura 5-22. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro.	52
Figura 5-23. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro	52
Figura 5-24. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro	52
Figura 5-25. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro	52
Figura 5-26. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta	54
Figura 5-27. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta	54
Figura 5-28. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta	54
Figura 5-29. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta	54
Figura 5-30. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta.....	54
Figura 5-31. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta	54
Figura 5-32. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta	55
Figura 5-33. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta	55
Figura 5-34. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta	55
Figura 5-35. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta	55
Figura 5-36. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta	56

Figura 5-37. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta	56
Figura 5-38. Programação Semafórica Proposta. As barras verdes correspondem à luz verde do semáforo e as barras amarelas, à luz amarela do semáforo. A luz vermelha não aparece pois o diagrama considera que quando existe um verde, automaticamente existe um vermelho	57
Figura 6-1. Eixo Leste-Oeste	64

TABELAS

Tabela 4-1. Volumes de veículos nos pontos de estudo em UCP por intervalos horários	29
Tabela 5-1. Indicadores de Desempenho dos Cenários Simulados	59
Tabela 5-2. Indicadores de Desempenho para os Ônibus dos Cenários Simulados.....	60

QUADROS

Quadro 1. Atendimento ao Parecer Técnico 019/2024, da Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais – Itens solicitados pela Divisão de Engenharia de Tráfego (Parecer 21).	8
--	---

INTRODUÇÃO

O presente documento compreende a terceira revisão do Relatório de Impacto de Tráfego (RIT) elaborado no âmbito do Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) do Aeroporto Afonso Pena – Curitiba (SBCT/CWB), localizado no município de São José dos Pinhais.

A primeira versão do RIT foi protocolada junto ao EIV, no âmbito do Processo 202401034112834940, aberto em 03 de janeiro de 2024. Após análise, foi emitido o Parecer Técnico nº 002/2024, em 02 de fevereiro de 2024, solicitando complementações ao relatório então apresentado.

Com base nas solicitações constantes no Parecer Técnico nº 002/2024, feitas pelo Departamento de Trânsito, o RIT foi objeto de revisões e complementações, gerando-se um documento complementar ao apresentado inicialmente. Essa complementação do RIT foi protocolada em abril de 2024 e, após análise, foi emitido em 28/05/2024, o Parecer Técnico nº 019/2024, que contempla as considerações feitas no Parecer Técnico 21, da Divisão de Engenharia de Tráfego. Desse modo, o RIT passou por esta nova revisão.

Complementarmente foram realizadas duas reuniões com a equipe do Departamento de Engenharia de Tráfego, uma no dia 05/06/2024 (online) e uma no dia 20/06/2024 (presencial), para esclarecimentos e alinhamentos visando o atendimento das solicitações constantes no Parecer.

Assim, a presente revisão do RIT consolida o estudo apresentado anteriormente, atendendo às solicitações do Parecer Técnico nº 019/2024.

Para facilitar a localização, dentro do RIT, dos pontos aos quais foram solicitadas complementações e revisões, segue abaixo o Quadro 1, onde são indicados os itens em que se encontram os atendimentos a cada uma das solicitações feitas no Parecer Técnico 019/2024, feitas pela Divisão de Engenharia de Tráfego no Parecer nº 21.

Quadro 1. Atendimento ao Parecer Técnico 019/2024, da Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais – Itens solicitados pela Divisão de Engenharia de Tráfego (Parecer 21).

Ponto	Item	Atendimento	Localização no RIT
1	"Desconsideração da Realidade Dinâmica: O modelo ignora o caráter dinâmico da mobilidade urbana, que se altera ao longo do dia e da semana, em função de diversos fatores como horários de pico, eventos e sazonalidades. A padronização dos ciclos semaforicos em 180 segundos, independentemente da demanda real, demonstra a falta de flexibilidade e adaptabilidade do modelo	- A rede reproduz fielmente o cenário atual; quaisquer alterações são propostas pelo Relatório de Impacto de Trânsito (RIT); A programação semaforica foi ajustada para o horário de pico da tarde, quando o problema de tráfego é mais significativo. O objetivo do estudo é resolver esse momento crítico e propor uma base de programação semaforica que possa ser ajustada pelo técnico responsável pela região para refletir a dinâmica real. O ciclo semaforico proposto é de 120 segundos, não de 180 segundos;	Pág. 55 do RIT e caderno de perguntas e respostas
2	"Exacerbação dos Congestionamentos: A proposta de ciclos semaforicos extensos, em muitos casos chegando a 180 segundos, irá agravar os congestionamentos existentes, especialmente nos horários de pico. Essa medida resultará em longas filas de veículos, aumento do tempo de espera e, conseqüentemente, na redução da fluidez do trânsito."	A programação semaforica base inclui o funcionamento dos semaforos de pedestres de forma atuada. Isso foi considerado na criação da programação semaforica das interseções. Dado que não temos dados de contagem de pedestres na região, não podemos assumir que os semaforos de pedestres serão ativados em todos os ciclos. No entanto, a programação semaforica proposta permite que o tempo semaforico para pedestres seja facilmente implementado após o fechamento dos Semaforos 1 e 4, por quanto tempo o técnico responsável achar necessário.	Caderno de perguntas e respostas (Anexo IV)
3	"3. Impacto Negativo na Mobilidade Urbana: A reprogramação semaforica proposta, ao invés de otimizar a mobilidade urbana, trará impactos negativos como: - Aumento do tempo de deslocamento dos usuários, impactando na produtividade e qualidade de vida das pessoas. - Elevação dos níveis de poluição atmosférica e sonora, em decorrência do aumento do tempo de espera e do tráfego lento.	* Não há previsão de aumento no tempo de deslocamento para pedestres ou veículos. Para pedestres, os semaforos continuarão ativados como atualmente. Para veículos, conforme indicado na Tabela 5-1, o tempo de	Não aplicável às simulações realizadas

Ponto	Item	Atendimento	Localização no RIT
	- Incremento do risco de acidentes, devido ao aumento da impaciência e da agressividade dos motoristas."	<p>viagem na simulação diminuiu em mais de 1 minuto entre os pontos pesquisados.</p> <p>* A simulação demonstra que não ocorrerá congestionamento, conforme indicado pelos Níveis de Serviço.</p> <p>* Com a redução do tempo de deslocamento e das filas, é esperado que o comportamento de tráfego melhore em relação ao cenário atual.</p> <p>- O horário de pico selecionado considera o momento de maior volume de tráfego em todo o sistema, levando em conta variações a cada 15 minutos. Além disso, o <i>AimSun</i> possui um modelo que varia a curva de volume na rede durante o horário de pico, o que ajuda a capturar as variações de volume que podem ocorrer em diferentes dias. Selecionar os maiores volumes em todas as aproximações não refletiria a realidade da região, mas sim um cenário atípico.</p>	
4	Análise Detalhada da Demanda: Realização de estudos aprofundados para mapear o fluxo veicular em diferentes horários do dia e da semana, identificando os pontos de congestionamento e os padrões de mobilidade	Os estudos foram realizados a partir da pesquisa classificatória de veículos, considerando todas as premissas estabelecidas no PARECER TÉCNICO 002/2024 – GRUPO DE ASSESSORAMENTO TÉCNICO, emitido em 02 de fevereiro de 2024. Nele consta: <i>“As contagens de tráfego devem conter definição de hora pico no local, a partir do levantamento do tráfego em incrementos de 15 minutos e demonstrar diagrama de fluxo nos pontos determinados na hora pico, apontando os movimentos mais realizados. As contagens devem ser realizadas em uma quarta-feira, sem chuvas e em período letivo de aulas, em semana sem feriado.”</i>	Item 4, de 4.1 a 4.4

Ponto	Item	Atendimento	Localização no RIT
5	Implementação de Tecnologias Inteligentes: Utilização de tecnologias inteligentes de monitoramento do trânsito, como sensores e câmeras, para ajustar os tempos semafóricos em tempo real, de acordo com a demanda instantânea.	A pesquisa de tráfego fora realizada com a utilização de câmeras de monitoramento e software de processamento de dados. Os arquivos de vídeo gerados ao longo do período pesquisado foram utilizados, além do processamento de dados, para avaliação visual de itens como: comparação da sinalização viária existente com o comportamento real do usuário; ocorrência de congestionamentos e situações atípicas nos trechos próximos às interseções estudadas; avaliação de dados e situações não processados e que poderiam influenciar nas simulações de tráfego.	Item 4, de 4.1 a 4.4
6	Priorização do Transporte Público: Adequação dos ciclos semafóricos para favorecer a fluidez do transporte público, incentivando o uso desse meio de transporte mais sustentável e eficiente.	O estudo foi realizado buscando devolver ao sistema viário condições semelhantes àquelas encontradas atualmente, tanto para os veículos privados quanto para o transporte público.	Análise das taxas de variação na fluidez dos veículos ônibus. Item 5.6, na Tabela 5-2. Indicadores de Desempenho para os Ônibus dos Cenários Simulados
7	Ampliação da capacidade de fluxo da Alameda Arpo: Estudo para ampliar a capacidade de fluxo pela Alameda Arpo e vias coletoras do entorno, incluindo as trincheiras e futuras obras de arte.	O estudo foi realizado buscando devolver ao sistema viário condições semelhantes àquelas encontradas atualmente. A relação oferta demanda atual da Alameda Arpo e seu entorno já demonstram, em alguns pontos, situações de atingimento da capacidade máxima da via em horários de pico. Entretanto, o trecho conclusivo do RIT aborda tal situação e sugere medidas complementares que devem ser tratadas com a concessionária como forma de contrapartida complementar.	Item 6

Ponto	Item	Atendimento	Localização no RIT
8	A reprogramação semafórica da Alameda Arpo e seu entorno exige um modelo mais abrangente e aderente à realidade local, que considere a dinâmica do trânsito, o crescimento populacional e as mudanças no perfil da mobilidade urbana. A implementação de um modelo rígido e inflexível, como o proposto no RIT, resultará em impactos negativos para a fluidez do trânsito, a qualidade de vida da população e o meio ambiente.	De forma também complementar às medidas mínimas sugeridas, foi incluído no RIT trecho explicativo sobre a necessidade de dinamismo na programação semafórica e a possibilidade de implantação de semáforos inteligentes.	Item 6 – Pág. 71

1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A implantação da nova Pista de Pouso e Decolagem (PPD) do Aeroporto Internacional Afonso Pena (SBCT/CWB) tem por principal objetivo ampliar a capacidade dos sistemas de pistas, garantindo a operação do tráfego doméstico e internacional regular e regional, bem como parte do tráfego da aviação geral, uma parcela do tráfego da aviação militar e cargueiros. Esta ampliação do sistema de pistas do Aeroporto está prevista no contrato de concessão firmado entre a Concessionária Bloco Sul, a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC e a Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária – INFRAERO, conforme termo nº 002/ANAC/2021 – Bloco Sul, do qual fazem parte 09 Aeroportos, dentre estes o Aeroporto Internacional Afonso Pena.

Neste contexto, a adequação do aeródromo e seus conjuntos de edificações, pátio e pistas às demandas e requisitos mínimos da concessão, bem como da adequação aos níveis de serviço referentes ao volume de operações em atividade, são itens obrigatórios dos termos do contrato.

A implantação da nova PPD tem por objetivo atender a demanda de movimentação de aeronaves projetada, e consta como obrigação junto ao Capítulo 7 – Melhorias da Infraestrutura Aeroportuária do Edital nº 01/2020, denominado Anexo 2 do Contrato de concessão. O texto abaixo demonstra a necessidade do investimento, transcrito do próprio edital:

“7.2. Além do descrito anteriormente, a concessionária deverá realizar os seguintes investimentos em infraestrutura, atendendo às regras previstas no Contrato e seus Anexos, devendo estar plenamente operacionais nos prazos estabelecidos nos itens de que tratam as obrigações:

...

7.2.4. Implantar pista de pouso e decolagem, com comprimento mínimo de 3.000 m (três mil metros), paralela à pista 15/33, incluindo sistema de pistas de táxi, adequada aos requisitos regulamentares de projeto para: código de referência do aeródromo 4E, pista de aproximação de precisão, categoria II, tanto para operações diurnas como noturnas; e aproximações paralelas independentes, em até 60 (sessenta) meses após a data de Eficácia do Contrato.

7.2.4.1. O sistema de pistas de táxi deve permitir trajetória completa para táxi de aeronaves, oferecendo ligação entre a pista de pouso e decolagem e as posições de estacionamento de aeronaves.” Grifo nosso.

De acordo com a Lei de Zoneamento (Lei Complementar nº 107/2016), a ADA (Área de Intervenção) é classificada como ZEA – Zona Especial Aeroportuária que, de acordo com o art. 13, compreende áreas pertencentes à União, onde o Município não tem autonomia para definição de parâmetros urbanísticos.

Conforme será demonstrado ao longo deste relatório, para a implantação da nova PPD será necessária a remoção de dois trechos do sistema viário local que, atualmente, encontram-se em utilização dentro da faixa de área destinada às obras no sítio aeroportuário. Tais trechos referem-se a parte da Rua Constante Moro Sobrinho e da rua Antônio Moro.

A Lei Complementar 100/2015, em seu artigo 17, que trata das estratégias para a implementação da política de mobilidade urbana, trânsito e transporte traz, no inciso IV o seguinte:

IV - Articular junto à Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária - Infraero e à Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT medidas mitigadoras para equacionar os impactos gerados a partir da implantação da terceira pista do Aeroporto Afonso Pena e da possível consolidação do ramal ferroviário na estruturação e integração da cidade.

Desta forma, o presente relatório possui o objetivo de avaliar os possíveis impactos gerados pela necessária intervenção, bem como sugerir as medidas mitigadoras e compensatórias, buscando assim minimizar seus efeitos negativos.

O Aeroporto Internacional Afonso Pena/Curitiba está localizado em São José dos Pinhais, município da Região Metropolitana de Curitiba, capital do Estado do Paraná, próximo aos principais portos da região Sul do país: Paranaguá, Antonina, São Francisco do Sul e Itajaí. Encontra-se a 18 km do centro de Curitiba, um dos mais importantes polos econômicos da região Sul do Brasil.

A denominada Área de Influência Indireta (AII) dos futuros empreendimentos, sob o ponto de vista de tráfego e transporte, pode ser definida como a área onde se desenvolvem as principais vias que permitem deslocamentos de/para a região do empreendimento.

Neste aspecto podemos elencar as seguintes rodovias:

BR-277: Rodovia transversal federal, formando a ligação do Porto de Paranaguá com o município de Curitiba. Após a capital paranaense, a BR-277 prolonga-se até a divisa com o Paraguai e a Argentina;

BR-376: Rodovia diagonal federal que forma a ligação entre o sul do Estado de Mato Grosso do Sul, e o município de Garuva, no extremo nordeste do estado de Santa Catarina, passando pelo estado do Paraná. No município de São José dos Pinhais a BR-376 forma o Contorno Sul da Região Metropolitana de Curitiba.

BR-116: Rodovia longitudinal federal com início em Fortaleza, no estado do Ceará e término em Jaguarão, extremo sul do Rio Grande do Sul. Forma a ligação entre várias das principais capitais brasileiras, tais como Fortaleza, Rio de Janeiro, São Paulo, Curitiba e Porto Alegre. Em São José dos Pinhais coincide com parte do traçado da BR-376, formando também o contorno rodoviário da região.

Para a caracterização das vias diretamente influenciadas pelo empreendimento, é necessário levar em consideração as consequências no fluxo de veículos em função da alteração no sistema viário a partir da implantação da nova PPD, ou seja, as rotas a serem utilizadas pelos veículos que trafegam atualmente pelo trecho da Rua Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, que cruzam os limites patrimoniais do sítio aeroportuário, cuja operação será interrompida. Assim, podemos considerar as seguintes vias como diretamente afetadas:

Rua Constante Moro Sobrinho: O trecho da Rua Constante Moro Sobrinho inscrito na área de influência do empreendimento possui aproximadamente 2,7 quilômetros de extensão e inicia-se no bairro Cruzeiro, a partir do entroncamento com a Rua Roque Negoseke, terminando no acesso à via marginal da BR-116/PR – Contorno Sul de Curitiba. A via desenvolve-se em todo seu trajeto em pista simples, com uma faixa de rolamento por sentido, sem acostamentos. A sinalização vertical da via regulamenta sua velocidade máxima em 40 km/h.

As pesquisas realizadas no estudo de tráfego inicial, em 2022, pela empresa PERPLAN para este empreendimento, apontaram que cerca de 16.878 veículos leves e 843 veículos pesados trafegam diariamente pela Constante Moro Sobrinho. Deve-se considerar que o valor encontrado se refere ao total de veículos que passaram pela Rua Constante Moro Sobrinho ao longo do período pesquisado (dias 22 e 23 de fevereiro de 2022). Para melhores resultados, os estudos serão elaborados com base no volume de tráfego ao longo da hora de pico do sistema.

Rua Antônio Moro: A Rua Antônio Moro encontra-se totalmente inscrita na área de influência do empreendimento. Tem seu início no entroncamento com a Rua Constante Moro Sobrinho, no trecho interno aos limites patrimoniais do sítio aeroportuário, terminando após aproximadamente 930 metros na direção sul no entroncamento com a Alameda Arpo. O trecho inicial da Rua Antônio Moro inscrito nos limites do sítio aeroportuário possui pista simples, com uma faixa de rolamento por sentido, com condições precárias de manutenção. O trecho restante de aproximadamente 730 metros possui, além das duas faixas de rolamento por sentido, uma faixa destinada à parada e estacionamento de veículos, localizada na margem oeste da via. Neste segundo trecho as condições de manutenção viária encontram-se adequadas.

Rua José João Bowoniuk: A Rua José João Bowoniuk desenvolve-se em pista não pavimentada simples e opera nos dois sentidos de tráfego, formando a ligação do bairro Jardim Suíça com a Rua Silvio Pinto Ribeiro. Atualmente encontra-se em execução os serviços de pavimentação em CBUQ da Rua José João Bowoniuk, em contrato realizado pela Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais com recursos oriundos do Governo do Estado do Paraná. Com sua conclusão prevista para o mês de julho deste ano, a via formará importante interligação entre a Rua Constante Moro Sobrinho, no Bairro Jardim Suíça e a Rua Silvio Pinto Ribeiro. Os dados detalhados da contratação e o andamento das obras podem ser verificados no portal eletrônico da Prefeitura Municipal de São José dos Pinhais, através do link: https://sisazul.sjp.pr.gov.br/webapp/portalthransparencia/obras_publicas/obra/2/10/461

Rua Silvio Pinto Ribeiro: A rua Silvio Pinto Ribeiro desenvolve-se em pista simples, com uma faixa de rolamento por sentido. A sinalização vertical da via regulamenta sua velocidade máxima em 40 km/h. seu traçado se inicia no cruzamento com a Rua Dr. Murici e termina no cruzamento com a rua Constante Moro Sobrinho, localizado próximo à BR-116/PR (Contorno-Leste). Seu traçado compreende-se quase que totalmente como uma via paralela à BR-116/PR, possuindo em seu entorno, como consequência, diversos empreendimentos de transporte e logística.

Rua Dr. Murici: A rua Dr. Murici, dentro da área de influência do estudo, desenvolve-se em pista simples, com uma faixa de rolamento por sentido. Forma, em conjunto com a Alameda Arpo, o principal corredor viário entre os bairros Costeira, Ouro Fino e Cruzeiro. Possui faixas de estacionamento de veículos e calçadas em ambos os sentidos. Em que pese suas características, a velocidade máxima regulamentada para a via conforme a sinalização existente é de 50 km/h.

Alameda Arpo: A Alameda Arpo tem seu início na passagem inferior da BR-376/PR, terminando no dispositivo de entroncamento com as ruas Dr. Murici e João Zarpelon. Desenvolve-se em pista simples, com uma faixa de rolamento por sentido. Possui seção transversal de faixa de domínio com largura significativa, entretanto, não conta com faixa de estacionamento, tampouco com terceira faixa de rolamento. Possui velocidade máxima regulamentada em 50 km/h, conforme a sinalização viária.

A Figura 1-1 a seguir ilustra a área de influência do empreendimento incluindo seu sistema viário:



Figura 1-1. Bairros de referência e ruas analisadas no presente RIT Complementar.

2 DEFINIÇÃO DO MODELO DE 04 ETAPAS

Carlos Eduardo de Paiva Cardoso – Engenheiro Eletrônico e Mestre em Transporte pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP-SP) e Doutor em Serviço Social pela Universidade Pontifícia Católica de São Paulo (PUC-SP), em seu artigo “Modelos Tradicionais – Transporte e Tráfego”, traz o modelo de 4 etapas como o mais tradicional da engenharia de transportes, mencionando também a existência de outros modelos, porém menos utilizados no Brasil. A definição encontra-se embasada na publicação de Juan de Dios Ortúzar e Luis G. Willumsen, “*Modelling Transport – 4th Edition*”, publicada em 2011 pela Wiley.

O modelo de 04 etapas é dividido da seguinte forma:

Geração de viagens: Nesta etapa são definidos e apresentados os modelos de geração de viagens que permitem realizar estimativas de viagens produzidas ou atraídas por um futuro empreendimento ou, no caso em tela, pela alteração no sistema viário de uma região. Os dados do ano-base são utilizados para estimar o número total de produção e atração de viagens.

Distribuição de viagens: Nesta etapa realiza-se a distribuição das viagens geradas entre as regiões afetadas

Divisão Modal: A escolha do modo de transporte para cada viagem pessoal é apresentada nesta etapa.

Alocação de tráfego: Por último é realizada a alocação das viagens na rede viária, obtendo-se os volumes de veículos nas vias e número de passageiros no transporte público.

A partir da incorporação do modelo de 04 etapas serão incluídos todos os demais apontamentos, buscando atender integralmente a demanda do Departamento de Trânsito. Assim, na etapa de geração de viagens será apresentada a pesquisa volumétrica classificatória complementar, bem como as considerações relativas ao assunto. Já as etapas de distribuição de viagens, divisão modal e alocação de tráfego estarão demonstradas a partir do conteúdo resultante da microssimulação de tráfego, que foi elaborada de forma a avaliar todos os cruzamentos indicados, avaliando de forma integrada o sistema viário compreendido entre a Rua Silvio Pinto Ribeiro e o cruzamento da Alameda Arpo com a Rua Curitiba.

Por último, será incluído um capítulo dedicado à avaliação dos impactos e medidas mitigadoras sugeridas para tanto. Com isso, pretende-se realizar o atendimento também das considerações determinadas pela Divisão de Infraestrutura.

3 GERAÇÃO DE VIAGENS

Buscando determinar o comportamento do tráfego atual nas principais vias da área de influência do empreendimento, fora realizada pesquisa volumétrica classificatória de veículos por um período de 08 horas, durante o dia 13 de março de 2024.

A contagem dos veículos foi realizada através de processamento de vídeos analíticos capturados por câmeras de alta resolução e posterior processamento de dados, realizando a classificação dos veículos dentro dos padrões do DNIT (IPR 723/2006). Para a realização do serviço não foi necessário bloquear vias ou fazer qualquer tipo de intervenção nas faixas de rodagem.

O ANEXO I detalha a metodologia e os equipamentos utilizados para a realização da pesquisa Volumétrica Classificatória



Figura 3-1. Equipamento instalado no cruzamento das Ruas Dr. Murici e João Zarpelon.

Conforme indicado pelo Departamento de Trânsito – SEMUTRAN as pesquisas foram realizadas em uma quarta-feira, sem chuvas, em período letivo de aulas, em semana sem feriado. As pesquisas iniciaram-se pela manhã às 07h e foram encerradas às 10h. No período da tarde as pesquisas iniciaram-se às 17h e foram encerradas às 20h. Foram realizadas contagens também no período denominado entre picos, mais especificamente entre as 12h e 14h (meio do dia).

A hora de pico é o conjunto de 4 intervalos consecutivos de 15 minutos que apresenta maior volume de tráfego. Desta forma foi possível determinar para cada período a hora de pico de cada movimento e seu respectivo volume, bem como a hora de pico do sistema viário em análise. A Figura 3-2 a seguir indica os locais onde foram realizadas as pesquisas, bem como os movimentos considerados na contagem de veículos.

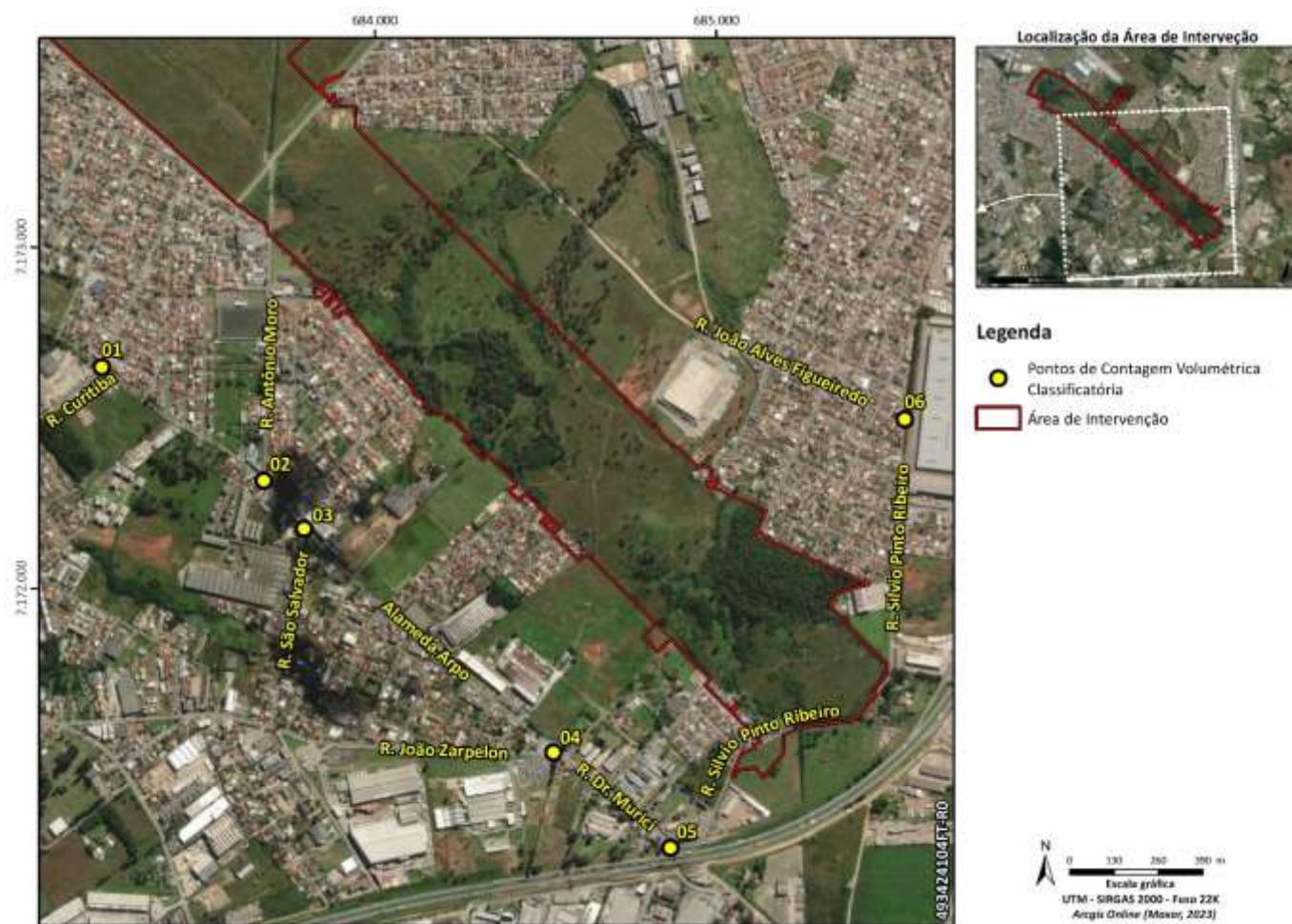


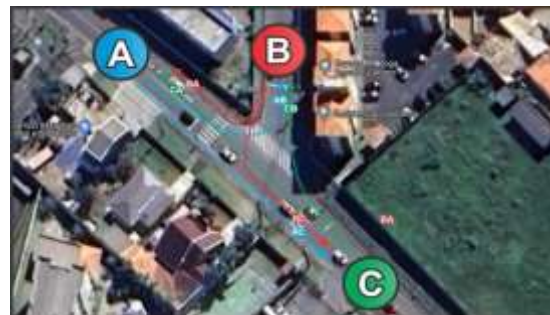
Figura 3-2. Localização dos pontos de pesquisa de tráfego realizada em 13 de março de 2024.

Os pontos numerados de 01 a 06 na Figura 3-2 acima especificam a localização das interseções onde foram realizadas as pesquisas volumétricas classificatórias. A Figura 3-3 abaixo detalha cada uma das interseções.

01: Alameda Arpo x Rua Curitiba



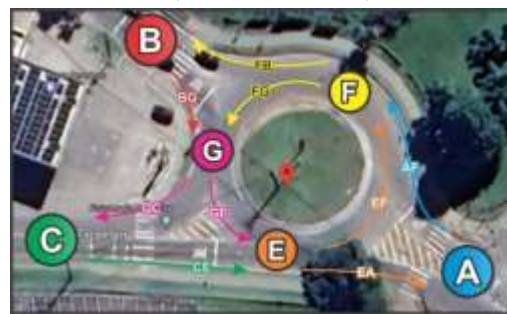
02: Alameda Arpo X Rua Antônio Moro



03: Alameda Arpo X Rua São Salvador



04: Alameda Arpo X Rua João Zarpelon



05: Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro



06: Rua Silvio P. Ribeiro X Rua João A. Figueiredo



Figura 3-3. Interseções onde foram realizadas as pesquisas em 13/03/2024.

Os movimentos pesquisados estão detalhados nas setas coloridas das figuras acima, e são denominados conforme a letra correspondente de origem/destino de cada movimento.

Os fluxogramas a seguir identificam os movimentos de tráfego pesquisados e apresentam os fluxos totais de tráfego obtidos no dia 13/03/2024 para cada movimento pesquisado.

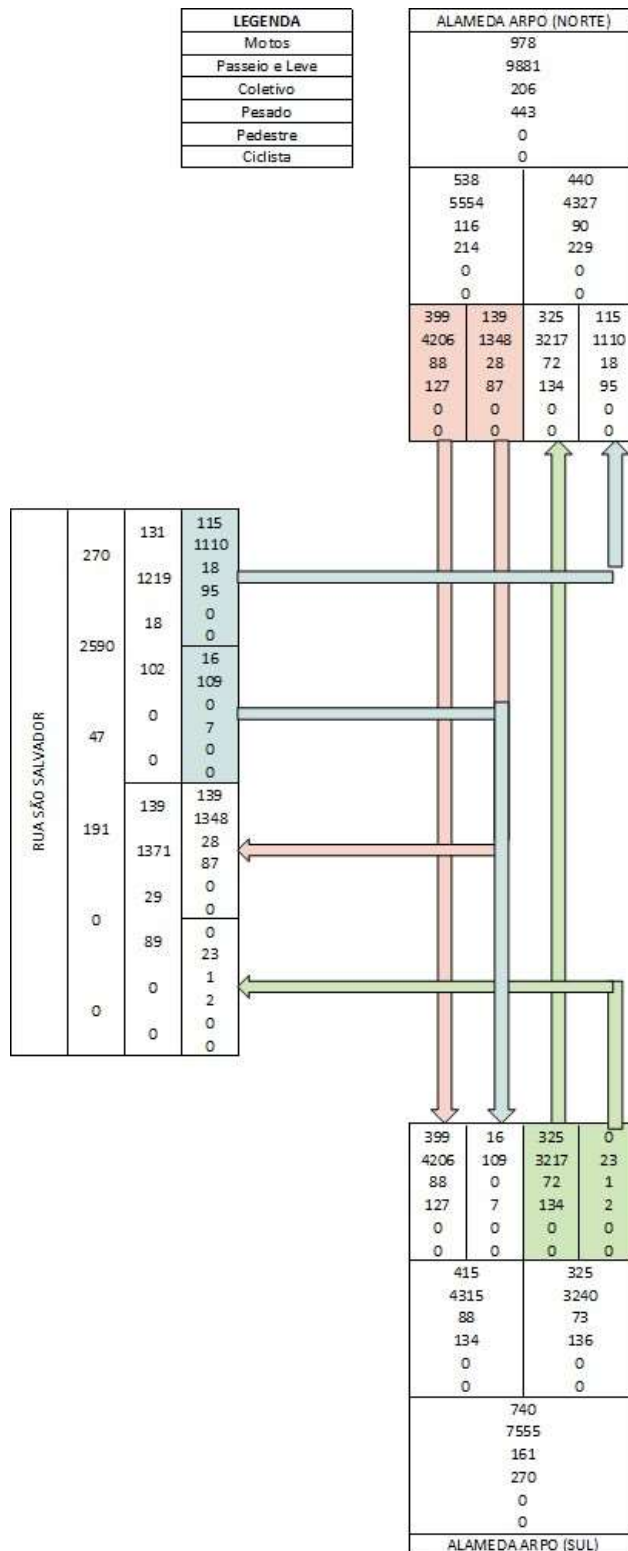


Figura 3-6. Ponto 03 - Alameda Arpo X Rua São Salvador

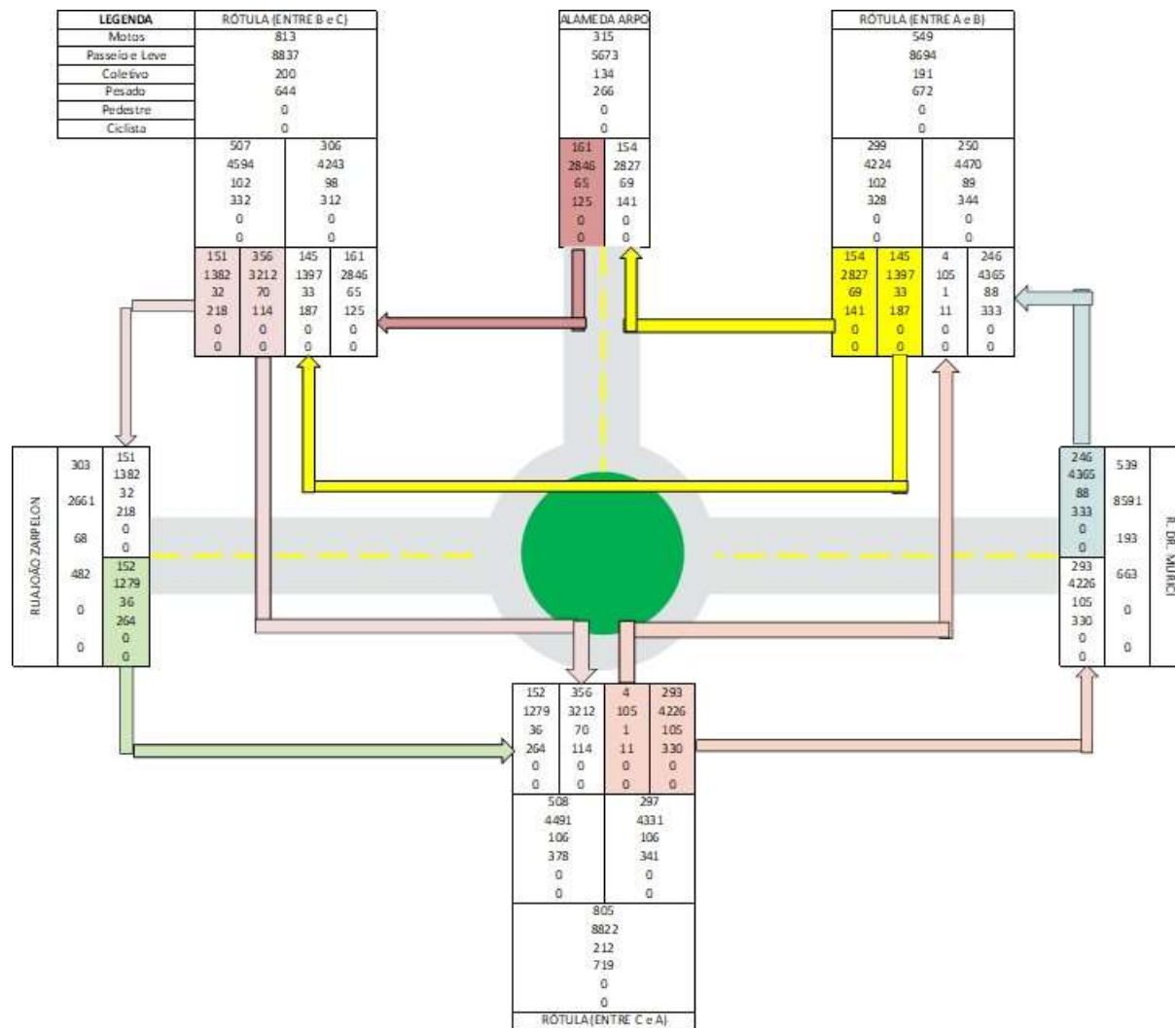


Figura 3-7. Ponto 04. Alameda Arpo X Rua João Zarpelon

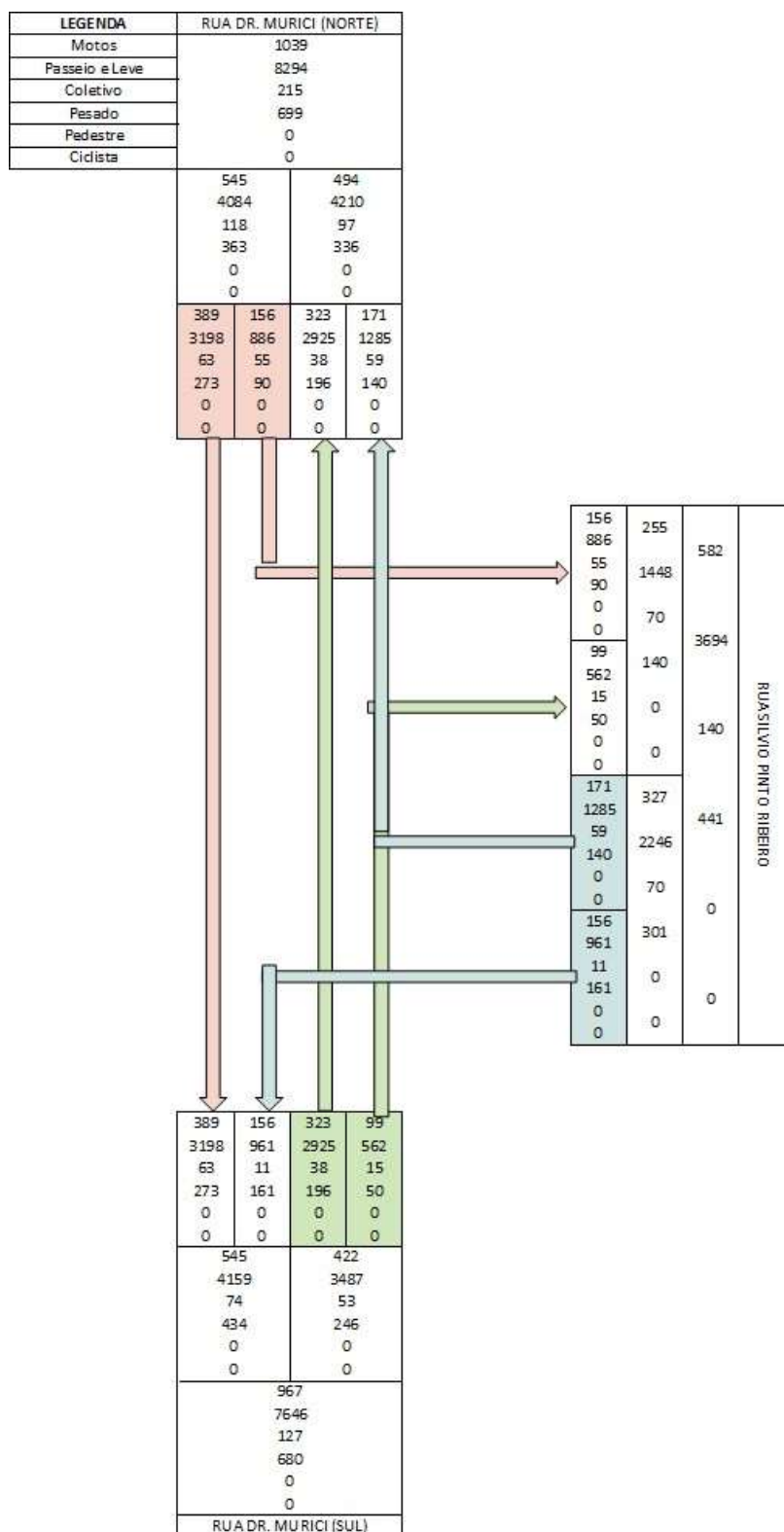


Figura 3-8. Ponto 05. Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro

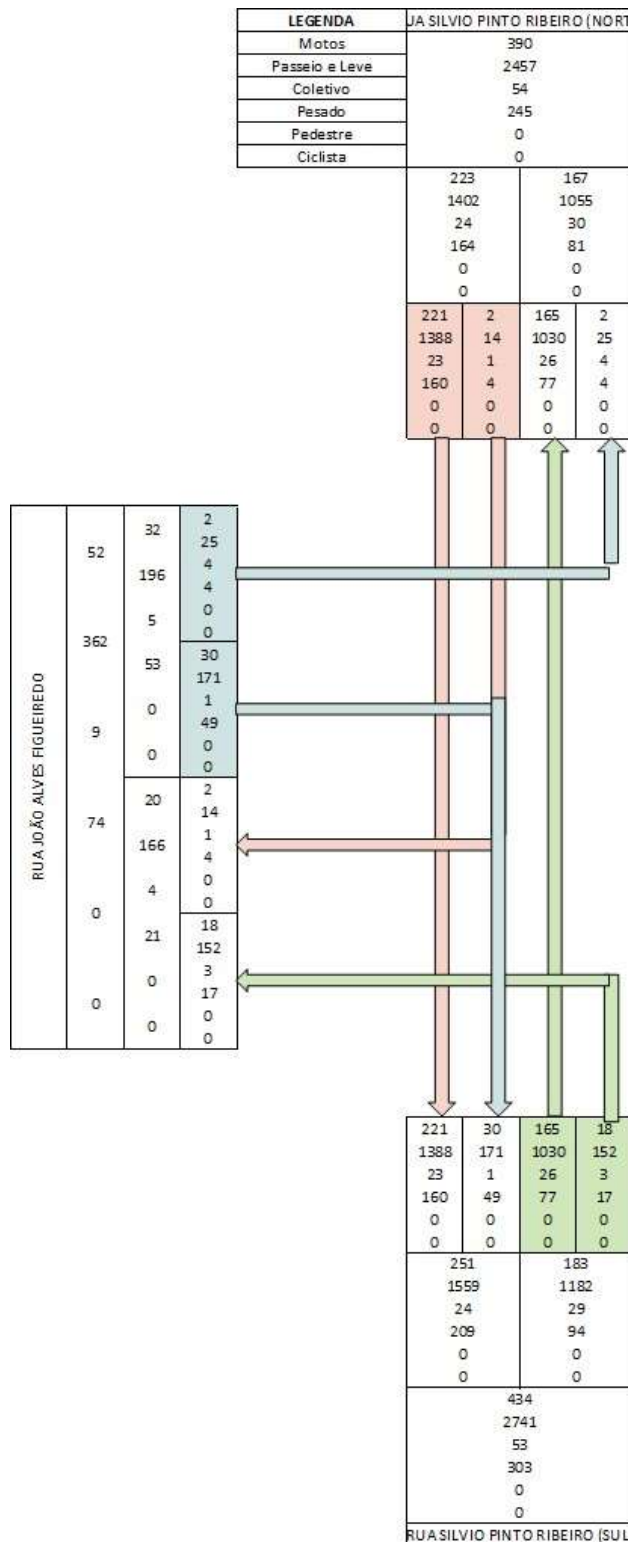


Figura 3-9. Ponto 06. Rua Silvio P. Ribeiro X Rua João A. Figueiredo

4 DISTRIBUIÇÃO DE VIAGENS, DIVISÃO MODAL, ALOCAÇÃO DE TRÁFEGO

4.1 METODOLOGIA

As pesquisas de contagens volumétricas veiculares são a base para a realização de estudos e análises detalhadas com a finalidade de se estimar qualitativamente e quantitativamente a magnitude do tráfego durante uma hora, um dia ou ao longo de vários anos. A contagem volumétrica e classificatória foi realizada no dia 13/03/2024, compreendendo os intervalos das 07h às 10h, das 12h às 14h e das 17h às 20h, permitindo verificar os horários de pico da manhã, almoço e tarde da região.

A partir da Contagem Classificada de Veículos será possível identificar os horários de pico nos pontos analisados, fornecendo subsídios para as avaliações dos cenários que serão apresentados em etapas subsequentes. A contabilização do fluxo foi dividida em intervalos de 15 minutos. Essa abordagem possibilita a determinação do "Fator Horário de Pico" (FHP), descrito na Equação 1, o qual avalia a uniformidade do fluxo, sendo aplicado nos estudos de capacidade das vias.

$$FHP = VHP 4 \times V15máx$$

Equação 1: Fórmula FHP

- FHP = Fator Hora Pico
- VHP = Volume na Hora Pico
- V15máx = Volume dos 15 minutos consecutivos de maior volume dentro da Hora Pico

Dado que a rede de tráfego comporta uma variedade de veículos em seu fluxo, adotou-se a Unidade Equivalente de Caro de Passeio (UCP), em conformidade com o Manual de Semáforos do Denatran, para uniformizar o tráfego em um único modelo de veículo. Os coeficientes de conversão adotados foram os seguintes:

- Motocicleta = 0,33 UCP
- Automóvel = 1,0 UCP

- Ônibus = 2,0 UCP
- Caminhão = 2,0 UCP

4.2 VOLUMES DE TRÁFEGO E HORA-PICO

Verifica-se que os picos horários ocorrem no período da tarde entre 17h30min e 18h29min, no período da manhã entre 07h15min e 08h15min e no pico do almoço entre 12h30min e 13h29min. No contexto da análise das seis interseções, foi identificado o pico de tráfego no período tarde como o período mais crítico para o sistema viário. A identificação desse pico foi realizada com base na avaliação do volume UCP das interseções da Alameda Arpo, considerando intervalos de 15 minutos ao longo do período analisado. Verificou-se que o pico horário ocorre no período das 17h30min às 18h30min, conforme apresentado na Tabela 4-1.

Tabela 4-1. Volumes de veículos nos pontos de estudo em UCP por intervalos horários

H. Inicial	H. Final	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
07:00:00	07:59:59	1.902	1.928	1.735	3.740	1.859	604	11.768
07:15:00	08:14:59	1.994	1.992	1.731	3.908	1.965	640	12.230
07:30:00	08:29:59	1.953	1.884	1.617	3.800	1.895	617	11.766
07:45:00	08:44:59	1.794	1.664	1.476	3.510	1.736	533	10.713
08:00:00	08:59:59	1.592	1.452	1.369	3.229	1.541	456	9.639
08:15:00	09:14:59	1.512	1.340	1.312	2.970	1.366	377	8.877
08:30:00	09:29:59	1.459	1.310	1.277	2.863	1.293	337	8.539
08:45:00	09:44:59	1.468	1.272	1.262	2.795	1.233	329	8.358
09:00:00	09:59:59	1.478	1.251	1.256	2.781	1.215	319	8.300
09:15:00	10:14:59	1.115	936	935	2.080	903	239	6.208
09:30:00	10:29:59	763	615	612	1.366	605	161	4.122
09:45:00	10:44:59	377	320	313	692	316	81	2.099
12:00:00	12:59:59	1.603	1.447	1.359	3.253	1.563	445	9.669
12:15:00	13:14:59	1.673	1.594	1.470	3.439	1.600	469	10.244
12:30:00	13:29:59	1.723	1.688	1.553	3.515	1.607	431	10.517

H. Inicial	H. Final	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
12:45:00	13:44:59	1.711	1.688	1.587	3.469	1.580	416	10.451
13:00:00	13:59:59	1.687	1.659	1.605	3.335	1.530	404	10.220
13:15:00	14:14:59	1.252	1.195	1.184	2.396	1.100	279	7.406
13:30:00	14:29:59	851	756	784	1.620	721	200	4.931
13:45:00	14:44:59	450	385	391	814	357	106	2.503
17:00:00	17:59:59	1.938	1.637	1.693	3.756	1.801	557	11.381
17:15:00	18:14:59	2.115	1.794	1.792	4.150	2.049	663	12.563
17:30:00	18:29:59	2.174	1.845	1.768	4.428	2.297	683	13.195
17:45:00	18:44:59	2.133	1.874	1.782	4.393	2.270	661	13.112
18:00:00	18:59:59	2.011	1.816	1.727	4.165	2.165	631	12.515
18:15:00	19:14:59	1.891	1.675	1.617	3.813	1.966	551	11.513
18:30:00	19:29:59	1.761	1.491	1.490	3.284	1.629	501	10.156
18:45:00	19:44:59	1.625	1.355	1.344	2.897	1.424	442	9.086
19:00:00	19:59:59	1.549	1.274	1.267	2.557	1.251	377	8.275

Desta forma, todos os cenários serão estudados considerando o tráfego verificado no período compreendido entre 17h30min e 18h30min.

A Figura 4-1 apresenta o comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa.

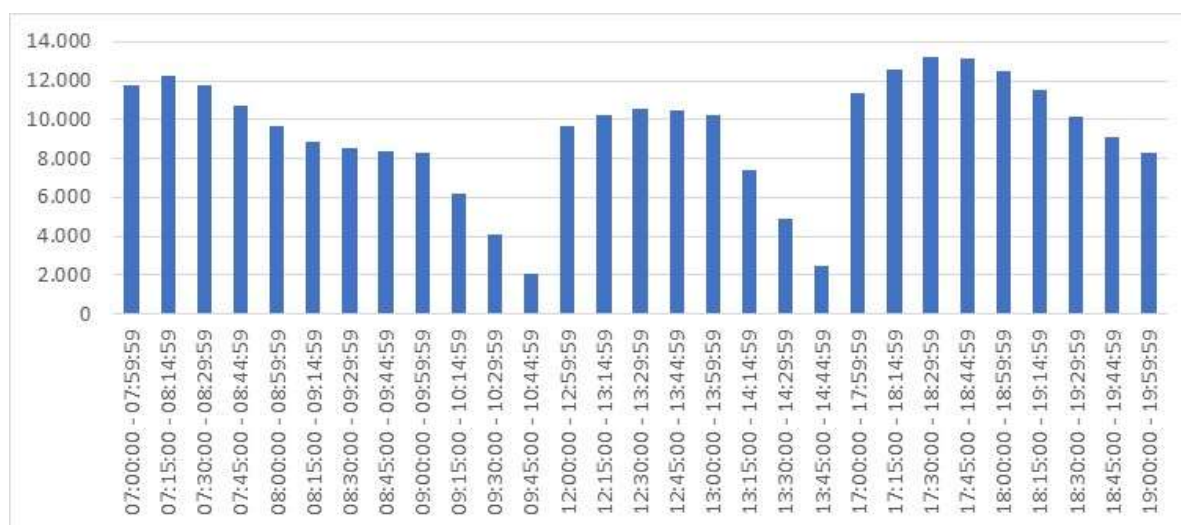


Figura 4-1. Comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa.

A Figura 4-2 apresenta o percentual de veículos por ponto ao longo de toda a pesquisa.

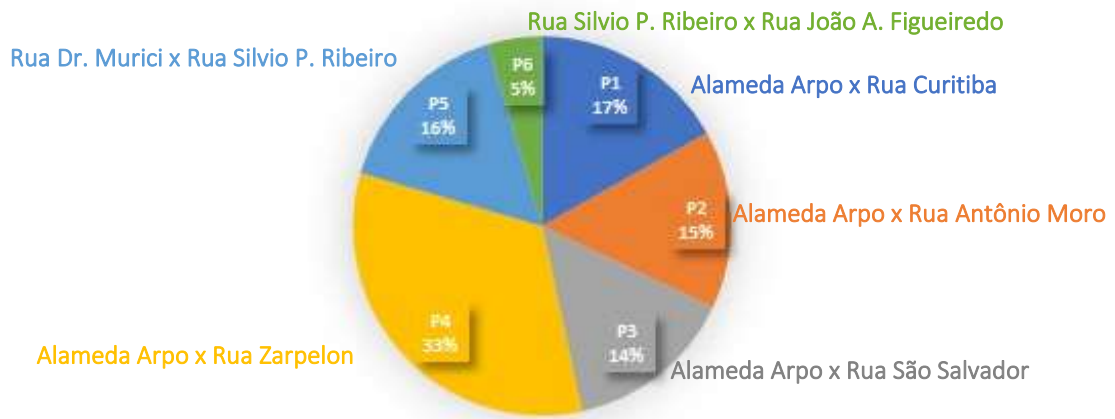


Figura 4-2. Percentual de veículos por ponto de pesquisa

4.3 DIVISÃO MODAL

A divisão modal refere-se à distribuição percentual do volume de viagens entre os diferentes modos de transporte disponíveis, como carro, moto, ônibus e caminhão. Esta análise é fundamental para compreender os padrões de mobilidade da população local e para identificar oportunidades de melhoria na infraestrutura de transporte.

A Figura 4-3. - Divisão Modal a seguir, apresenta a divisão modal dos veículos contados ao longo de todo o período de pesquisa.

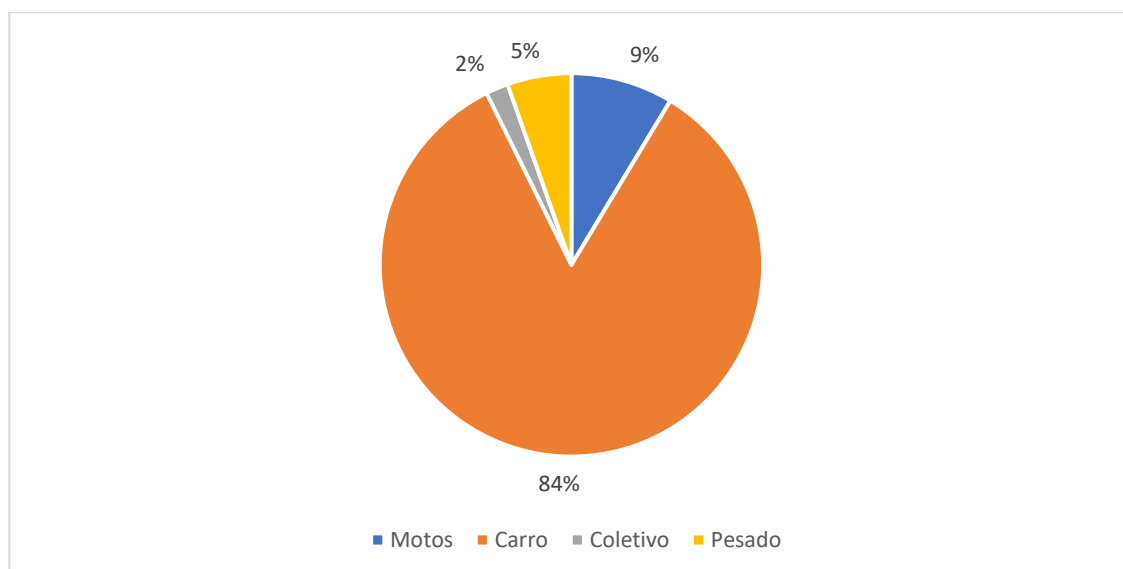


Figura 4-3. - Divisão Modal dos veículos contados durante o período da pesquisa.

É possível verificar que os carros apresentam o maior percentual de veículos, correspondendo à 84% dos veículos contabilizados, seguido de motos, que equivalem a 9% do total de veículos e de pesados e coletivos, que correspondem respectivamente a 5% e 2%, do volume total de veículos.

4.4 MICROSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A microsimulação de tráfego é uma técnica de modelagem altamente especializada que se destina a criar modelos detalhados para analisar o comportamento individual dos motoristas em ambientes rodoviários específicos. Essa abordagem transcende as análises convencionais de tráfego, aprofundando-se nas complexidades das interações entre veículos e condutores. Ela leva em consideração uma ampla gama de fatores, como velocidade, aceleração, desaceleração, escolhas de rotas e respostas a eventos inesperados, como congestionamentos e variações nas condições de tráfego.

Uma característica distintiva da microsimulação de tráfego é sua capacidade de funcionar eficazmente em cenários de tráfego congestionado, onde o comportamento dos motoristas é particularmente imprevisível. Isso é possível graças à incorporação detalhada de elementos específicos, como geometria da via, inclinação da estrada e curvaturas, todos os quais exercem um impacto significativo nas decisões dos motoristas. Além disso, a microsimulação modela minuciosamente as escolhas de rota dos motoristas, frequentemente baseadas na minimização de custos ou tempo de viagem, refletindo a intrincada interação de fatores que influenciam essas decisões.

No contexto do planejamento urbano, a microsimulação de tráfego emerge como uma ferramenta inestimável. Ela permite que os planejadores simulem o tráfego em diversas condições, desde o fluxo suave até o congestionamento, fornecendo análises confiáveis que podem ser utilizadas para avaliar soluções propostas. Assim, as autoridades podem obter uma visão detalhada de como o tráfego se comportaria em uma área específica após a implementação de mudanças no sistema viário, como novas rotas, semáforos, rampas de acesso ou redirecionamento de tráfego. Essas simulações ajudam a identificar gargalos e problemas potenciais, possibilitando a otimização das soluções propostas.

Outra vantagem notável da microsimulação reside na capacidade de comparar diferentes cenários. Isso significa que os tomadores de decisões no processo de planejamento urbano podem explorar várias alternativas antes de tomar decisões estratégicas. Essa abordagem

proporciona uma visão abrangente das implicações de cada cenário, permitindo a tomada de decisões informadas sobre investimentos em infraestrutura e desenvolvimento urbano.

Em resumo, a microsimulação de tráfego oferece uma abordagem dinâmica e estatística para aprimorar projetos e propostas relacionados ao tráfego. Ela mergulha profundamente no comportamento individual dos motoristas, considerando uma ampla variedade de variáveis e fornecendo uma ferramenta poderosa para planejadores urbanos e engenheiros de tráfego, permitindo uma análise detalhada e precisa do sistema viário e do comportamento do tráfego em áreas urbanas complexas. O Relatório completo consta no ANEXO II deste relatório.

4.4.1 MODELAGEM DA REDE

A modelagem da rede viária tem por objetivo a elaboração de uma representação altamente precisa das características físicas e operacionais do sistema viário urbano. Para alcançar esse propósito, um procedimento sistemático é seguido. Inicialmente, são empregadas ferramentas de geolocalização, como o Google Earth e o Google Street View, com o intuito de obter informações iniciais do ambiente urbano. Dentre os aspectos observados, destacam-se o layout do tráfego, a geometria das vias, a identificação de elementos de infraestrutura viária e detalhes relacionados às redes de transporte público. Os dados obtidos nas fases anteriores são então utilizados para criar uma rede de simulação. Essa rede incorpora todos os elementos considerados relevantes para a realização de microsimulações da área estudada. Adicionalmente, informações sobre o sistema de transporte público, tais como horários, itinerários e outras características. Essa abordagem meticulosa permite a obtenção de uma representação altamente precisa e detalhada do sistema viário urbano, sendo fundamental para análises, planejamento e simulações que visam a melhoria da mobilidade urbana na cidade.

Para a simulação em questão a capacidade adotada para cada faixa de tráfego das vias é de 800 UCP/h, o que significa que cada pista da via possui capacidade de receber um tráfego de 800 Unidades Equivalentes de Carro de Passeio ao longo de uma hora. Buscando resultados de forma mais conservadora, adotou-se uma velocidade de tráfego de 30 km/h, independente de alguns trechos possuírem regulamentação para velocidades maiores. A definição do número de faixas para cada via foi determinada pela observação direta do comportamento dos veículos no local, baseada na análise dos vídeos extraídos da pesquisa de campo. Utilizou-se prioritariamente a fidelidade ao cenário real com base na sinalização horizontal, com ajustes na geometria em função das características observadas. Considerando a mesma lógica aplicada para determinar o número de faixas, também são definidos os movimentos permitidos nas

interseções. Para modelar o comportamento dos condutores e as características dos veículos, foi adotado o padrão do software de simulação *AimSun*.

Os modelos de microssimulação empregados neste contexto consideram uma ampla gama de parâmetros, englobando o comportamento dos condutores e as características dos veículos, possibilitando uma abordagem dinâmica para a avaliação de congestionamentos e seu impacto nas regiões interconectadas. Adicionalmente, a modelagem do tráfego leva em consideração as preferências dos veículos no que diz respeito à escolha das rotas mais adequadas, promovendo, assim, uma análise responsiva e dinâmica do fluxo de tráfego.

É necessário esclarecer que *software AimSun* utiliza como referência principal para paradas obrigatórias os padrões de comportamento de europeus e americanos, nos quais as paradas obrigatórias são respeitadas mesmo na ausência de tráfego, com base na visão da via perpendicular. No entanto, no contexto brasileiro, esse comportamento não é observado, sendo comum que os condutores ajam como se tivessem encontrado uma placa de "Dê a Preferência" ao se depararem com uma parada obrigatória. Portanto, para simular de forma mais fiel possível o comportamento dos condutores brasileiros, levando em conta a abordagem do *AimSun* em sua simulação, é preferível manter a rotatória funcionando com a lógica de "Dê a Preferência", refletindo assim o que ocorreria caso a rotatória fosse implementada.

Quanto à modelagem do comportamento do tráfego, o software utilizado foi o *Aimsun Next*, na versão 8.4.3, desenvolvido pela empresa *Aimsun*, que faz parte do grupo *Siemens*. A análise de impacto consiste em avaliar o tráfego no horário de pico do sistema, com o objetivo de compreender a demanda máxima imposta ao sistema viário. O volume de tráfego é realocado considerando o impacto do fechamento da rua, possibilitando uma análise prospectiva do seu impacto potencial. A capacidade de tráfego de uma interseção ou segmento viário é definida como o número máximo de veículos que podem atravessá-la durante um período específico, permitindo, dessa forma, a avaliação da eficiência e fluidez do tráfego na área em estudo.

4.4.2 NÍVEL DE SERVIÇO

No sentido de melhor traduzir a utilização da via pelo usuário, qualificando-a além de quantificá-la foi criado o conceito de Nível de Serviço. Esse conceito, introduzido através do *Highway Capacity Manual* - HCM, em sua edição de 1965, possibilita a avaliação do grau de eficiência do serviço oferecido pela via desde um volume de tráfego quase nulo até o volume máximo ou capacidade da via.

O HCM é um manual norte-americano, mundialmente utilizado, que contém metodologias para a avaliação e estimativa do Nível de Serviço (NS) de diversos componentes do sistema de

transporte, dentre elas uma metodologia para a análise de vias urbanas, que engloba as vias arteriais e coletoras.

O conceito de nível de serviço na engenharia de tráfego se fundamenta nos parâmetros essenciais de fluxo, velocidade e densidade. Estes elementos se encontram interligados por meio da Equação 1, denominada de "equação da continuidade":

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

Nesta equação, "F" representa o fluxo de tráfego, que é a taxa de veículos que atravessam um ponto específico de uma via em um intervalo de tempo particular. "V" denota a velocidade média dos veículos em uma área delimitada, enquanto "D" se refere à densidade, ou seja, o número de veículos por unidade de comprimento da via em um momento dado.

A medição do tráfego geralmente ocorre em intervalos de tempo fixos, resultando na prática da definição de volume em vez de fluxo. A velocidade média é calculada como a média das velocidades dos veículos em um ponto específico, enquanto a densidade representa a quantidade de veículos por unidade de comprimento da via em um determinado momento.

A avaliação do nível de serviço varia entre áreas urbanas e rodovias. Nas áreas urbanas, consideram-se fatores como o fluxo em relação à velocidade ideal e o tempo de espera em cruzamentos. Já nas rodovias, as densidades aceitáveis tendem a ser menores. O nível de serviço em rodovias depende do tipo de via e da situação de articulação viária, considerando densidades e velocidades de fluxo livre.

Em relação às rampas de acesso, a avaliação do nível de serviço leva em conta a densidade na rampa e nas faixas adjacentes. No caso de entrelaçamentos, a análise considera a seção do entrelaçamento e os 500 metros anteriores e posteriores aos pontos de convergência e divergência.

O HCM apresenta orientações para a avaliação do desempenho das instalações rodoviárias, incluindo comparações entre ferramentas de análise de tráfego. Destaca-se a análise da trajetória dos veículos como uma abordagem capaz de gerar métricas alinhadas com o manual, dados de campo e outras ferramentas de simulação.

O software Aimsun Next implementou algoritmos em tempo real para produzir resultados em conformidade com o HCM, eliminando a necessidade de processamento adicional. Ele leva em consideração as características físicas e operacionais de diferentes tipos de veículos e

permite a definição de parâmetros de comportamento dos motoristas, resultando em variações individuais no tráfego.

Em resumo, o nível de serviço na engenharia de tráfego envolve a avaliação de fluxo, velocidade e densidade, com abordagens distintas para áreas urbanas e rodovias, além do uso de software especializado para simulações em tempo real.

4.4.3 ANÁLISE DA CIRCULAÇÃO NA SITUAÇÃO ATUAL

Nesse estágio, uma rede foi desenvolvida para representar fielmente as características físicas e operacionais do sistema de estradas atual, considerando elementos como faixas, direção do fluxo, restrições nas interseções, limites de velocidade, comportamento dos veículos, entre outros. Essa representação teve como objetivo criar uma simulação precisa do sistema viário existente.

A distribuição dos volumes de tráfego foi fundamentada em uma matriz de origem e destino (O/D) derivada de dados coletados em pesquisas de tráfego realizadas. A validação do sistema ocorreu quando os resultados da simulação foram comparados com os dados reais das pesquisas, garantindo que não houvesse diferenças significativas.

A validação da microssimulação não se limitou apenas a volumes de tráfego similares aos dados de pesquisa, mas também considerou a compatibilidade das condições de tráfego, incluindo situações de congestionamento, abrangendo fluxo, densidade e velocidade média de operação do tráfego. A validação incluiu uma análise estatística com uso de regressão linear entre todos os fluxos coletados durante o horário de pico das pesquisas e o número de veículos que realizaram esses movimentos ao longo de uma hora de simulação.

Finalmente, uma análise detalhada ponto a ponto foi realizada usando o método GEH Statistic, um índice amplamente utilizado para comparar volumes de tráfego. Esse índice, nomeado em homenagem a Geoffrey E. Havers, difere dos testes estatísticos convencionais, mas é eficaz na análise de tráfego, sendo flexível em volumes reduzidos e rígido em volumes substanciais. O GEH é comumente utilizado como critério de validação, seguindo diretrizes estabelecidas por autoridades de tráfego em vários países, como os Estados Unidos, Austrália e Reino Unido. Para uma modelagem de tráfego bem-sucedida, é necessário que o índice GEH seja inferior a 5,0 em pontos de medição individuais, e em 85% dos pontos de medição. (VILLA, A.R. ET AL, 2013).

4.4.4 CALIBRAÇÃO DA REDE

A calibração da rede tem como objetivo ajustar os parâmetros do modelo de microssimulação para que este reproduza com precisão o comportamento do tráfego na realidade. Isso é fundamental para garantir que as previsões geradas pelo modelo sejam confiáveis e representem fielmente as condições de tráfego observadas no campo.

O processo de calibração da rede no software Aimsun geralmente envolve várias etapas. Inicialmente, são coletados dados de tráfego observados no campo, como volumes de tráfego, velocidades médias, tempos de viagem e padrões de fluxo. Em seguida, o modelo de microssimulação é configurado com base nessas informações iniciais.

Após a configuração inicial, o modelo é executado e os resultados da simulação são comparados com os dados observados. É então realizada uma análise detalhada para identificar as discrepâncias entre a simulação e a realidade. Com base nessa análise, os parâmetros do modelo são ajustados de forma iterativa até que os resultados da simulação se aproximem o máximo possível dos dados observados, minimizando assim o GEH.

O GEH (Erro Geométrico Horizontal) é uma métrica amplamente utilizada na avaliação da qualidade dos resultados da microssimulação de tráfego. Ele mede a discrepância entre as trajetórias dos veículos simuladas pelo modelo e as trajetórias reais observadas no campo.

No trabalho de modelagem de tráfego no cenário "baseline", um GEH inferior a 5.0 é considerado uma boa correspondência entre os volumes modelados e observados por hora. De acordo com o DMRB, 85% dos volumes em um modelo de tráfego devem ter um GEH inferior a 5.0. GEHs na faixa de 5.0 a 10.0 podem merecer investigação. Se o GEH for superior a 10.0, há uma alta probabilidade de que haja um problema com o modelo de demanda de viagem ou os dados.

A Figura a seguir, apresenta o resultado na análise de GEH na área de estudo. Observou-se que 92% dos contadores de tráfego inseridos na rede foram classificados com "Bom ajuste", isso indica que a rede simulada está bem calibrada e representa satisfatoriamente o cenário real do tráfego na área de estudo.

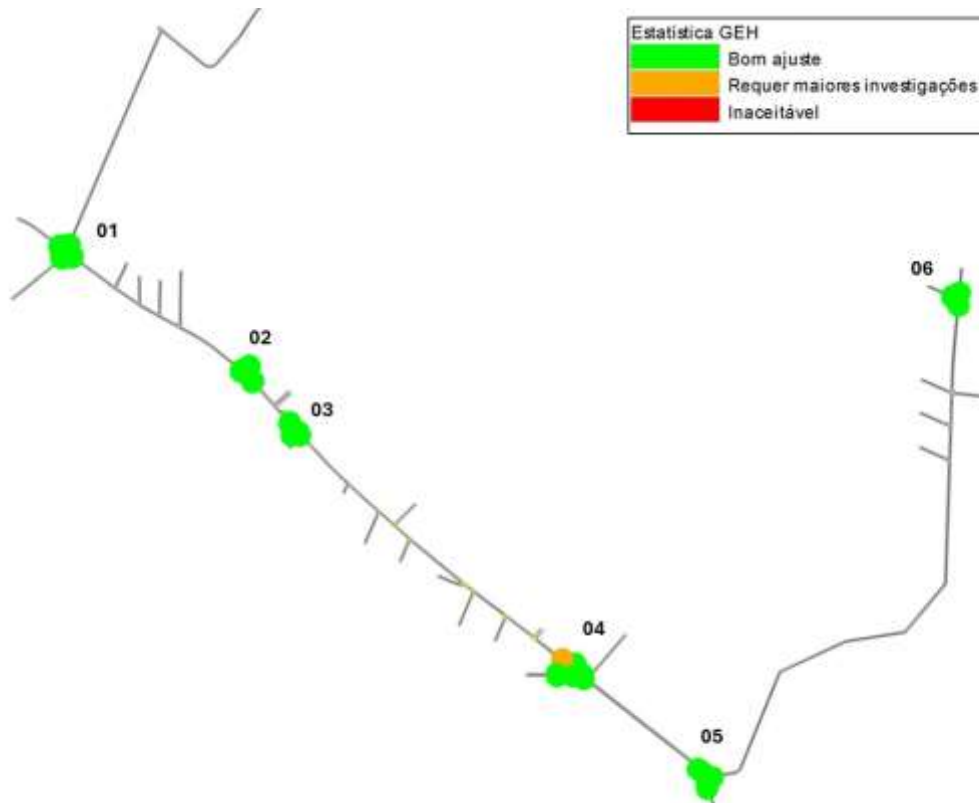


Figura 4-4. Resultado de análise do GEH na área de estudo.

Os volumes em cada interseção para a situação atual e para a situação futura, que será a interrupção das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, são apresentados conforme as imagens a seguir:



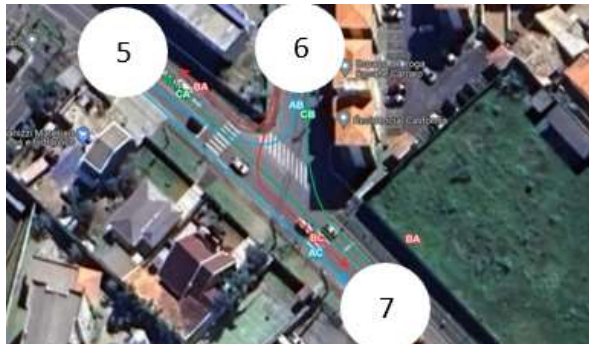
Figura 4-5. Interseção 1 – Alameda Arpo x Rua Curitiba

ATUAL

	Destino			
Origem	1	2	3	4
1		114	158	69
2	287		6	491
3	247	39		68
4	55	501	46	

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino			
Origem	1	2	3	4
1		114	11	289
2	287		1	496
3	9	2		0
4	210	546	9	



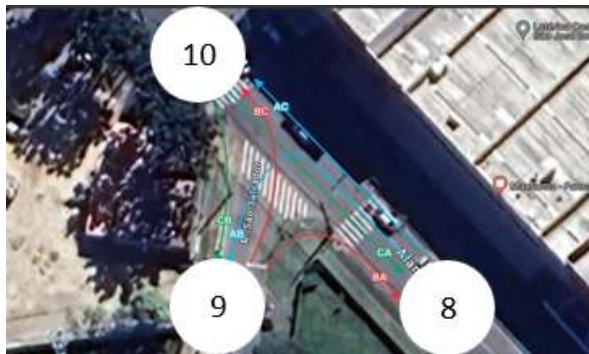
ATUAL

	Destino		
Origem	5	6	7
5		58	657
6	96		364
7	554	97	

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino		
Origem	5	6	7
5		0	841
6	58		410
7	753	147	

Figura 4-6. Interseção 2 – Alameda Arpo x Rua Antônio Moro.



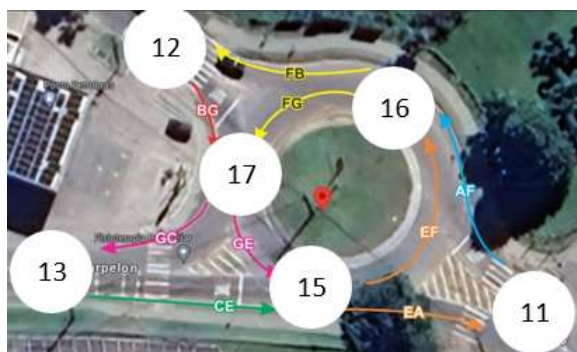
ATUAL

	Destino		
Origem	8	9	10
8		1	532
9	21		189
10	729	248	

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino		
Origem	8	9	10
8		0	873
9	27		171
10	221	973	

Figura 4-7. Interseção 3 - Alameda Arpo X Rua São Salvador



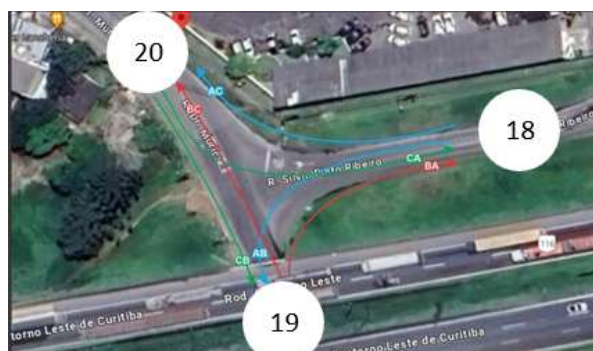
ATUAL

	Destino					
Origem	11	12	13	15	16	17
11					899	
12						531
13				273		
15	786				12	
16		511				403
17			407	563		

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino					
Origem	11	12	13	15	16	17
11					1.114	
12						940
13				241		
15	927				127	
16		905				314
17			354	826		

Figura 4-8. Interseção 4 - Alameda Arpo X Rua João Zarpelon.



ATUAL

	Destino		
Origem	18	19	20
18		222	386
19	159		629
20	213	620	

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino		
Origem	18	19	20
18		196	542
19	179		572
20	333	608	

Figura 4-9. Interseção 5 - Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro



ATUAL

	Destino		
Origem	21	22	23
21		45	274
22	50		11
23	267	2	

COM FECHAMENTO DA RUA

	Destino		
Origem	21	22	23
21		246	263
22	272		9
23	267	2	

Figura 4-10. Interseção 6 - Rua Silvio P. Ribeiro X Rua João A. Figueiredo

4.4.5 RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da microssimulação de tráfego realizada utilizando o software Aimsun serão apresentados no Capítulo 5 – Avaliação dos Impactos e Proposição de Medidas Mitigadoras. Para subsidiar as decisões foram analisados três cenários distintos, considerando o nível de serviço e fluxo de veículos:

- I. situação atual do sistema viário impactado;
- II. situação posterior ao fechamento dos trechos das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro;
- III. situação posterior ao fechamento dos trechos das ruas Constante Moro Sobrinho a Antônio Moro, incluindo as soluções propostas para melhora do nível de serviço e fluidez do tráfego.

4.4.6 INDICADORES

Os indicadores utilizados na microsimulação são o Nível de Serviço e a relação Volume/Capacidade simulada (V/C simulado)

O Nível de Serviço (LoS, do inglês Level of Service) é uma medida utilizada para avaliar a eficiência e a qualidade do serviço em sistemas de transporte, como estradas e interseções. No contexto do texto fornecido, o Nível de Serviço é calculado com base em diversos parâmetros e métricas que descrevem o desempenho de uma via ou interseção.

O Nível de Serviço é determinado considerando diferentes tipos de análises, como análise longitudinal e análise espacial, e envolve o cálculo de várias medidas de desempenho durante simulações de tráfego. Algumas das principais métricas utilizadas para calcular o Nível de Serviço incluem:

- **Análise Longitudinal**

- Atraso de segmento (*segmento/veículo*): O atraso médio experimentado por cada veículo em um segmento da via.
- Atraso na fila (*segmento/veículo*): O atraso devido a filas de veículos.
- Atraso parado (*segmento/veículo*): O atraso quando um veículo está parado.
- Número de Paradas: O número de vezes que um veículo para durante seu percurso.

- **Análise Espacial:**

- Densidade (*UCP/km de faixa*): A densidade de veículos em uma faixa da via.
- Comprimento Médio da Fila (*veículos*): O comprimento médio das filas de veículos.
- Média da Parte Traseira da Fila (*m*): A média da distância da parte traseira da fila até a entrada da via.
- Máxima Parte Traseira da Fila (*m*): A distância máxima da parte traseira da fila até a entrada da via.
- Percentual de Veículos em Fila (%): A porcentagem de veículos em fila.
- Percentual de Veículos em Excesso (%): A porcentagem de veículos que excedem a capacidade da via.
- Percentual de Veículos Lentos (%): A porcentagem de veículos que estão se movendo lentamente.

De acordo com o *High Capacity Manual* – HCM 2010, foram selecionados 6 (seis) níveis designados pelas seis primeiras letras do alfabeto. O nível A corresponde à melhor condição de operação e no outro extremo o nível F corresponde à condição de congestionamento completo. Entre estes dois extremos, situam-se os demais níveis. Neste procedimento, o nível de serviço limitante é o nível D, por ser, de acordo com o HCM, o limiar entre o serviço adequado e a capacidade da via. E o resultado para isso é determinado pelo próprio AimSun utilizando a metodologia encontrada no HCM.

O parâmetro denominado V/C simulado, representando o Volume sobre a Capacidade da via, constitui um elemento crucial na avaliação do desempenho viário. Sua função é traduzir quão efetivamente a capacidade da via está sendo utilizada, sendo que valores mais próximos de 1 indicam uma maior utilização dessa capacidade. No entanto, é fundamental destacar que esse indicador, por si só, não proporciona uma avaliação direta da qualidade do tráfego na interseção.

Para uma compreensão mais abrangente e precisa desse aspecto, torna-se mais pertinente recorrer ao Nível de Serviço. Este parâmetro oferece uma análise aprofundada, considerando diversos fatores que podem influenciar a qualidade do tráfego, indo além da simples relação entre volume e capacidade. Dessa forma, o Nível de Serviço complementa e enriquece a avaliação do desempenho viário, proporcionando *insights* mais refinados.

Além disso, o indicador de Fluxo Simulado desempenha um papel específico ao se concentrar na compreensão do volume que atravessa ou que vai futuramente passar na rede. Essa métrica contribui para uma visão mais detalhada do fluxo de veículos, permitindo uma análise mais específica e direcionada, que pode ser valiosa na identificação de padrões e na tomada de decisões estratégicas para otimização do tráfego.

Assim, ao considerar a interação entre o V/C simulado e o Nível de Serviço, é possível obter uma visão mais abrangente e holística do funcionamento do sistema viário, facilitando a implementação de medidas eficazes para a melhoria contínua da mobilidade urbana. Para melhor compreensão da avaliação dos impactos apresentada no capítulo 5, serão utilizados os parâmetros indicados em cores conforme as figuras abaixo:



Figura 4-11. Indicador de Nível de Serviço

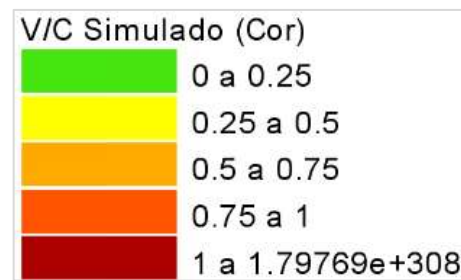


Figura 4-12. Indicador de Fluxo Simulado (V/C)

5 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS E PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS

Nos primeiros itens deste capítulo serão apresentados os cenários simulados para a hora de pico do sistema viário, compreendida entre 17h30min e 18h30min, considerando:

1. A situação atual do sistema viário;
2. A situação após o fechamento dos trechos das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, sem quaisquer proposições de melhorias.

Desta forma, será possível avaliar os problemas já existentes nas vias do entorno do empreendimento, assim como verificar a influência e os impactos decorrentes da interrupção das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, ainda sem a proposição de medidas mitigadoras.

Nos itens seguintes será apresentada a simulação do cenário futuro, durante a mesma hora de pico, desta vez considerando as propostas de melhorias no sistema viário. Na sequência, será apresentada a comparação relativa dos indicadores de desempenho dentro de cada cenário.

Cumprido destacar que o presente estudo foi realizado tendo como base a alternativa viável de desvio do tráfego apresentada no Estudo de Desvio Viário elaborado pela CCR Aeroportos (ANEXO III). Tal estudo visa avaliar a viabilidade de alternativas sugeridas para o sistema viário após a implantação da nova PPD.

5.1 SITUAÇÃO ATUAL

Este item apresenta os resultados obtidos a partir da simulação do cenário atual, que representa as condições de tráfego existentes na área de estudo antes do empreendimento. Foram analisados visualmente o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo. A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

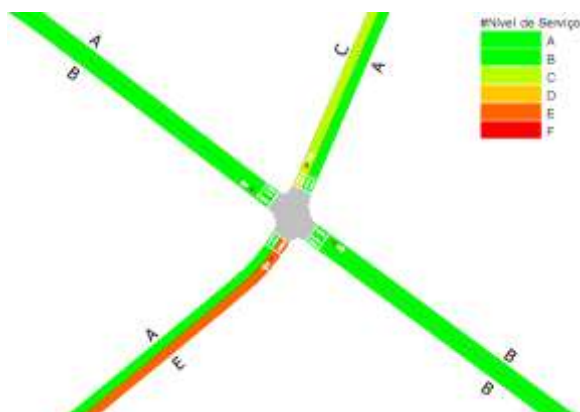


Figura 5-1. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual

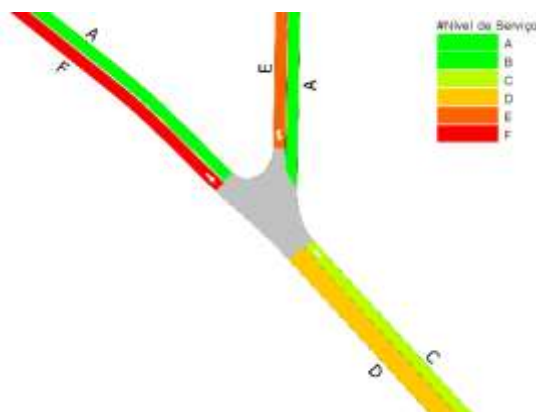


Figura 5-2. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual



Figura 5-3. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual

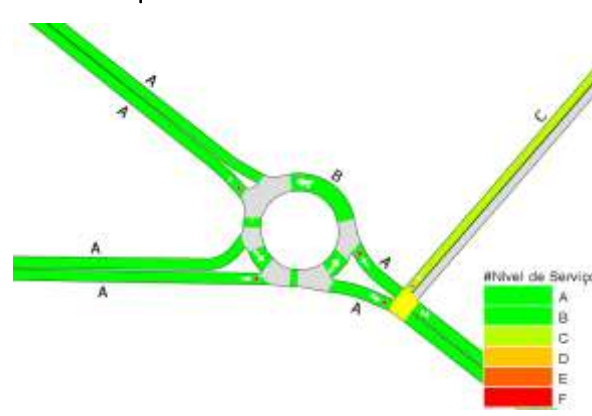


Figura 5-4. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual



Figura 5-5. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual

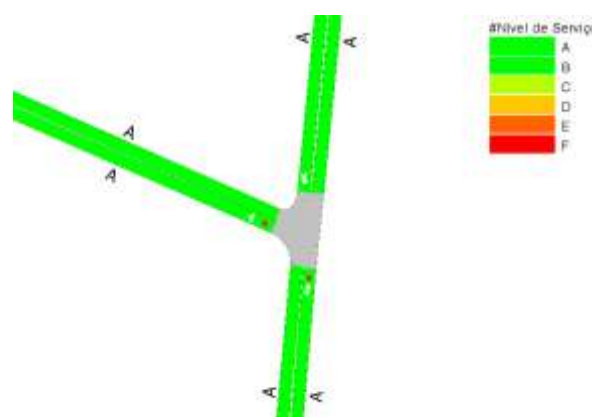


Figura 5-6. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual

Avaliando o volume de tráfego atual na rede viária como um todo, verifica-se que o nível de serviço predominante é “A”, o que pressupõe um estado ideal do tráfego, onde as condições de circulação são ótimas e não há congestionamentos significativos.

No entanto, vale destacar que no trecho norte da Alameda Arpo, no sentido Norte>Sul, na interseção 02(Alameda Arpo x Rua Antônio Moro), e no trecho da Rua Silvio Pinto Ribeiro sentido Leste>Oeste, da interseção 05 (Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro), o nível de serviço é “F”, que indica condições de congestionamento intenso e operação da via no limite máximo da capacidade.

O motivo observado na simulação para o resultado negativo na interseção 02 se dá principalmente em função do conflito existente na Alameda Arpo com a saída do Supermercado Jacomar e a rua Heitor Moro. Os veículos que saem tanto do supermercado, quanto da rua Heitor Moro, tendem a utilizar uma parte da programação semafórica atual que permite aos veículos ficarem parados em cima de uma das faixas da Alameda Arpo.

Como a programação semafórica atual permite que os veículos se acumulem na aproximação Oeste>Leste da interseção 03 (Alameda Arpo x Rua São Salvador), os veículos que saem tanto do supermercado, como da rua Heitor Moro, ficam esperando em cima da faixa do fluxo contrário o andamento da fila, para que possam ingressar na Alameda.

Já na interseção 05 (rua Silvio Pinto Ribeiro x rua Dr. Murici) observa-se que o acúmulo excessivo se dá em função do tempo de espera dos veículos na pista oeste da Rua Silvio Pinto Ribeiro para acesso e cruzamento da rua Dr. Murici.

A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

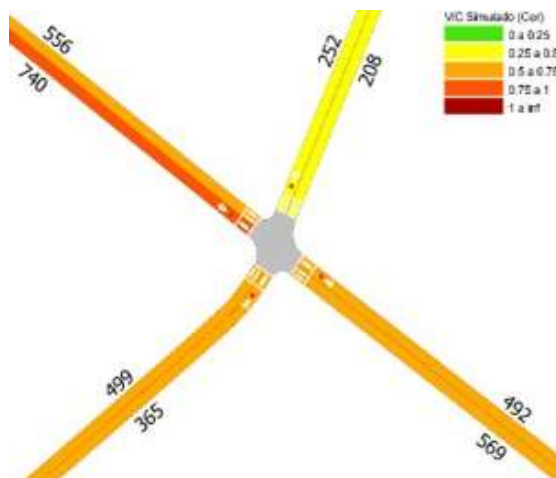


Figura 5-7. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual



Figura 5-8. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual



Figura 5-9. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual

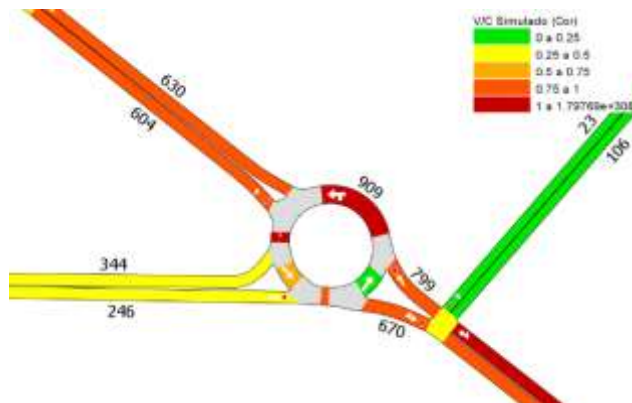


Figura 5-10. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual

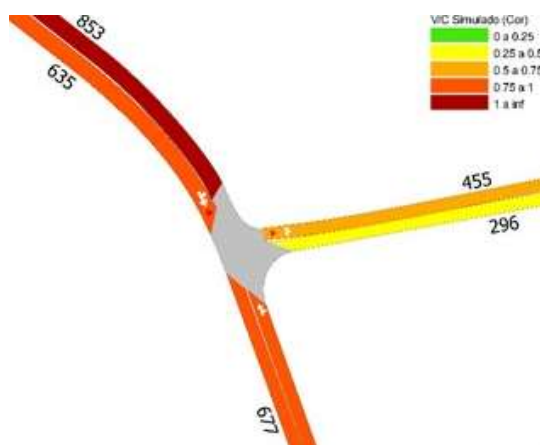


Figura 5-11. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual

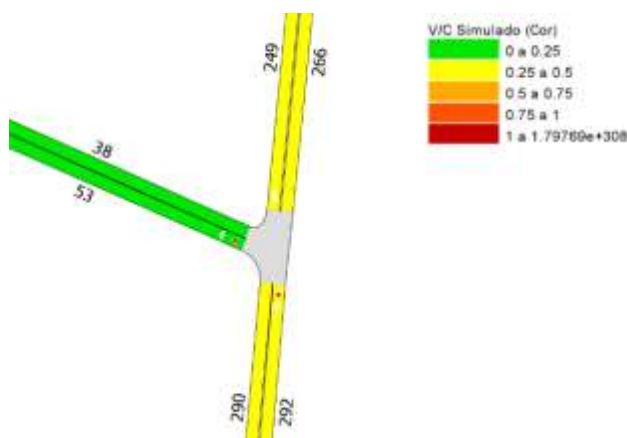


Figura 5-12. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual

Verifica-se que no pico da tarde o fluxo é mais intenso na Alameda Arpo, em ambos os sentidos da via. Isso significa que há uma alta densidade de veículos na via, resultando em uma alta taxa de veículos passando pelo trecho na hora de pico. No entanto, o congestionamento ocorre, principalmente, em função do problema das saídas do supermercado e da Rua Heitor Moro abordado anteriormente.

5.2 SITUAÇÃO FUTURA

Este item apresenta os resultados obtidos a partir da simulação do cenário futuro após a implantação do empreendimento e, conseqüentemente, com o fechamento da Rua Constante Moro Sobrinho e de parte da Rua Antônio Moro, sem a adoção de qualquer medida mitigadora.

Neste cenário, os veículos que utilizavam os trechos suprimidos passam a trafegar pela Rua Silvio Pinto Ribeiro e acessam a Alameda Arpo através da interseção 6 (Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo).

O novo trajeto está demonstrado na Figura 5-13 a seguir:

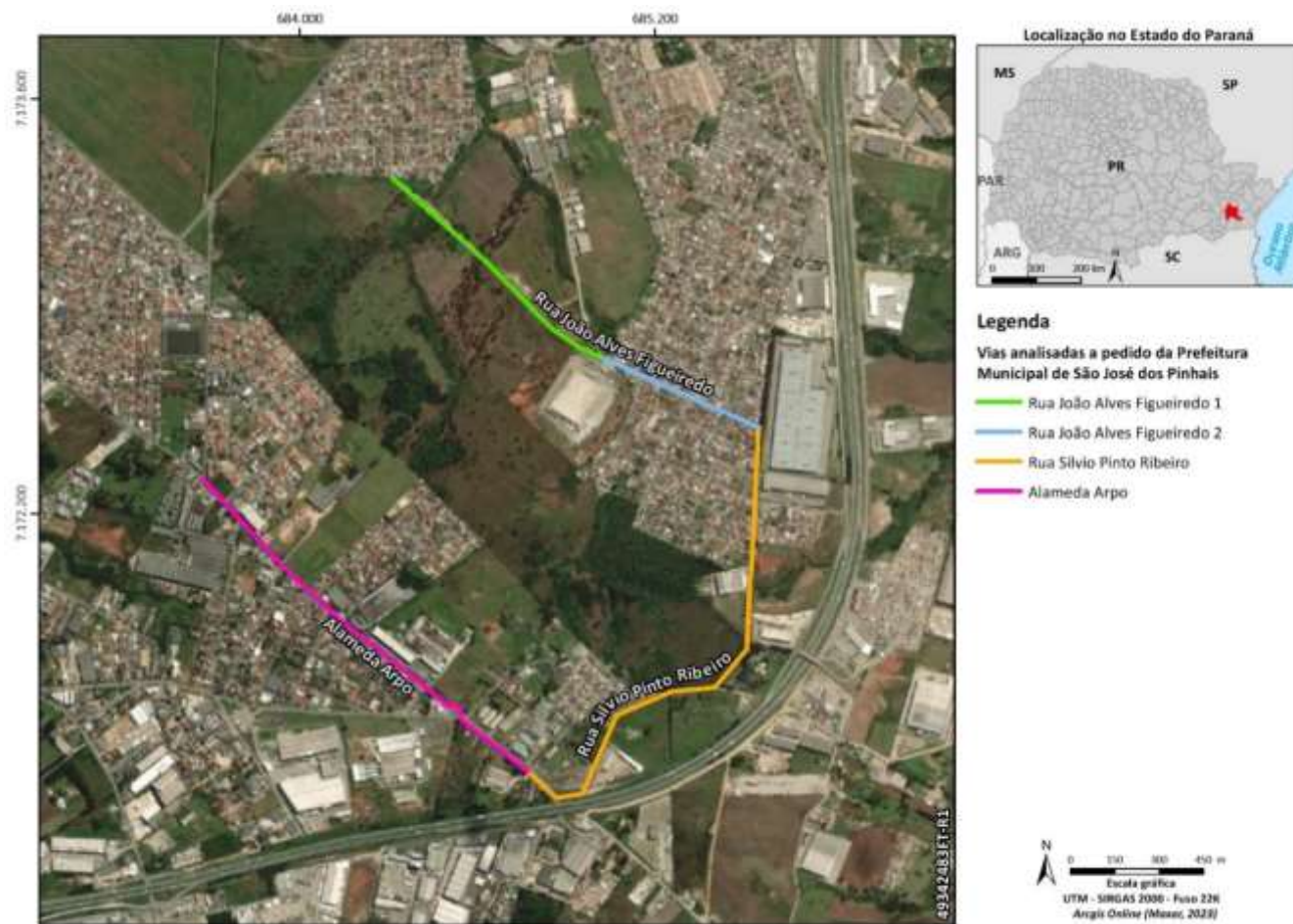


Figura 5-13. Vias utilizadas para o novo trajeto

A figura acima apresenta a configuração de trajeto considerando o impacto relacionado às viagens com origem/destino compreendidas entre o Jardim Suíça e o Bairro Cruzeiro, cujo impacto em extensão e tempo de viagem será mais significativo em relação ao trajeto original. É necessário ponderar, entretanto, que a pesquisa de origem/destino apresentada no RIT já protocolado, demonstra que estas viagens representam uma parcela máxima de 25% em relação ao total de viagens que passam pelos trechos a serem suprimidos. Assim, tem-se que a grande maioria das viagens possuem origem/destino mais distantes do trecho suprimido, ou seja cerca de 75% das viagens que passam pelas ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, sofrerão aumento de extensão e tempo de viagem menos significativos proporcionalmente.

Foram analisados o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo, buscando avaliar a situação do sistema viário após o fechamento das vias.

A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

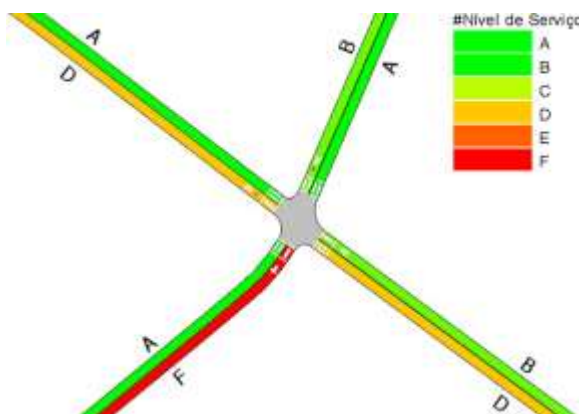


Figura 5-14. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro

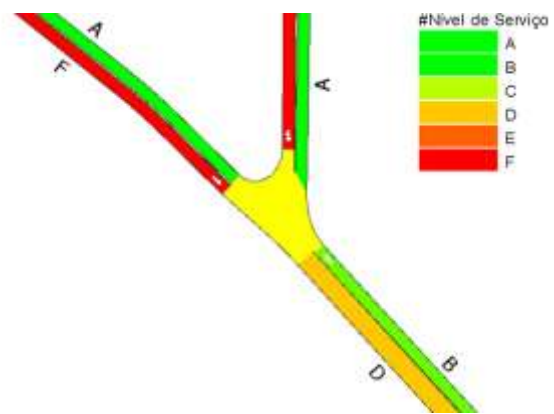


Figura 5-15. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro

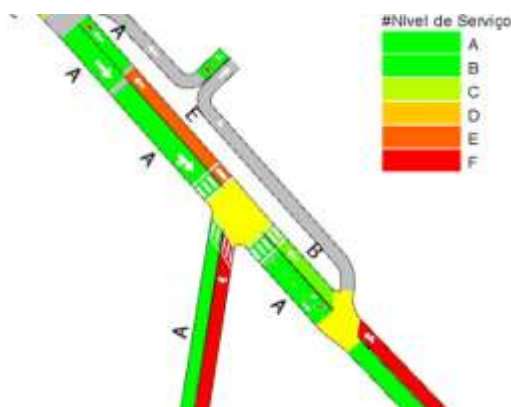


Figura 5-16. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro

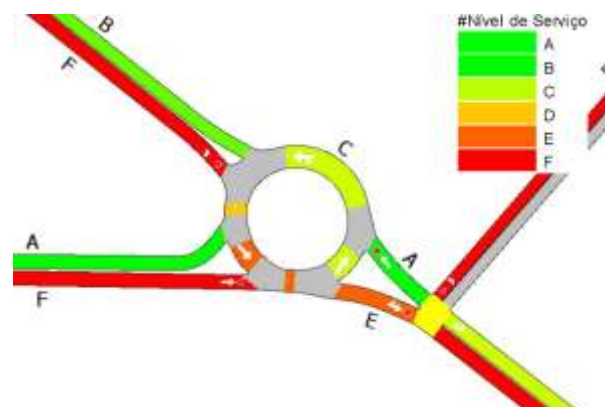


Figura 5-17. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro

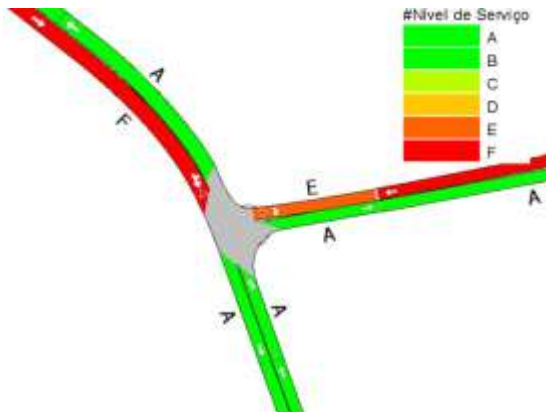


Figura 5-18. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro

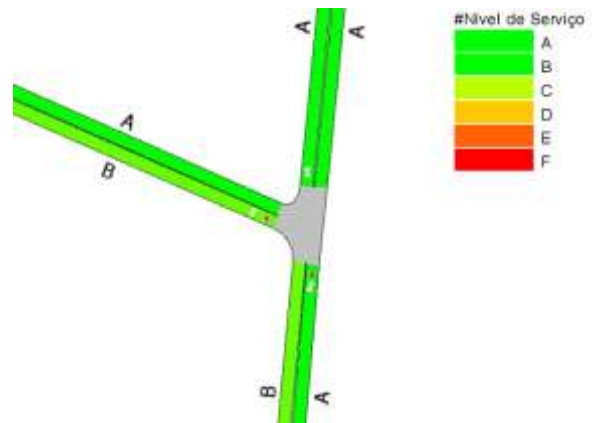


Figura 5-19. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro

Apesar do nível de serviço ainda ser predominantemente “A”, verifica-se que com o fechamento de parte da Rua Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro, alguns níveis de serviço pioraram, com destaque para a Rua Dr. Murici, Rua João Zarpelon e a Alameda Arpo entre a Rua João Zarpelon e a Rua Silvio Pinto Ribeiro.

A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

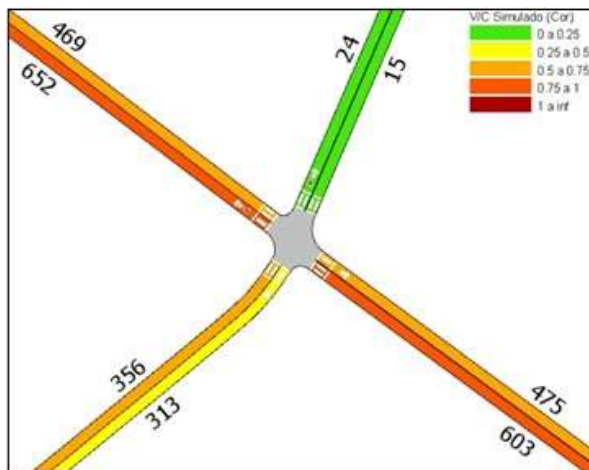


Figura 5-20. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro

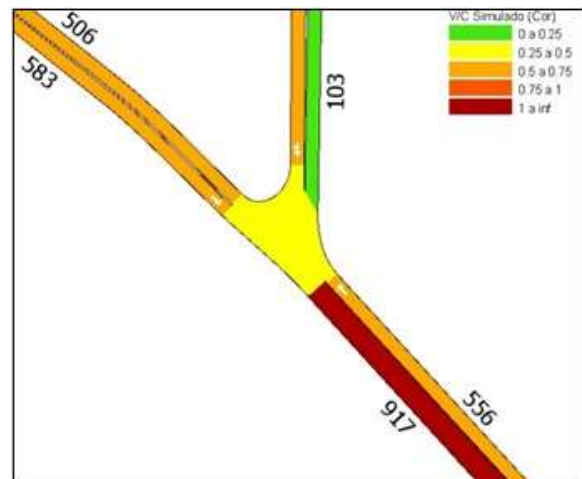


Figura 5-21. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro

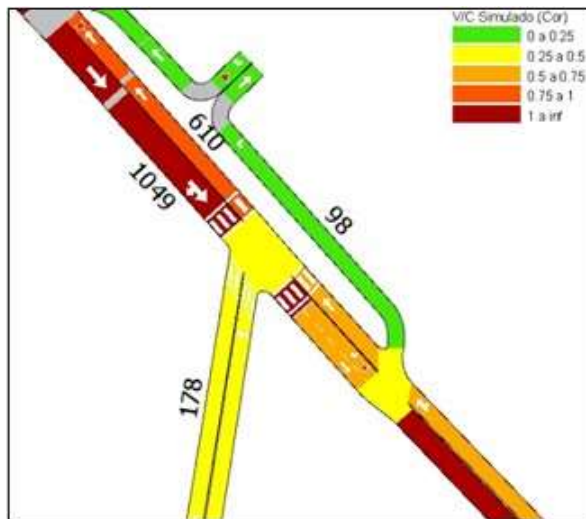


Figura 5-22. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro

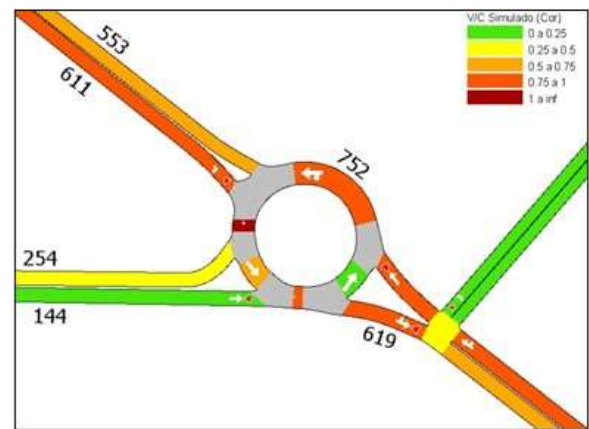


Figura 5-23. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro

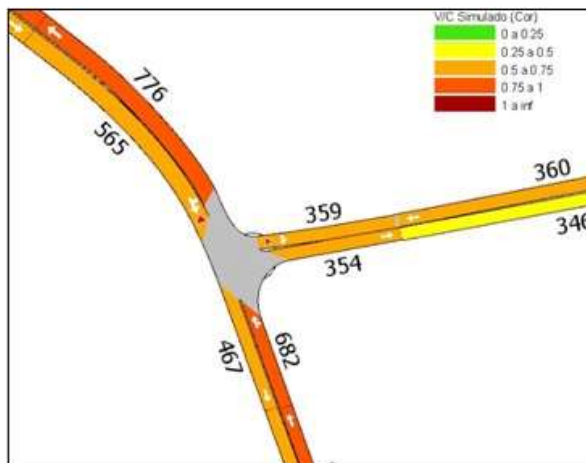


Figura 5-24. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro

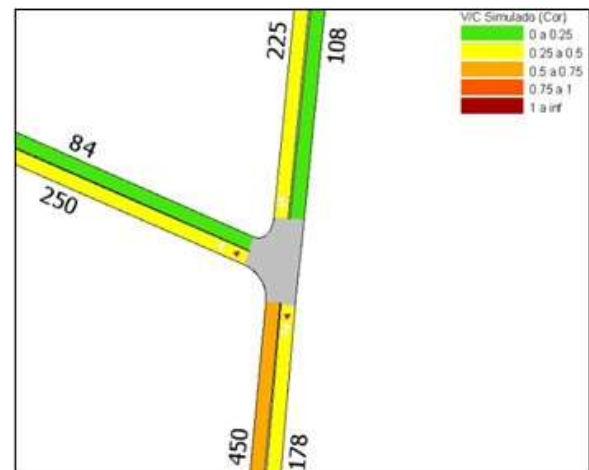


Figura 5-25. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro

Com o fechamento de parte da Rua Constante Moro Sobrinho e da Rua Antônio Moro, observou-se que os veículos que antes acessavam a Alameda Arpo através da interseção 01, agora a acessam através da interseção 6. Se, por um lado, a alteração do trajeto melhora o nível de serviço no prolongamento da rua Curitiba (rua Jorge Guimarães de Camargo) e, consequentemente, na interseção 01, por outro tal alteração potencializa os problemas verificados na situação atual dos demais cruzamentos, uma vez que a maioria desses veículos tendem a percorrer toda a Alameda Arpo no sentido oeste.

As questões observadas nesse cenário evidenciaram a situação já existente na interseção 03, com visível aumento de filas e, também, o problema na interseção 05, antes não tão evidente, que é a dificuldade dos veículos da Rua Sílvio Pinto Ribeiro em ingressar na Rua Doutor Murici, potencializado pelo volume de veículos que passam a utilizar de forma direta a interseção após o fechamento do trecho das ruas constante Moro Sobrinho e Antônio Moro.

A partir da análise deste cenário, é possível elencar os impactos gerados pela implantação do empreendimento sob o ponto de vista de tráfego e transportes:

- Redução no nível de serviço no conjunto da rede viária impactada, em função da redistribuição das viagens ao longo da Alameda Arpo
- Sutil melhora no nível de serviço da rua Jorge Guimarães de Camargo, em virtude do fechamento dos trechos das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro
- Piora na fluidez do tráfego de veículos nas interseções 02, 03, 04 e 05, em função do aumento de veículos passando por esses cruzamentos.

5.3 SITUAÇÃO FUTURA COM PROPOSTA DE INTERVENÇÕES

Este item apresenta os resultados obtidos a partir da mesma simulação encontrada no capítulo anterior, com o acréscimo das alterações propostas como medidas mitigadoras para o tráfego de veículos.

Desta forma foram consideradas as seguintes intervenções:

- Alteração da programação semafórica nas interseções 02 e 03;
- Implantação de rotatória na interseção 05.

Simuladas as intervenções, foram analisados novamente o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo.

A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

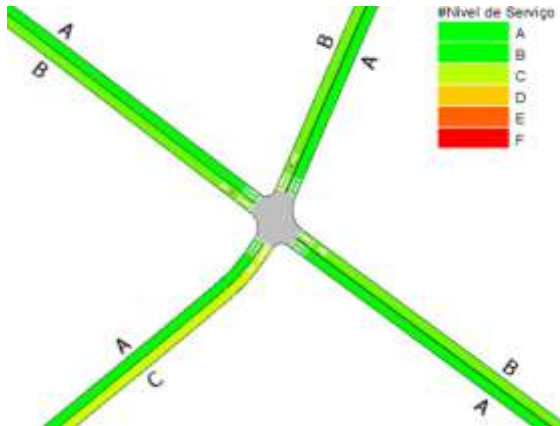


Figura 5-26. Nível de Serviço na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta

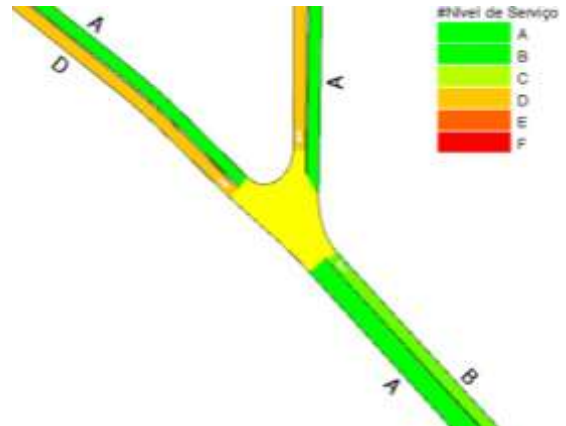


Figura 5-27. Nível de Serviço na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta

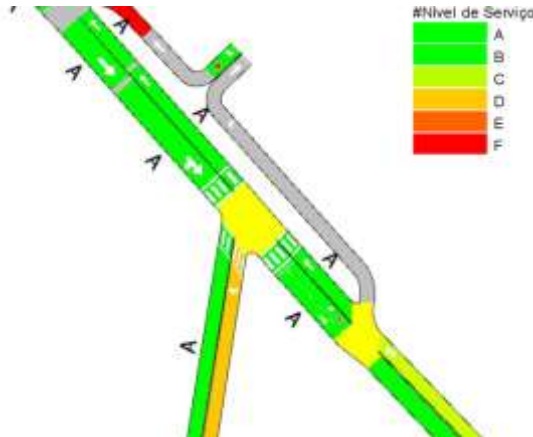


Figura 5-28. Nível de Serviço na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta

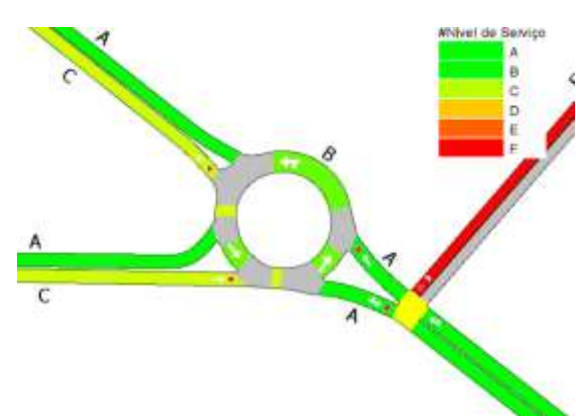


Figura 5-29. Nível de Serviço na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta

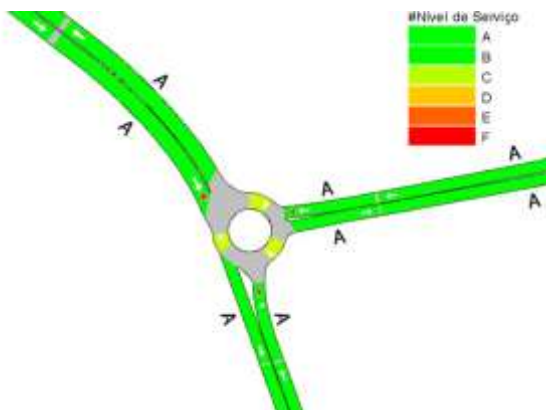


Figura 5-30. Nível de Serviço na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Sílvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta

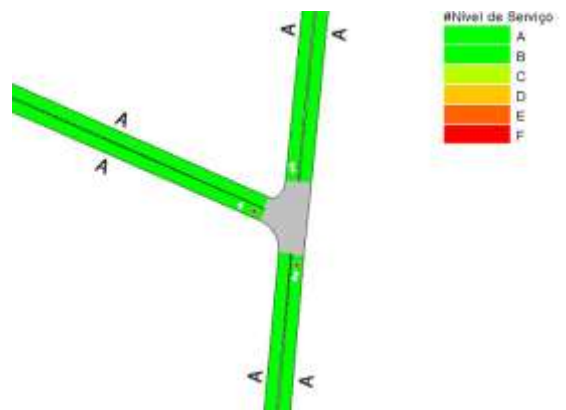


Figura 5-31. Nível de Serviço na Interseção 06 - Rua Sílvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta

Verifica-se que após a implantação das propostas o nível de serviço de modo geral melhorou comparado, inclusive, ao cenário atual.

A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

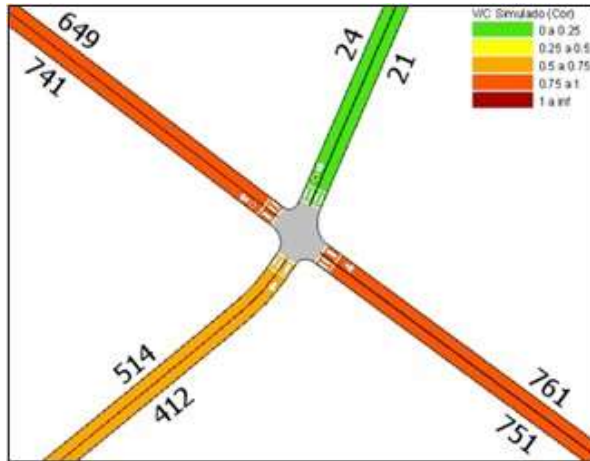


Figura 5-32. Fluxo Simulado na Interseção 01 - Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta

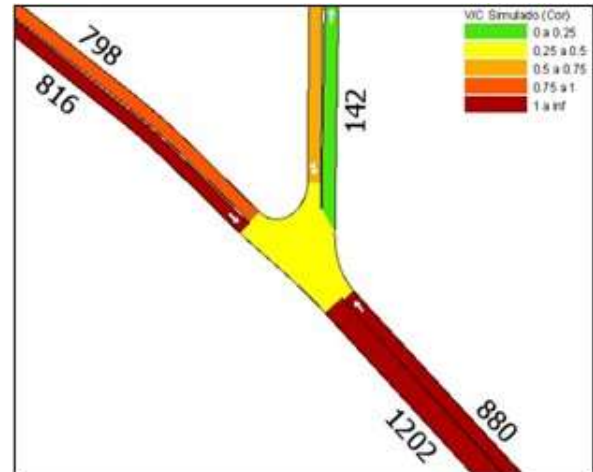


Figura 5-33. Fluxo Simulado na Interseção 02 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta

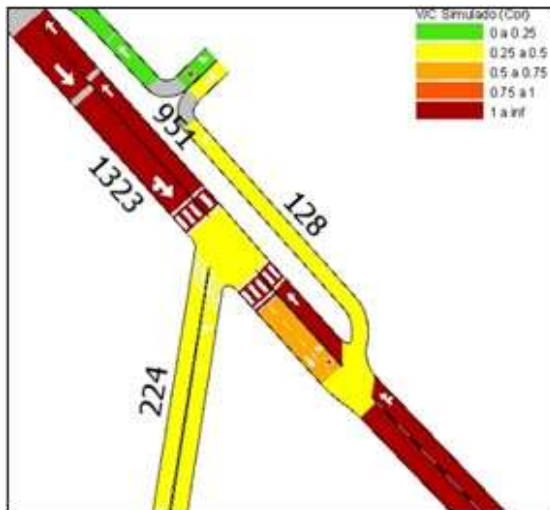


Figura 5-34. Fluxo Simulado na Interseção 03 - Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta

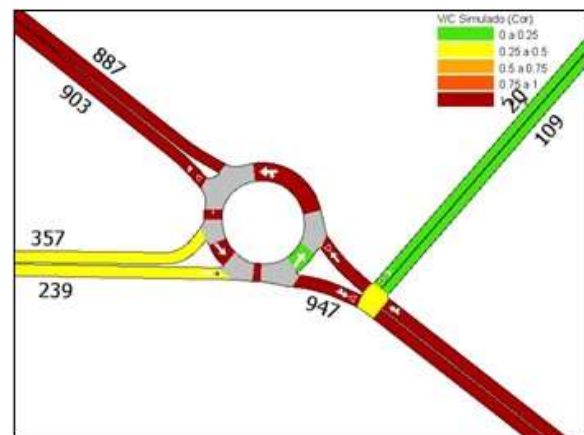


Figura 5-35. Fluxo Simulado na Interseção 04 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta

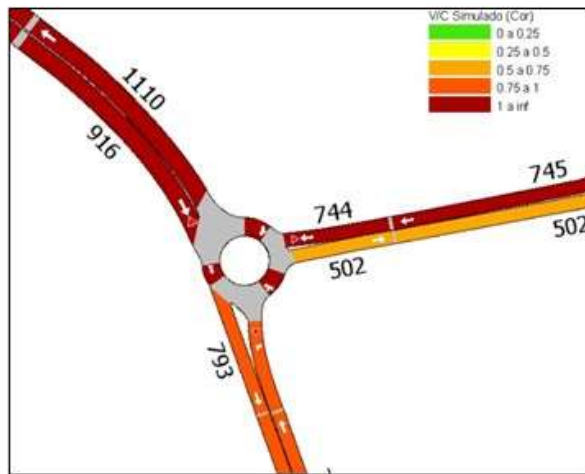


Figura 5-36. Fluxo Simulado na Interseção 05 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta

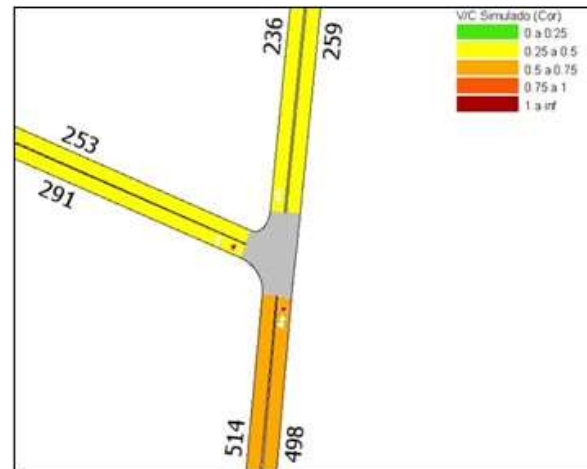


Figura 5-37. Fluxo Simulado na Interseção 06 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta

Nota-se que, apesar do aumento do fluxo de veículos/uso da capacidade das vias, os níveis de serviços apresentam-se melhores em razão das intervenções propostas.

Visando melhor detalhar as questões abordadas tanto na situação atual quanto futura foram propostas as intervenções descritas no capítulo 5.4 a seguir.

5.4 MEDIDAS MITIGADORAS

5.4.1 PROGRAMAÇÃO SEMAFÓRICA

A partir da situação apresentada no capítulo anterior, a alteração na programação semafórica proposta para as interseções 02 e 03, cumpre o objetivo de dar tempo suficiente aos veículos que saem da rua Heitor Moro realizarem a manobra de conversão à esquerda, (direção Leste), podendo assim ingressar na Alameda Arpo sem precisar parar em cima da faixa de rolamento no sentido contrário. Para isso os locais de acumulação dos veículos foram mudados com a programação semafórica, permitindo assim que os veículos ingressem em uma seção vazia.

A seguir estão apresentados os tempos adotados em cada grupo semafórico na simulação.



Figura 5-38. Programação Semafórica Proposta. As barras verdes correspondem à luz verde do semáforo e as barras amarelas, à luz amarela do semáforo. A luz vermelha não aparece pois o diagrama considera que quando existe um verde, automaticamente existe um vermelho

5.4.2 IMPLANTAÇÃO DE ROTATÓRIA NA INTERSEÇÃO 05

Com a implantação de um dispositivo do tipo rotatória na interseção 05, verificou-se a melhoria da capacidade de fluidez do tráfego que, além de melhorar a condição pré-existente, tornou o cruzamento capaz de absorver o novo tráfego esperado com a implantação do empreendimento.

A proposta visa reduzir o tempo de espera dos veículos que saem da Rua Sílvio Pinto Ribeiro para a rua Dr. Murici e a conversão à esquerda dos veículos que saem da rua Doutor Murici em direção à Rua Sílvio Pinto Ribeiro. A rotatória cumpre bem esse papel, pois a gestão de preferência é melhor do que em uma interseção simples.

5.5 MEDIDAS COMPLEMENTARES

As medidas propostas no item anterior são entendidas como suficientes para a mitigação dos impactos diretamente gerados pela implantação da nova pista de pousos e decolagens.

As medidas a seguir são sugeridas de forma complementar ao estudo e têm o objetivo de otimizar o sistema viário inscrito na área influência direta do empreendimento. Sendo assim, essas medidas não foram incluídas nas simulações anteriores, mas caso sejam implantadas trarão benefícios adicionais ao sistema de tráfego.

Cabe reforçar que as medidas apresentadas a seguir não visam minimizar os impactos do empreendimento, mas sim, otimizar o sistema viário na região estudada, trazendo benefícios à mobilidade em áreas em que o tráfego já é bastante intenso, inclusive pela presença de estabelecimentos logísticos.

5.5.1 SAÍDA DO SUPERMERCADO

A interseção 03 possui atualmente condições indesejadas de fluidez do tráfego. Conforme apontado no item 5.1 – SITUAÇÃO ATUAL, parte do problema ocorre em função da saída do Supermercado Jacomar. Apesar de haver sinalização vertical indicando a proibição de conversão à esquerda no dispositivo, muitos condutores não a obedecem, aproveitando curto espaço de tempo para bloquearem a faixa sentido oeste da Alameda Arpo enquanto esperam o momento oportuno para ingressarem na faixa leste. Para coibir a conversão à esquerda e melhorar a distância de aceleração dos veículos que saem do supermercado, sugerimos que a prefeitura realize gestão junto à administração do supermercado, buscando melhorar a geometria do *taper* de saída do supermercado.

5.5.2 RUA SILVIO PINTO RIBEIRO

Considerando a ocupação atual da porção leste do bairro Quissisana, classificada como Zona Industrial e de Serviços, é possível justificar o aumento na proporção de veículos de carga em relação aos veículos de passeio na Rua Silvio Pinto Ribeiro. Tal situação se dá, principalmente, pelas condições atuais da via coletora que margeia o contorno Rodoviário Leste. Cerca de 900 metros antes da rua Dr. Murici, a via local, paralela ao contorno rodoviário, já está implantada. Sugere-se, portanto, a implantação de trecho complementar, de forma a induzir a migração do tráfego de veículos pesados, que atualmente demanda a Rua Silvio Pinto Ribeiro, para esta nova via.

5.6 INDICADORES DE DESEMPENHO

O quadro a seguir exibe uma análise comparativa dos indicadores de desempenho em diferentes cenários: o estado atual, o cenário futuro com a implantação do empreendimento (sem medidas mitigadoras) e o cenário futuro com a implantação do empreendimento e intervenções na área de estudo. As cores mostram quais são os melhores resultados, sendo que a cor verde é o melhor, o amarelo é a situação mediana e o vermelho é a pior situação.

É notável que o número de veículos passando por hora aumentou, assim como as velocidades médias, demonstrando maior fluidez. Por outro lado, as densidades, filas e tempos de viagem diminuíram, demonstrando o alcance dos objetivos.

Tabela 5-1. Indicadores de Desempenho dos Cenários Simulados

Indicador – Tarde	Situação		Comparação	Situação		Comparação
	Atual	Futuro sem medidas	Futuro sem medidas / Atual	Futuro Proposto com medidas	Futuro sem medidas / Futuro Proposto com medidas	
Demanda (veíc/h)	3760	3416	-9,1%	3896	14,0%	
Fluxo (veíc/h)	3491	2524	-27,7%	3877	53,6%	
Velocidade Média - Carro (km/h)	14,66	8,58	-41,5%	21,28	148,0%	
Velocidade Média - Ônibus (km/h)	14,04	7,94	-43,4%	21,88	175,6%	
Densidade (veíc/km)	24,24	51,96	114,4%	18,41	-64,6%	
Fila Média (veíc)	196,27	665,76	239,2%	58,74	-91,2%	
Fila Média - Carro (veíc)	183,98	614,31	233,9%	55,36	-91,0%	
Tempo de Atraso Médio (seg/km)	135,59	313,78	131,4%	59,12	-81,2%	
Tempo de Viagem - Carro (seg/km)	245,65	419,81	70,9%	169,15	-59,7%	
Tempo de Viagem - Ônibus (seg/km)	256,34	453,36	76,9%	164,51	-63,7%	

Tabela 5-2. Indicadores de Desempenho para os Ônibus dos Cenários Simulados

Indicador - Tarde	Situação		Comparação	Situação	Comparação
	ATUAL	FUTURO	FUTURO / ATUAL	FUTURO PROPOSTO	FUTURO PROPOSTO / FUTURO PROPOSTO
Velocidade Harmônica - Ônibus (km/h)	14,04	7,94	-43%	21,88	176%
Tempo Parado - Ônibus (seg/km)	130,43	328,27	151,7%	37,88	-88,5%
Tempo de Atraso - Ônibus (seg/km)	136,38	332,75	144,0%	44,70	-86,6%
Tempo de Viagem - Ônibus (seg/km)	256,34	453,36	76,9%	164,51	-63,7%



A diferença da situação atual para a futura ocorre exclusivamente em função do fechamento dos trechos das ruas Constante Moro sobrinho e Antônio Moro. Assim, qualquer mudança nos indicadores é devido a esse fator. Cada indicador apresentado na tabela acima possui característica e importância específica para a análise e avaliação dentro de cada cenário:

- **Demanda:** número médio de veículos por hora (veíc/h) que entram na rede viária da simulação;
- **Fluxo:** número médio de veículos por hora (veíc/h) que passaram pela rede durante o período de simulação. Os veículos são contados ao sair da rede através de um tronco de saída;
- **Velocidade Média:** velocidade média (km/h) de todos os veículos que saíram do sistema. Isto é calculado usando a velocidade média de viagem para cada veículo;
- **Densidade:** número médio de veículos por quilômetro (veíc/km) de pista do trecho;
- **Fila Média:** comprimento médio das filas na rede simulada durante o período de simulação. Medido em número de veículos (veíc);
- **Tempo de Atraso Médio:** Diferença entre o tempo de viagem esperado (o tempo que levaria para percorrer o sistema em condições ideais) e o tempo de viagem observado. É calculado a partir da média de todos os veículos e depois convertido em taxa de tempo por distância (seg/km);
- **Tempo de viagem:** tempo médio que um veículo precisa para percorrer um quilômetro dentro da rede. Esta é a média de todos os tempos de viagem individuais (diferença entre a hora de saída e a hora de entrada), convertido taxa de tempo por distância (seg/km).

Verifica-se que para todos os indicadores, o cenário futuro com as propostas apresentou resultados melhores. Com destaque para a velocidade média de carros, a fila média e o tempo de atraso, que melhoraram inclusive, em relação ao cenário atual.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de tráfego, considerando os resultados obtidos através da microssimulação utilizando o software Aimsun, teve como objetivo analisar os impactos da implantação de uma nova pista no Aeroporto Internacional Afonso Pena (SBCT/CWB), considerando que para viabilizar essa expansão, será necessária a supressão de parte das ruas Constante Moro Sobrinho e Antônio Moro.

Os resultados obtidos através da análise dos indicadores de desempenho revelaram que as propostas de intervenção apresentadas neste estudo trouxeram melhorias significativas em relação ao cenário atual de tráfego. Essas melhorias abrangem diversos aspectos, como a fluidez do tráfego e a eficiência do sistema como um todo.

Cabe destacar também que, as simulações realizadas tratam os cenários atual e futuro partir da pior situação hipotética possível, ou seja, são considerados os impactos ao longo da hora-pico do sistema em todas as simulações e, para os dois cenários futuros (sem e com intervenções propostas), considera-se que todo o tráfego desviado passará a se deslocar através da Rua Silvio Pinto Ribeiro.

Um dos principais pontos de destaque foi a eficácia da rotatória na redistribuição do fluxo de veículos, contribuindo para reduzir os congestionamentos e os tempos de viagem. Além disso, a reprogramação semafórica nas interseções analisadas demonstrou ser uma estratégia eficiente para otimizar o funcionamento do tráfego, garantindo uma melhor coordenação entre os diferentes fluxos de veículos.

Deste modo, verifica-se que as proposições sugeridas no item 5.4 são tecnicamente suficientes para mitigar os impactos gerados pelo empreendimento.

A proposta inicial protocolada pela concessionária, previa a pavimentação da Rua José João Bowoniuk, via que faz parte do novo trajeto a ser percorrido pelos moradores do Jardim Vila Suíça. Entretanto, a prefeitura municipal, em conjunto com o governo do estado do Paraná, vem realizando tais investimentos desde o início deste ano. Assim, entende-se que as medidas complementares sugeridas no item 5.5 do presente relatório, caso implantadas, trarão benefícios importantes para o tráfego na região.

É fundamental destacar a importância da análise detalhada e da simulação computacional na tomada de decisões relacionadas ao planejamento urbano e à gestão do tráfego. Esta análise fornece informações substanciais para os gestores públicos e demais envolvidos no processo de planejamento, permitindo a implementação de soluções mais eficientes e sustentáveis para

os problemas de mobilidade urbana. Assim, podemos concluir que as intervenções propostas representam um avanço significativo na compreensão dos padrões de tráfego e na identificação de estratégias eficazes para otimizar a mobilidade urbana em áreas de alta demanda.

Por fim, é necessário destacar que as medidas sugeridas visam basicamente devolver ao tráfego viário as condições existentes antes da geração do impacto. Entretanto, como o próprio estudo apresentou, as vias atualmente utilizadas encontram-se em condições que prejudicam sua fluidez, principalmente quando olhamos os trajetos de média e longa distância.

A sugestão de alteração dos tempos semaforicos, por exemplo, é uma medida mitigadora que se mostrou efetiva durante a simulação do tráfego. Entretanto, sabe-se do dinamismo e facilidade na aplicação da medida, que já é adotada pela equipe de trânsito em seu cotidiano, inclusive da possibilidade de se verificarem programações variadas em determinados dias da semana ou, até mesmo, ao longo de um dia. É sabido que a pesquisa de tráfego levantou os dados de um dia típico de semana, e que algumas variações sazonais podem gerar outras características de fluxo que não necessariamente seriam atendidas pela medida sugerida. Desta forma, uma solução possível seria a implantação de semáforos “inteligentes”, ou seja, aqueles que possuem sistemas de monitoramento do fluxo e ajuste automático dos tempos de abertura e fechamento das vias.

Com relação à sugestão de implantação de rotatória na interseção 05 (cruzamento das ruas Silvio Pinto Ribeiro e Dr. Murici), novamente encontramos um resultado simulado positivo para a situação futura após o fechamento da Rua Constante Moro Sobrinho. Entretanto, após discussões com a equipe técnica da Prefeitura de São José dos Pinhais, durante a reunião ocorrida em 20 de junho de 2024, vislumbrou-se a possibilidade de criação de um pequeno sistema binário no entorno deste cruzamento, com uma das pistas partindo da Rua Silvio Pinto Ribeiro à direita, encontrando a Rua Fernando Pradi, até a Rua João Palma Moreira, seguindo à esquerda até o dispositivo interseção da Alameda Arpo com a Rua João Zarpelon. Tal implantação pode ser vista como boa solução para melhoramento do fluxo de veículos atual. Desta forma, considera-se importante a realização de estudos e projetos que possam consolidar o entendimento do presente relatório de forma complementar às medidas iniciais sugeridas.

Ao longo desta mesma reunião, ao avaliarmos um mapa do município em grande escala, a equipe técnica da prefeitura reportou a existência de uma área reservada para a implantação de eixo viário estrutural, denominado Eixo Leste-Oeste (Figura 6-1), ocupando área

pertencente à União, denominada faixa de domínio da Extinta RFFSA. O pretendido eixo, como demonstrado na figura a seguir, realizaria a ligação viária cortando toda a porção nordeste da região do aeroporto, formando a principal ligação entre a Rua Constante Moro Sobrinho e a região nordeste do município.

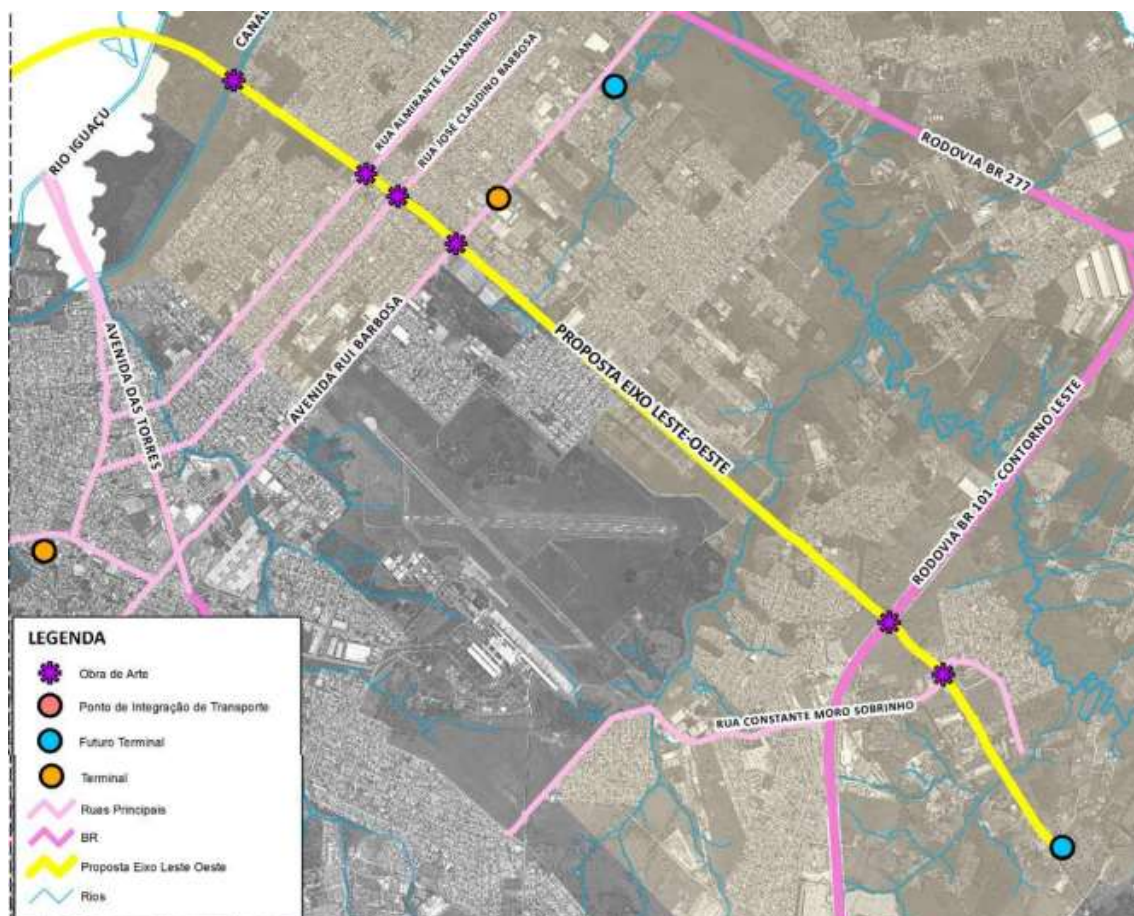


Figura 6-1. Eixo Leste-Oeste

Como dito anteriormente, os estudos para a implantação da Nova PPD do Aeroporto Afonso Pena consideraram que todo o tráfego de veículos passaria a percorrer a rota alternativa buscando a Rua Silvio Pinto Ribeiro e, posteriormente, a Alameda Arpo. A implantação desta nova via (eixo Leste-Oeste), além de alterar toda a dinâmica de tráfego da região, de forma muito benéfica, traria, com certeza, redução da demanda à Alameda Arpo nas viagens de média e longa distância.

Entende-se, portanto, que o fomento à viabilização do Eixo Leste-Oeste junto aos órgãos pertinentes, seria uma oportunidade para solução de muitos dos problemas já existentes no sistema viário da região.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TRB Highway Capacity Manual 2010 – HCM 2010. Transportation Research Board. Washington, D.C.

DNIT Manual de Estudos de Tráfego: IPR-723. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

CAMPOS, V. B. G. e MELO, B. P. Relacionando a Ocupação Urbana com o Sistema Viário para o Desenvolvimento Sustentável. Anais do XIII Congresso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano, Lima, Peru, 2005

DENATRAN. Manual de Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume I Sinalização Vertical de Regulamentação. Departamento Nacional de Trânsito. 1. ed. Brasília, 1984.

DENATRAN. Manual de Brasileiro de Sinalização de Trânsito – Volume II Sinalização Vertical de Advertência. Departamento Nacional de Trânsito. 1. ed. Brasília, 2007.

DER-SP. MANUAL DE SINALIZAÇÃO RODOVIÁRIA, VOLUME III, OBRAS, SERVIÇOS DE CONSERVAÇÃO E EMERGÊNCIA. Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo. 2 ed. São Paulo, 2006.

CARDOSO, CARLOS EDUARDO PAIVA, Modelos Tradicionais – Transporte e Tráfego. Sítio Eletrônico Sinal de Trânsito (www.sinaldetransito.com.br).

ORTÚZAR, J. DE D.; WILLUNSEN, L. G. Modelling Transport. John Wiley & Sons, Chichester, 1994, 2001.

8 ANEXOS

ANEXO I - Metodologia e equipamentos utilizados para caracterizar o fluxo nas interseções

ANEXO II – Relatório consolidado de Microssimulação

ANEXO III - Estudo de Desvio Viário – CCR Aeroportos

ANEXO IV – Caderno de Perguntas e Respostas (ao documento encaminhado pela Secretaria Municipal de Transportes e Trânsito)

ANEXO I –METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR O FLUXO NAS INTERSEÇÕES

1.1 METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS PARA CARACTERIZAR O FLUXO NAS INTERSEÇÕES

Para a coleta das oito horas de imagens nas pesquisas de caracterização de fluxo nas intersecções utiliza-se uma câmera de vídeo digital com lente de alta angulação com as seguintes características:

- Sensor de 5 megapixel;
- Cartão de memória micro SD de 64Gb ou 128Gb;
- Ângulo de visão de até 120°;
- Imagem de 720p em 30 quadros por segundo;
- Proteção IP67;
- Bateria com autonomia de 48 horas;
- Pode operar com bateria ou ligado à rede elétrica comercial.

As atividades exercidas para realização da caracterização de fluxos em intersecções são divididas em duas etapas:

- A primeira etapa é realizada em campo onde são efetivadas as tarefas de calibração da câmera de vídeo, coleta de dados e transmissão de dados.
- A segunda etapa é realizada em escritório, onde são feitas a recepção dos dados, processamento dos fluxos e classificação dos veículos.

1.1.1 ATIVIDADES DE CAMPO

Para instalação da câmera de vídeo, o técnico de campo realiza as seguintes verificações:

- Conferir com o GPS se o local de instalação está de acordo com as coordenadas informadas na planilha de ordem de serviço;
- Localizar um ponto adequado para instalação da câmera de vídeo, onde se tenha uma visão completa de toda a intersecção;
- Instalar a câmera de vídeo no posto;
- Programar o horário de início da gravação e horário de término da gravação;
- Tirar foto do local de instalação.

A câmera de vídeo deve ser instalada de forma que se consiga ter uma visão completa de todos os movimentos da intersecção. Para isto é recomendado que a instalação da câmera de vídeo seja realizada em um poste, a uma altura mínima de quatro metros.

Finalizada a calibração, é feita a programação do timer de gerenciamento da câmera de vídeo informando a hora em que a câmera de vídeo deve iniciar a filmar durante 24 horas contínuas incluindo o horário de maior volume de tráfego.



Figura 1 - Instalação de câmera de contagem de fluxo em intersecção – Imagem Ilustrativa
Fonte: DBA Tecnologia

1.2 PROCESSAMENTO DE DADOS

Os dados de campo são transferidos para o servidor de imagens onde são conferidos a qualidade das imagens, a hora de início e de término de filmagem e o tempo de aquisição.

A contagem dos fluxos e classificação dos veículos é realizada em três etapas, descritas a seguir.

A primeira etapa consiste em criar máscaras de aproximação e afastamento de cada movimento. Conforme apresentado na Figura , estas máscaras são nomeadas com letras e servem para que o software interprete de onde originou e qual o destino de cada veículo que passa ao longo do vídeo. Cada sequência de letra, com o nome de uma máscara de origem e uma

máscara de destino, é relacionado a um número de 0 até 8 no caso de intersecção com três aproximações e de 0 a 15 em intersecções com quatro aproximações.



Figura 2 - Máscaras com identificações de origem e destino
Fonte: DBA Tecnologia

Na segunda etapa o operador inicia o processamento do vídeo. Na medida em que cada veículo passa, o operador clica com o cursor em cima da máscara de onde surgiu o veículo e acompanha com o cursor o veículo até a máscara de destino. Ao soltar o cursor o software grava duas imagens com uma linha em azul indicando o caminho que o veículo percorreu e relaciona estas imagens com as letras correspondentes das duas máscaras por onde o cursor iniciou o rastreamento até o ponto onde o rastreamento é finalizado. O processamento pode ser acelerado ou retardado dependendo da quantidade de movimento.

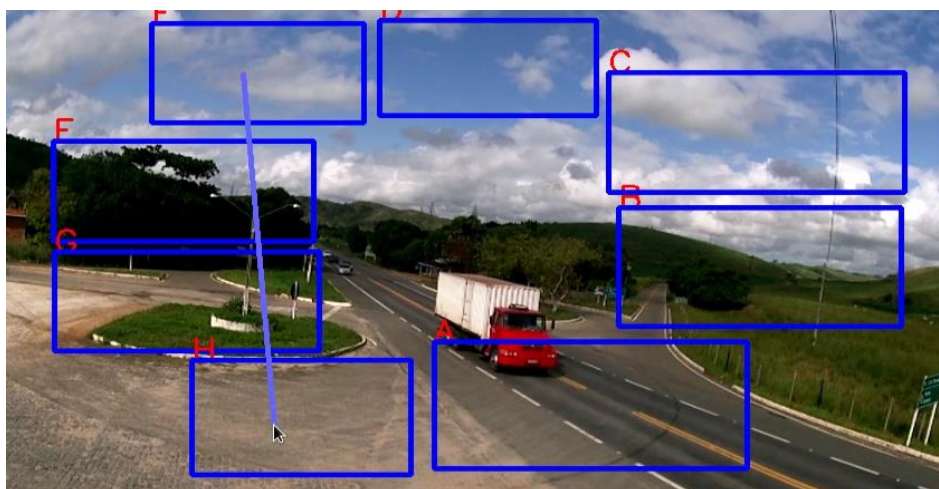


Figura 3 - Captura da imagem e definição de fluxo.
Fonte: DBA Tecnologia

Na terceira etapa, inicia-se a classificação dos veículos. Os arquivos com as imagens retiradas da etapa anterior são carregados no software de classificação de eixos.

Ao carregar cada imagem o operador seleciona a classe correspondente ao veículo.

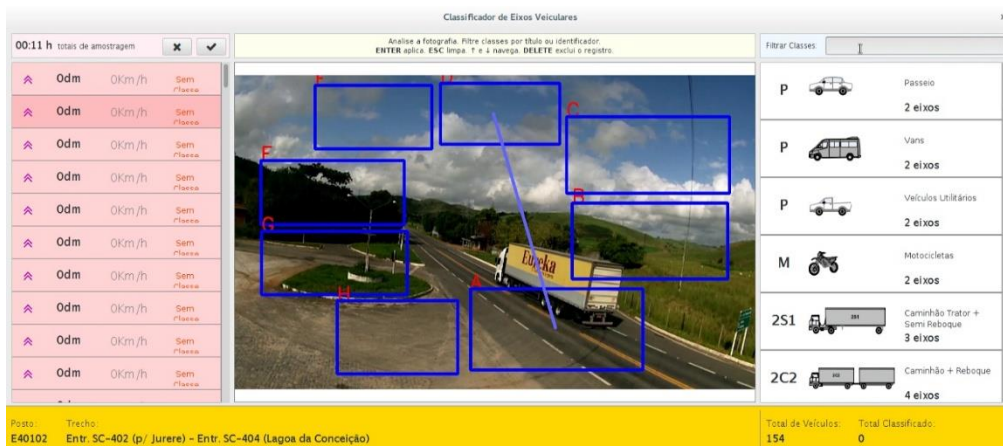


Figura 4 - Software de classificação de veículo.

Fonte: DBA Tecnologia

O software de classificação de veículos gera um arquivo de cada evento com as seguintes informações:

- O número correspondente ao movimento em que o veículo executou;
- A data e a hora do evento;
- O nome do arquivo com a foto relacionada ao evento e
- A classe do veículo com a nomenclatura de categorias utilizadas pelo DNIT.

O software de classificação de eixos de veículos gera um arquivo a partir do qual se extrai o relatório com os dados de cada movimento separados por data, classes de cada veículo, estratificados por intervalos de 15 minutos.

ANEXO II - RELATÓRIO CONSOLIDADO DE MICROSIMULAÇÃO



PGT

Planejamento, Projetos
e Gestão de Tráfego
e Transporte

MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

ANÁLISE DO FECHAMENTO DA RUA CONST. MORO SOBRINHO

Figuras

Figura 1: Pontos de Estudo	8
Figura 2: Ponto 1 - Alameda Arpo x Rua Curitiba	8
Figura 3: Ponto 2 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro	9
Figura 4: Ponto 3 - Alameda Arpo x Rua São Salvador	9
Figura 5: Ponto 4 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon	10
Figura 6: Ponto 5 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro.....	10
Figura 7: Ponto 6 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo.....	11
Figura 8: Comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa	15
Figura 9: Percentual de veículos por ponto de pesquisa	16
Figura 10: Divisão Modal de toda a pesquisa.....	17
Figura 11: Resultado de análise do GEH na área de estudo	24
Figura 12: Indicador de Nível de Serviço.....	26
Figura 13: Indicador de Fluxo Simulado (Volume/Capacidade)	27
Figura 14: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual	27
Figura 15: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual	27
Figura 16: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual	28
Figura 17: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual.....	28
Figura 18: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual.....	28
Figura 19: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual	28
Figura 20: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual.....	29
Figura 21: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual.....	29
Figura 22: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual.....	29
Figura 23: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual	29
Figura 24: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual.....	30
Figura 25: Fluxo Simulado na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual.....	30
Figura 26: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro	31
Figura 27: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro	31
Figura 28: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro	31
Figura 29: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro.....	31
Figura 30: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro	31
Figura 31: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro	31
Figura 32: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro.....	32
Figura 33: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro.....	32
Figura 34: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro	32
Figura 35: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro	32
Figura 36: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro.....	33
Figura 37: Fluxo Simulado na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro.....	33

Figura 38: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta	34
Figura 39: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta	34
Figura 40: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta	34
Figura 41: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta.....	34
Figura 42: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta ...	34
Figura 43: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta	34
Figura 44: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta.....	35
Figura 45: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta.....	35
Figura 46: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta	35
Figura 47: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta	35
Figura 48: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta.....	36
Figura 49: Fluxo Simulado na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta	36
Figura 50: Programação Semafórica Proposta	37

Tabelas

Tabela 1: Endereços dos Pontos de Estudo	7
Tabela 2: Volumes de veículos nos pontos de estudo em UCP por intervalos horários	14
Tabela 3: Grupos semafóricos propostos.....	36
Tabela 4: Indicadores de Desempenho dos Cenários Simulados	38

SUMÁRIO

1.	APRESENTAÇÃO	5
2.	INTRODUÇÃO	6
3.	ÁREA DE ESTUDO	7
4.	CONTAGEM CLASSIFICADAS VOLUMÉTRICAS – CCV	12
4.1.	METODOLOGIA	12
4.2.	VOLUMES DE TRÁFEGO E HORA-PICO.....	13
4.3.	DIVISÃO MODAL.....	16
5.	DEMANDA FUTURA	18
6.	MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO.....	19
6.1.	MODELAGEM DA REDE	20
6.2.	NÍVEL DE SERVIÇO	21
6.3.	ANÁLISE DA CIRCULAÇÃO NA SITUAÇÃO ATUAL.....	22
6.4.	CALIBRAÇÃO DA REDE.....	23
7.	RESULTADOS.....	25
7.1.	INDICADORES	25
7.2.	SITUAÇÃO ATUAL.....	27
7.3.	SITUAÇÃO FUTURA.....	30
7.4.	SITUAÇÃO FUTURA COM PROPOSTA	33
8.	INDICADORES DE DESEMPENHO.....	38
9.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40



PGT

Planejamento, Projetos
e Gestão de Tráfego
e Transporte

1. APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta um estudo de tráfego sobre o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho, localizada no município de São José dos Pinhais/PR. O objetivo principal deste estudo é avaliar o cenário atual do tráfego na área de estudo e propor medidas de melhoria na circulação. Foram utilizadas técnicas de microssimulação de tráfego para modelar o comportamento dos veículos ao longo da via em estudo.



2. INTRODUÇÃO

A expansão e modernização de infraestruturas aeroportuárias são iniciativas cruciais para atender à crescente demanda por transporte aéreo, impulsionando o desenvolvimento econômico e fortalecendo a conectividade regional e global. No entanto, tais empreendimentos enfrentam desafios, especialmente quando se trata de integrar novas instalações em áreas urbanas consolidadas.

Devido à necessidade de aumento da capacidade de voos no Aeroporto Internacional Afonso Pena, em São José dos Pinhais, elaborou-se um projeto para a implantação de uma terceira pista de pouso e decolagem. Esta iniciativa, alinhada com o plano diretor da cidade e o plano estadual de melhorias na infraestrutura, remonta a um período anterior à privatização das operações do aeroporto, atualmente sob concessão da CCR Aeroportos.

O projeto da terceira pista segue uma diretriz estabelecida há anos e prevê o aproveitamento de espaço previamente preservado para essa finalidade, conforme o plano diretor municipal. No entanto, um aspecto relevante a ser considerado é a sobreposição da nova pista com uma via de ligação entre dois bairros adjacentes ao aeroporto: a Rua Const. Moro Sobrinho. Essa interseção entre a expansão aeroportuária e a infraestrutura viária urbana suscita questões complexas relacionadas ao tráfego, mobilidade e impacto na qualidade de vida dos residentes locais.

Diante desse cenário, torna-se substancial a realização de microsimulação de tráfego para avaliar os efeitos potenciais da implantação da terceira pista sobre a circulação viária na Rua Const. Moro Sobrinho e áreas circundantes. Este estudo visa não apenas quantificar os impactos, mas também identificar soluções mitigatórias e estratégias de gestão do tráfego que possam garantir uma integração harmoniosa entre a expansão do aeroporto e o funcionamento eficiente da malha viária urbana.

Neste contexto, este trabalho propõe-se a investigar os desafios e oportunidades associados à sobreposição da terceira pista do Aeroporto Internacional Afonso Pena com a Rua Const. Moro Sobrinho, visando contribuir para o planejamento urbano sustentável e a melhoria da qualidade de vida na região.

3. ÁREA DE ESTUDO

Este capítulo apresenta a área de estudo, que abrange os locais onde foram realizadas as Contagens Classificadas Volumétricas (CCV) de tráfego. Essas contagens desempenham um papel fundamental na compreensão do fluxo de veículos na região afetada pela implantação da terceira pista de pouso e decolagem no Aeroporto Internacional Afonso Pena, em São José dos Pinhais.

Os locais de Contagens Classificadas Volumétricas foram selecionados estrategicamente para abranger áreas-chave dentro da área de estudo. Estes pontos foram escolhidos com base em critérios como representatividade do tráfego e acesso à infraestrutura viária. A Tabela 1, a seguir, apresenta os endereços dos pontos de estudo.

Tabela 1: Endereços dos Pontos de Estudo

Ponto	Endereço
1	Alameda Arpo x Rua Curitiba
2	Alameda Arpo x Rua Antônio Moro
3	Alameda Arpo x Rua São Salvador
4	Alameda Arpo x Rua João Zarpelon
5	Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro
6	Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo

As figuras seguintes apresentam os locais estudados.



Figura 1: Pontos de Estudo



Figura 2: Ponto 1 - Alameda Arpo x Rua Curitiba



Figura 3: Ponto 2 - Alameda Arpo x Rua Antônio Moro

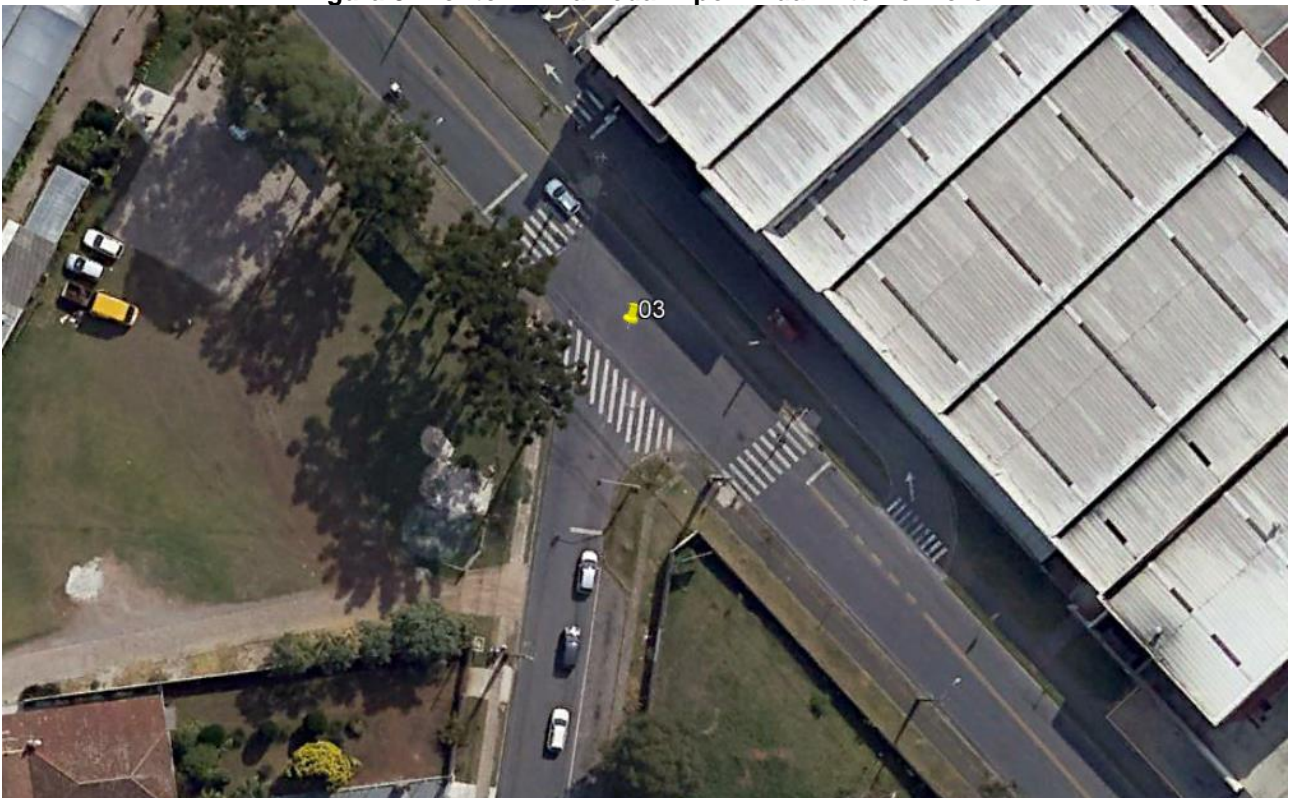


Figura 4: Ponto 3 - Alameda Arpo x Rua São Salvador

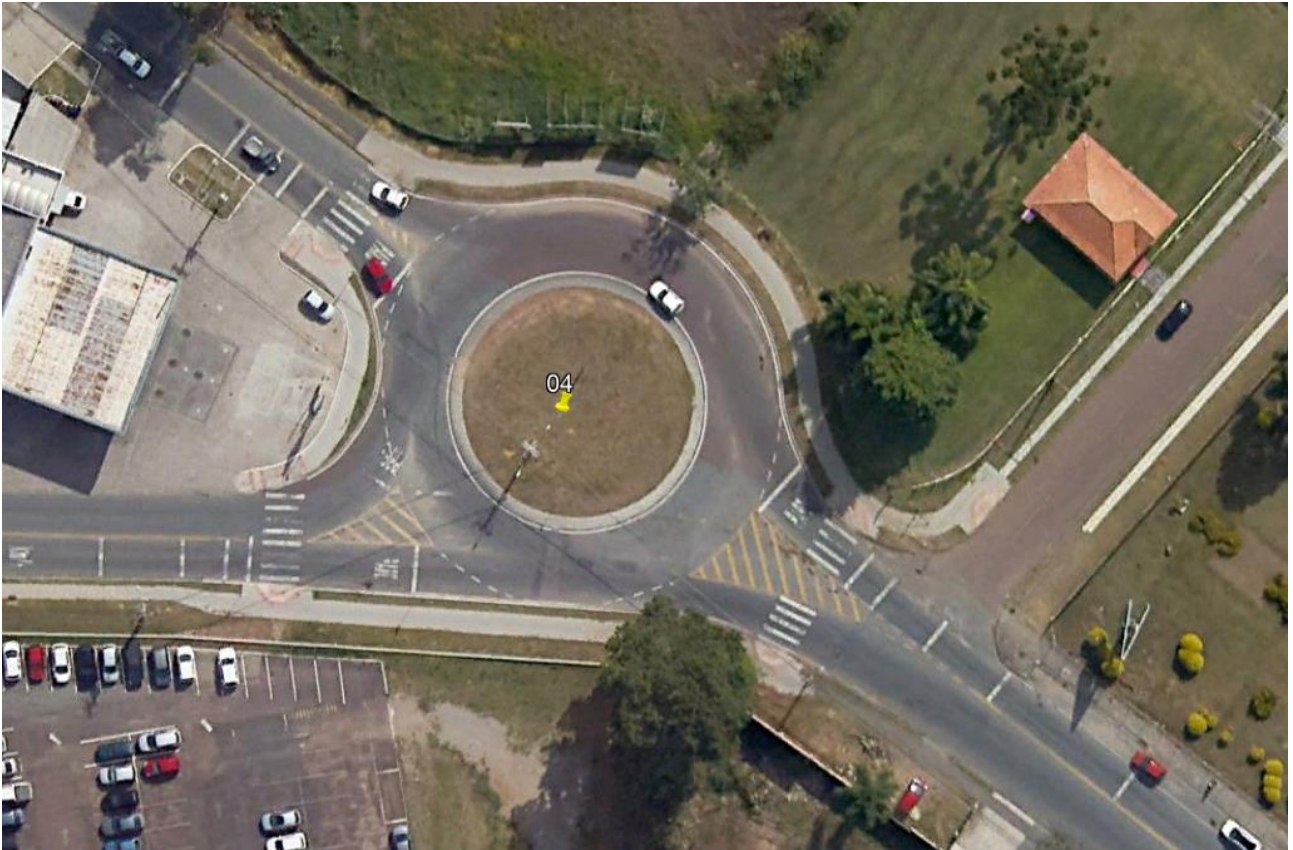


Figura 5: Ponto 4 - Alameda Arpo x Rua João Zarpelon

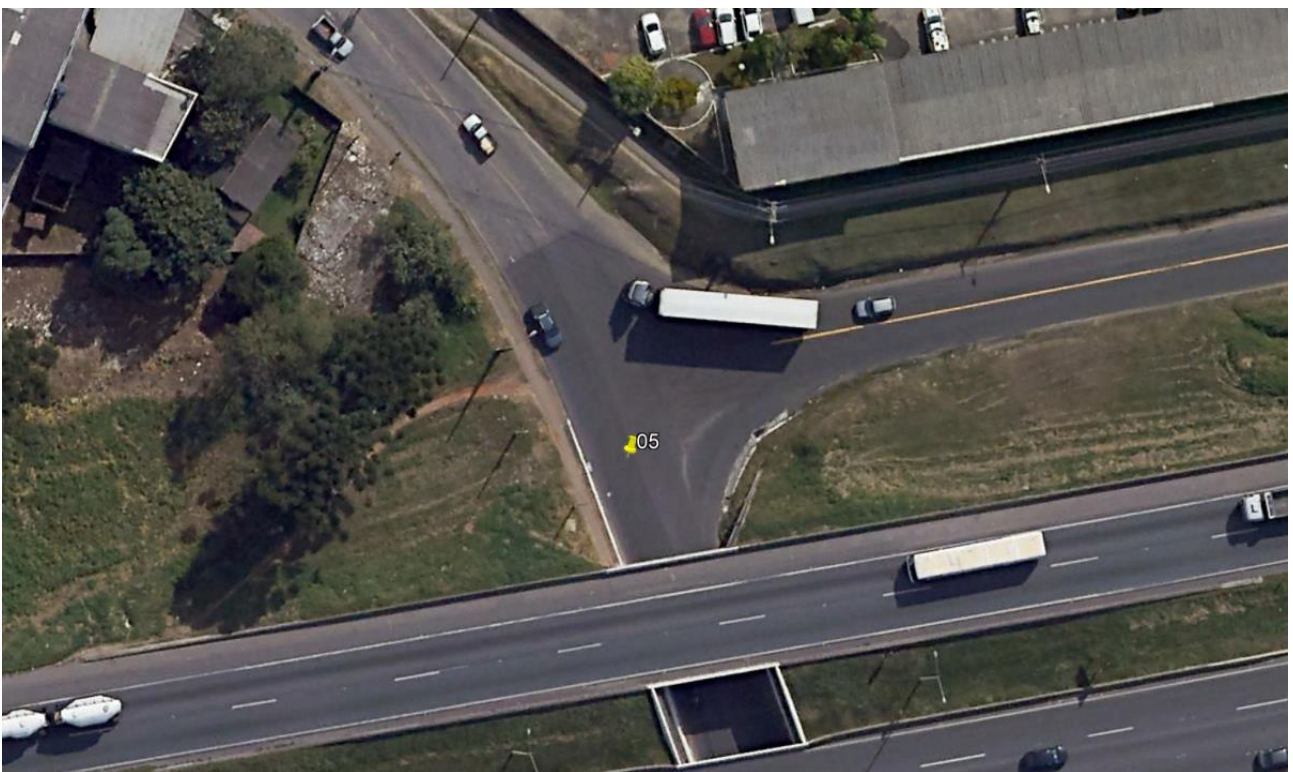


Figura 6: Ponto 5 - Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro

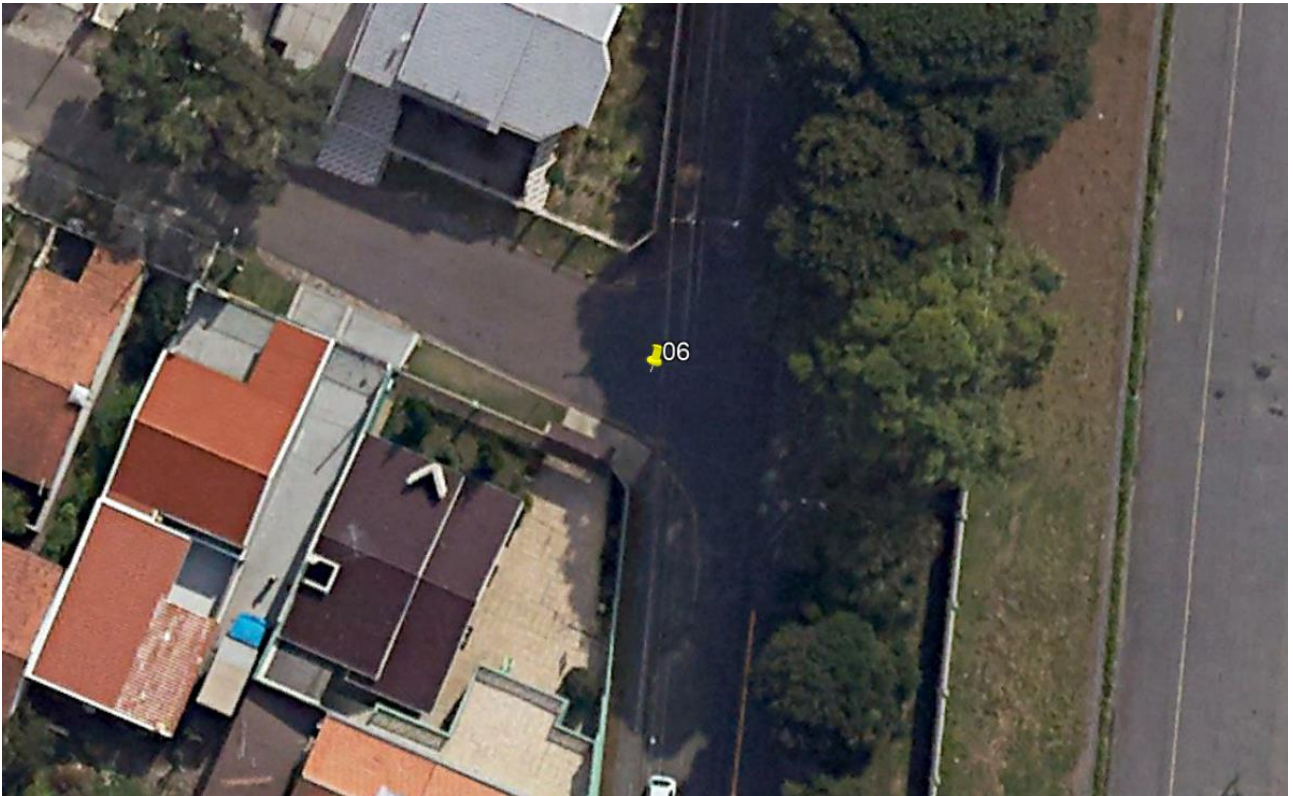


Figura 7: Ponto 6 - Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo

4. CONTAGEM CLASSIFICADAS VOLUMÉTRICAS – CCV

A Contagem Classificada Volumétrica é um método utilizado para coletar dados sobre o tráfego de veículos em uma determinada via, rodovia ou interseção. Esse tipo de contagem permite não apenas determinar o volume total de veículos que passam por um ponto específico, mas também classificar esses veículos de acordo com diferentes categorias, como tipo (carros de passeio, ônibus, caminhões), direção, velocidade, entre outros parâmetros.

Os principais aspectos avaliados a partir da contagem classificada volumétrica são:

- **Volume de Tráfego:** A contagem volumétrica fornece informações sobre a quantidade total de veículos que passam por um determinado ponto em um período específico. Com isso, é possível entender a demanda de tráfego em uma determinada via e auxiliar no planejamento e gerenciamento do sistema viário.
- **Classificação de Veículos:** Além de contar o número total de veículos, a contagem classificada identifica e categoriza os veículos de acordo com diferentes tipos, como carros de passeio, caminhões, ônibus, motocicletas etc. Essa classificação é importante para entender a composição do tráfego e suas características específicas.
- **Horários e Padrões de Tráfego:** A contagem classificada pode ser realizada em diferentes momentos do dia e da semana para capturar variações nos padrões de tráfego ao longo do tempo. Isso ajuda a identificar períodos de pico de tráfego, variações sazonais e tendências de longo prazo.

4.1. METODOLOGIA

As pesquisas de contagens volumétricas veiculares são a base para a realização de estudos e análises detalhadas com a finalidade de se estimar qualitativamente e quantitativamente a magnitude do tráfego durante uma hora, um dia ou ao longo de vários anos. A contagem volumétrica e classificatória foi realizada no dia 13/03/2024,

compreendendo os intervalos das 07h às 10h, das 12h às 14h e das 17h às 20h, permitindo verificar os horários de pico da manhã, almoço e tarde da região.

A partir da Contagem Classificada de Veículos será possível identificar os horários de pico nos pontos analisados, fornecendo subsídios para as avaliações dos cenários que serão apresentados em etapas subsequentes. A contabilização do fluxo foi dividida em intervalos de 15 minutos. Essa abordagem possibilita a determinação do "Fator Horário de Pico" (FHP), descrito na Equação 1, o qual avalia a uniformidade do fluxo, sendo aplicado nos estudos de capacidade das vias.

$$FHP = VHP \div V15máx$$

Equação 1: Fórmula FHP

- FHP = Fator Hora Pico
- VHP = Volume na Hora Pico
- V15máx = Volume dos 15 minutos consecutivos de maior volume dentro da Hora Pico

Dado que a rede de tráfego comporta uma variedade de veículos em seu fluxo, adotou-se a Unidade Veicular Padrão (UVP), em conformidade com o Manual de Semáforos do Denatran, para uniformizar o tráfego em um único modelo de veículo. Os coeficientes de conversão adotados foram os seguintes:

- Motocicleta = 0,33 UVP
- Automóvel = 1,0 UVP
- Ônibus = 2,0 UVP
- Caminhão = 2,0 UVP

4.2. VOLUMES DE TRÁFEGO E HORA-PICO

No contexto da análise das seis interseções, foi identificado o pico de tráfego no período tarde. A identificação desse pico foi realizada com base na avaliação do volume UCP das interseções da Alameda Arpo, considerando intervalos de 15 minutos ao longo do período

analisado. Verificou-se que o pico horário ocorre no período de 17h30min às 18h30min, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Volumes de veículos nos pontos de estudo em UCP por intervalos horários

H. Inicial	H. Final	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
07:00:00	07:59:59	1.902	1.928	1.735	3.740	1.859	604	11.768
07:15:00	08:14:59	1.994	1.992	1.731	3.908	1.965	640	12.230
07:30:00	08:29:59	1.953	1.884	1.617	3.800	1.895	617	11.766
07:45:00	08:44:59	1.794	1.664	1.476	3.510	1.736	533	10.713
08:00:00	08:59:59	1.592	1.452	1.369	3.229	1.541	456	9.639
08:15:00	09:14:59	1.512	1.340	1.312	2.970	1.366	377	8.877
08:30:00	09:29:59	1.459	1.310	1.277	2.863	1.293	337	8.539
08:45:00	09:44:59	1.468	1.272	1.262	2.795	1.233	329	8.358
09:00:00	09:59:59	1.478	1.251	1.256	2.781	1.215	319	8.300
09:15:00	10:14:59	1.115	936	935	2.080	903	239	6.208
09:30:00	10:29:59	763	615	612	1.366	605	161	4.122
09:45:00	10:44:59	377	320	313	692	316	81	2.099
12:00:00	12:59:59	1.603	1.447	1.359	3.253	1.563	445	9.669
12:15:00	13:14:59	1.673	1.594	1.470	3.439	1.600	469	10.244
12:30:00	13:29:59	1.723	1.688	1.553	3.515	1.607	431	10.517
12:45:00	13:44:59	1.711	1.688	1.587	3.469	1.580	416	10.451
13:00:00	13:59:59	1.687	1.659	1.605	3.335	1.530	404	10.220
13:15:00	14:14:59	1.252	1.195	1.184	2.396	1.100	279	7.406
13:30:00	14:29:59	851	756	784	1.620	721	200	4.931
13:45:00	14:44:59	450	385	391	814	357	106	2.503
17:00:00	17:59:59	1.938	1.637	1.693	3.756	1.801	557	11.381
17:15:00	18:14:59	2.115	1.794	1.792	4.150	2.049	663	12.563
17:30:00	18:29:59	2.174	1.845	1.768	4.428	2.297	683	13.195
17:45:00	18:44:59	2.133	1.874	1.782	4.393	2.270	661	13.112

H. Inicial	H. Final	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
18:00:00	18:59:59	2.011	1.816	1.727	4.165	2.165	631	12.515
18:15:00	19:14:59	1.891	1.675	1.617	3.813	1.966	551	11.513
18:30:00	19:29:59	1.761	1.491	1.490	3.284	1.629	501	10.156
18:45:00	19:44:59	1.625	1.355	1.344	2.897	1.424	442	9.086
19:00:00	19:59:59	1.549	1.274	1.267	2.557	1.251	377	8.275

A Figura 8 apresenta o comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa.

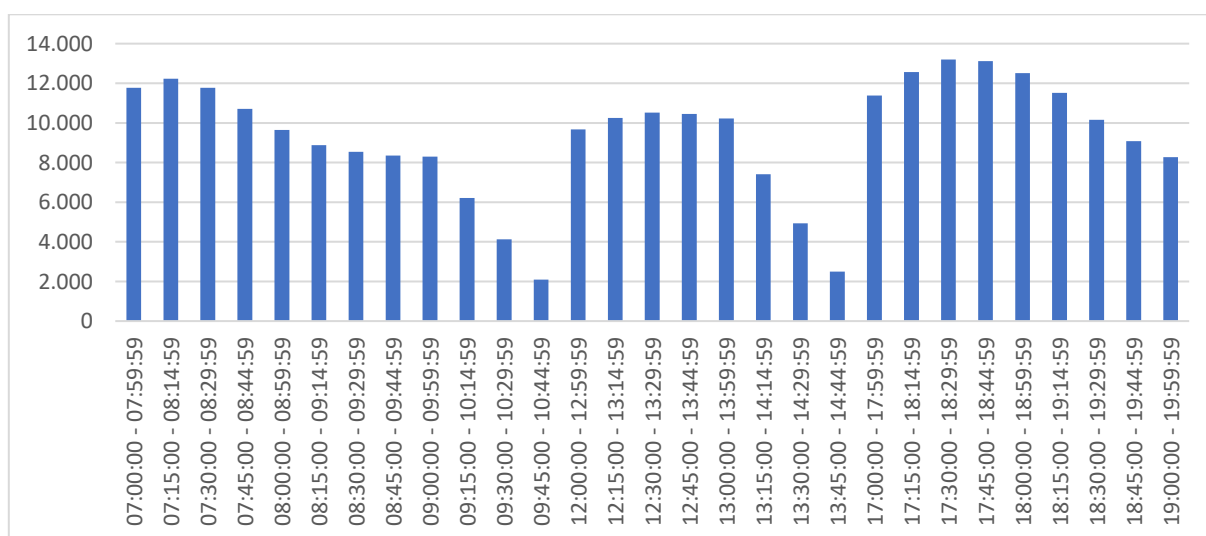


Figura 8: Comportamento do tráfego ao longo do período de pesquisa

Verifica-se que os picos horários ocorrem no período da tarde entre 17h30min e 18h29min, no período da manhã entre 07h15min e 08h15min e no pico do almoço entre 12h30min e 13h29min.

A Figura 9 apresenta o percentual de veículos por ponto ao longo de toda a pesquisa.

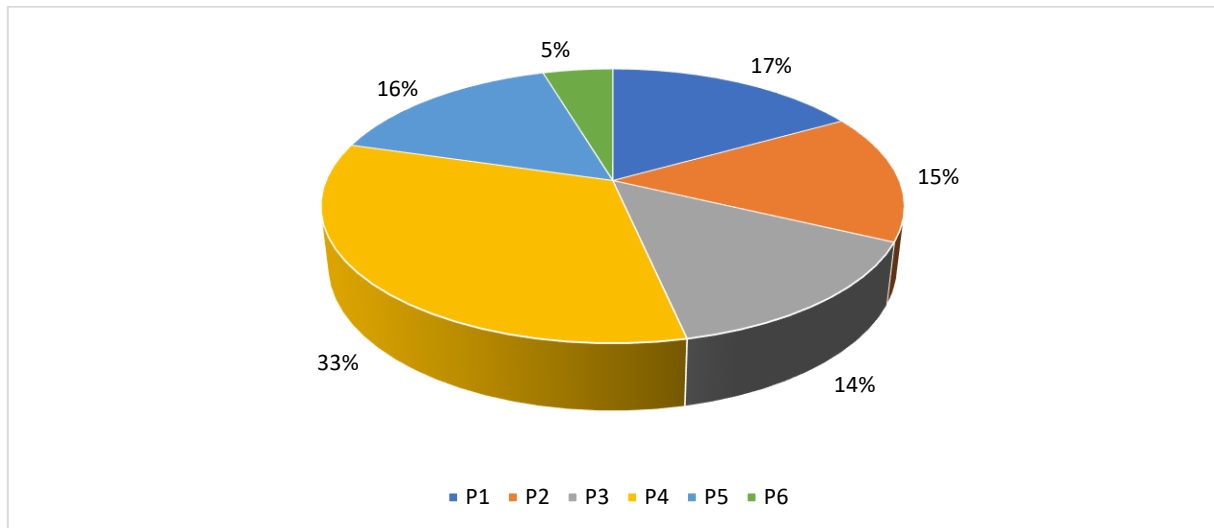


Figura 9: Percentual de veículos por ponto de pesquisa

4.3. DIVISÃO MODAL

A divisão modal refere-se à distribuição percentual do volume de viagens entre os diferentes modos de transporte disponíveis, como carro, moto, ônibus e caminhão. Esta análise é fundamental para compreender os padrões de mobilidade da população local e para identificar oportunidades de melhoria na infraestrutura de transporte.

A Figura 10 a seguir, apresenta a divisão modal dos veículos contados ao longo de todo o período de pesquisa.

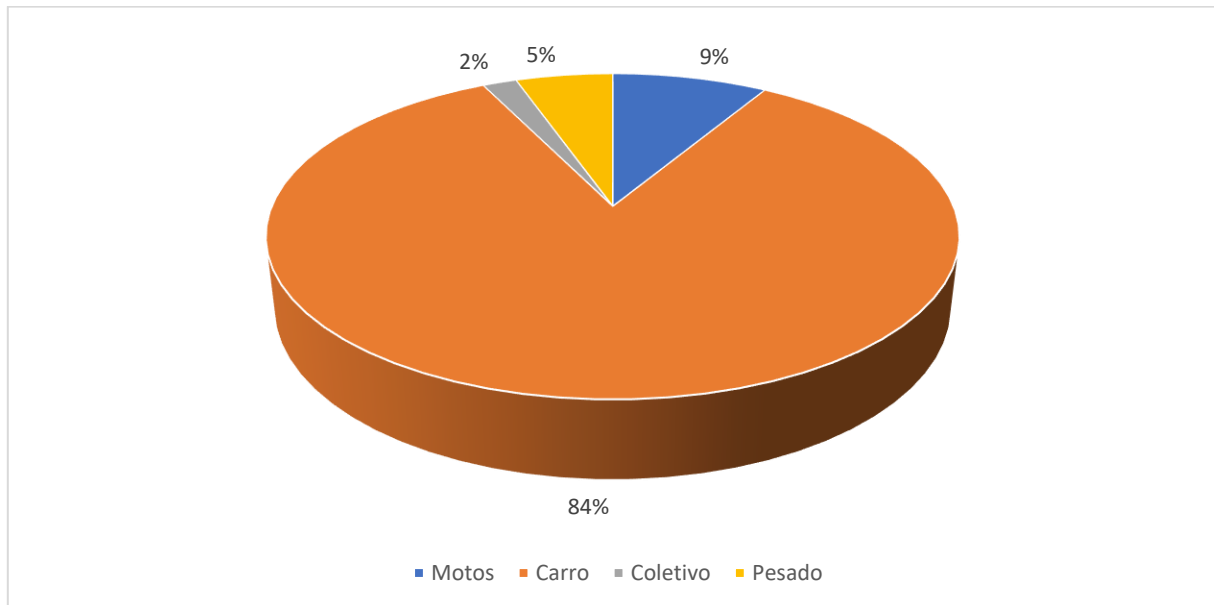


Figura 10: Divisão Modal de toda a pesquisa

É possível verificar que os carros apresentam o maior percentual de veículos, correspondendo à 84% dos veículos contabilizados, seguido de motos, que equivalem a 9% do total de veículos e de pesados e coletivos, que correspondem respectivamente a 5% e 2%, do volume total de veículos.



PGT

Planejamento, Projetos
e Gestão de Tráfego
e Transporte

5. DEMANDA FUTURA

Foram examinados o cenário atual, que corresponde ao tráfego de veículos cujo volume foi estimado com base nas pesquisas realizadas no ano de 2024, e o cenário futuro, que representa a perspectiva do tráfego após a implantação do empreendimento que irá fechar a Rua Constante Moro Sobrinho.

6. MICROSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO

A microssimulação de tráfego é uma técnica de modelagem altamente especializada que se destina a criar modelos detalhados para analisar o comportamento individual dos motoristas em ambientes rodoviários específicos. Essa abordagem transcende as análises convencionais de tráfego, aprofundando-se nas complexidades das interações entre veículos e condutores. Ela leva em consideração uma ampla gama de fatores, como velocidade, aceleração, desaceleração, escolhas de rotas e respostas a eventos inesperados, como congestionamentos e variações nas condições de tráfego.

Uma característica distintiva da microssimulação de tráfego é sua capacidade de funcionar eficazmente em cenários de tráfego congestionado, onde o comportamento dos motoristas é particularmente imprevisível. Isso é possível graças à incorporação detalhada de elementos específicos, como geometria da via, inclinação da estrada e curvaturas, todos os quais exercem um impacto significativo nas decisões dos motoristas. Além disso, a microssimulação modela minuciosamente as escolhas de rota dos motoristas, frequentemente baseadas na minimização de custos ou tempo de viagem, refletindo a intrincada interação de fatores que influenciam essas decisões.

No contexto do planejamento urbano, a microssimulação de tráfego emerge como uma ferramenta inestimável. Ela permite que os planejadores simulem o tráfego em diversas condições, desde o fluxo suave até o congestionamento, fornecendo análises confiáveis que podem ser utilizadas para avaliar soluções propostas. Assim, as autoridades podem obter uma visão detalhada de como o tráfego se comportaria em uma área específica após a implementação de mudanças no sistema viário, como novas rotas, semáforos, rampas de acesso ou redirecionamento de tráfego. Essas simulações ajudam a identificar gargalos e problemas potenciais, possibilitando a otimização das soluções propostas.

Outra vantagem notável da microssimulação reside na capacidade de comparar diferentes cenários. Isso significa que os tomadores de decisões no processo de planejamento urbano podem explorar várias alternativas antes de tomar decisões estratégicas. Essa abordagem proporciona uma visão abrangente das implicações de cada cenário, permitindo a tomada de decisões informadas sobre investimentos em infraestrutura e desenvolvimento urbano.

Em resumo, a microssimulação de tráfego oferece uma abordagem dinâmica e estatística para aprimorar projetos e propostas relacionados ao tráfego. Ela mergulha profundamente no comportamento individual dos motoristas, considerando uma ampla variedade de variáveis e fornecendo uma ferramenta poderosa para planejadores urbanos e engenheiros de tráfego, permitindo uma análise detalhada e precisa do sistema viário e do comportamento do tráfego em áreas urbanas complexas.

6.1. MODELAGEM DA REDE

A modelagem da rede viária tem por objetivo a elaboração de uma representação altamente precisa das características físicas e operacionais do sistema viário urbano. Para alcançar esse propósito, um procedimento sistemático é seguido. Inicialmente, são empregadas ferramentas de geolocalização, como o *Google Earth* e o *Google Street View*, com o intuito de obter informações iniciais do ambiente urbano. Dentre os aspectos observados, destacam-se o layout do tráfego, a geometria das vias, a identificação de elementos de infraestrutura viária e detalhes relacionados às redes de transporte público. Os dados obtidos nas fases anteriores são então utilizados para criar uma rede de simulação. Essa rede incorpora todos os elementos considerados relevantes para a realização de microssimulações da área estudada. Adicionalmente, informações sobre o sistema de transporte público, tais como horários, itinerários e outras características. Essa abordagem metódica permite a obtenção de uma representação altamente precisa e detalhada do sistema viário urbano, sendo fundamental para análises, planejamento e simulações que visam a melhoria da mobilidade urbana na cidade.

Os modelos de microssimulação empregados neste contexto consideram uma ampla gama de parâmetros, englobando o comportamento dos condutores e as características dos veículos, possibilitando uma abordagem dinâmica para a avaliação de congestionamentos e seu impacto nas regiões interconectadas. Adicionalmente, a modelagem do tráfego leva em consideração as preferências dos veículos no que diz respeito à escolha das rotas mais adequadas, promovendo, assim, uma análise responsiva e dinâmica do fluxo de tráfego.

Quanto à modelagem do comportamento do tráfego, o *software* utilizado foi o *Aimsun Next*, na versão 8.4.3, desenvolvido pela empresa Aimsun, que faz parte do grupo Siemens. A análise de impacto consiste em avaliar o tráfego no horário de pico do sistema, com o objetivo de compreender a demanda máxima imposta ao sistema viário. O volume de

tráfego é realocado considerando o impacto do fechamento da rua, possibilitando uma análise prospectiva do seu impacto potencial. A capacidade de tráfego de uma interseção ou segmento viário é definida como o número máximo de veículos que podem atravessá-la durante um período específico, permitindo, dessa forma, a avaliação da eficiência e fluidez do tráfego na área em estudo.

6.2. NÍVEL DE SERVIÇO

O conceito de nível de serviço na engenharia de tráfego se fundamenta nos parâmetros essenciais de fluxo, velocidade e densidade. Estes elementos se encontram interligados por meio da Equação 1, denominada de "equação da continuidade":

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

Nesta equação, "F" representa o fluxo de tráfego, que é a taxa de veículos que atravessam um ponto específico de uma via em um intervalo de tempo particular. "V" denota a velocidade média dos veículos em uma área delimitada, enquanto "D" se refere à densidade, ou seja, o número de veículos por unidade de comprimento da via em um momento dado.

A medição do tráfego geralmente ocorre em intervalos de tempo fixos, resultando na prática da definição de volume em vez de fluxo. A velocidade média é calculada como a média das velocidades dos veículos em um ponto específico, enquanto a densidade representa a quantidade de veículos por unidade de comprimento da via em um determinado momento.

A avaliação do nível de serviço varia entre áreas urbanas e rodovias. Nas áreas urbanas, consideram-se fatores como o fluxo em relação à velocidade ideal e o tempo de espera em cruzamentos. Já nas rodovias, as densidades aceitáveis tendem a ser menores. O nível de serviço em rodovias depende do tipo de via e da situação de articulação viária, considerando densidades e velocidades de fluxo livre.

Em relação às rampas de acesso, a avaliação do nível de serviço leva em conta a densidade na rampa e nas faixas adjacentes. No caso de entrelaçamentos, a análise considera a seção do entrelaçamento e os 500 metros anteriores e posteriores aos pontos de convergência e divergência.

O Manual de Capacidade de Rodovias apresenta orientações para a avaliação do desempenho das instalações rodoviárias, incluindo comparações entre ferramentas de análise de tráfego. Destaca-se a análise da trajetória dos veículos como uma abordagem capaz de gerar métricas alinhadas com o manual, dados de campo e outras ferramentas de simulação.

O *software* Aimsun Next implementou algoritmos em tempo real para produzir resultados em conformidade com o Manual de Capacidade de Rodovias, eliminando a necessidade de processamento adicional. Ele leva em consideração as características físicas e operacionais de diferentes tipos de veículos e permite a definição de parâmetros de comportamento dos motoristas, resultando em variações individuais no tráfego.

Em resumo, o nível de serviço na engenharia de tráfego envolve a avaliação de fluxo, velocidade e densidade, com abordagens distintas para áreas urbanas e rodovias, além do uso de software especializado para simulações em tempo real.

6.3. ANÁLISE DA CIRCULAÇÃO NA SITUAÇÃO ATUAL

Nesse estágio, uma rede foi desenvolvida para representar fielmente as características físicas e operacionais do sistema de estradas atual, considerando elementos como faixas, direção do fluxo, restrições nas interseções, limites de velocidade, comportamento dos veículos, entre outros. Essa representação teve como objetivo criar uma simulação precisa do sistema viário existente.

A distribuição dos volumes de tráfego foi fundamentada em uma matriz de origem e destino (O/D) derivada de dados coletados em pesquisas de tráfego. A validação do sistema ocorreu quando os resultados da simulação foram comparados com os dados reais das pesquisas, garantindo que não houvesse diferenças significativas.

A validação da microssimulação não se limitou apenas a volumes de tráfego similares aos dados de pesquisa, mas também considerou a compatibilidade das condições de tráfego, incluindo situações de congestionamento, abrangendo fluxo, densidade e velocidade média de operação do tráfego. A validação incluiu uma análise estatística com uso de regressão linear entre todos os fluxos coletados durante o horário de pico das pesquisas e o número de veículos que realizaram esses movimentos ao longo de uma hora de simulação.

Finalmente, uma análise detalhada ponto a ponto foi realizada usando o método GEH Statistic, um índice amplamente utilizado para comparar volumes de tráfego. Esse índice, nomeado em homenagem a Geoffrey E. Havers, difere dos testes estatísticos convencionais, mas é eficaz na análise de tráfego, sendo flexível em volumes reduzidos e rígido em volumes substanciais. O GEH é comumente utilizado como critério de validação, seguindo diretrizes estabelecidas por autoridades de tráfego em vários países, como os Estados Unidos, Austrália e Reino Unido. Para uma modelagem de tráfego bem-sucedida, é necessário que o índice GEH seja inferior a 5,0 em pontos de medição individuais, e em 85% dos pontos de medição. (VILLA, A.R. ET AL, 2013).

6.4. CALIBRAÇÃO DA REDE

A calibração da rede tem como objetivo ajustar os parâmetros do modelo de microssimulação para que este reproduza com precisão o comportamento do tráfego na realidade. Isso é fundamental para garantir que as previsões geradas pelo modelo sejam confiáveis e representem fielmente as condições de tráfego observadas no campo.

O processo de calibração da rede no software Aimsun geralmente envolve várias etapas. Inicialmente, são coletados dados de tráfego observados no campo, como volumes de tráfego, velocidades médias, tempos de viagem e padrões de fluxo. Em seguida, o modelo de microssimulação é configurado com base nessas informações iniciais.

Após a configuração inicial, o modelo é executado e os resultados da simulação são comparados com os dados observados. É então realizada uma análise detalhada para identificar as discrepâncias entre a simulação e a realidade. Com base nessa análise, os parâmetros do modelo são ajustados de forma iterativa até que os resultados da simulação se aproximem o máximo possível dos dados observados, minimizando assim o GEH.

O GEH (Erro Geométrico Horizontal) é uma métrica amplamente utilizada na avaliação da qualidade dos resultados da microssimulação de tráfego. Ele mede a discrepância entre as trajetórias dos veículos simuladas pelo modelo e as trajetórias reais observadas no campo.

No trabalho de modelagem de tráfego no cenário "baseline", um GEH inferior a 5.0 é considerado uma boa correspondência entre os volumes modelados e observados por hora. De acordo com o DMRB, 85% dos volumes em um modelo de tráfego devem ter um GEH inferior a 5.0. GEHs na faixa de 5.0 a 10.0 podem merecer investigação. Se o GEH for

superior a 10.0, há uma alta probabilidade de que haja um problema com o modelo de demanda de viagem ou os dados.

A Figura 11, apresenta o resultado na análise de GEH na área de estudo. Observou-se que 92% dos contadores de tráfego inseridos na rede foram classificados com “Bom ajuste”, isso indica que a rede simulada está bem calibrada e representa satisfatoriamente o cenário real do tráfego na área de estudo.

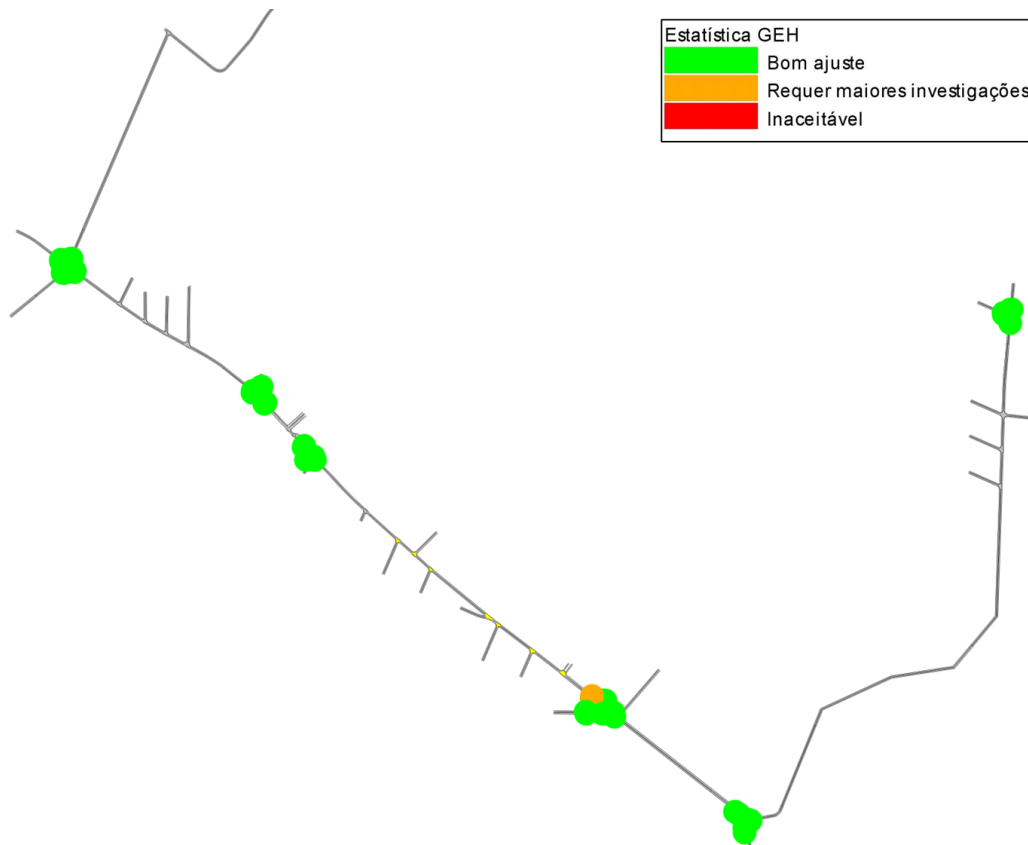


Figura 11: Resultado de análise do GEH na área de estudo



7. RESULTADOS

Neste capítulo, serão apresentados os resultados obtidos a partir da microsimulação de tráfego realizada utilizando o *software* Aimsun. Foram analisados os seguintes cenários: situação atual, situação futura com o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho e situação futura com o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho, ajuste dos tempos semafóricos e implantação de nova rotatória, no pico da tarde.

7.1. INDICADORES

O Nível de Serviço (*LoS*, do inglês *Level of Service*) é uma medida utilizada para avaliar a eficiência e a qualidade do serviço em sistemas de transporte, como estradas e interseções. No contexto do texto fornecido, o Nível de Serviço é calculado com base em diversos parâmetros e métricas que descrevem o desempenho de uma via ou interseção.

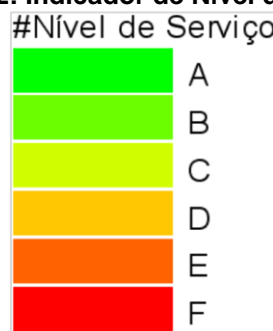
O Nível de Serviço é determinado considerando diferentes tipos de análises, como análise longitudinal e análise espacial, e envolve o cálculo de várias medidas de desempenho durante simulações de tráfego. Algumas das principais métricas utilizadas para calcular o Nível de Serviço incluem:

- **Análise Longitudinal**
 - Atraso de segmento (s/veí): O atraso médio experimentado por cada veículo em um segmento da via.
 - Atraso na fila (s/veí): O atraso devido a filas de veículos.
 - Atraso parado (s/veí): O atraso quando um veículo está parado.
 - Número de Paradas: O número de vezes que um veículo para durante seu percurso.
- **Análise Espacial:**
 - Densidade (UCP/km por faixa): A densidade de veículos em uma faixa da via.
 - Comprimento Médio da Fila (veículos): O comprimento médio das filas de veículos.
 - Média da Parte Traseira da Fila (m): A média da distância da parte traseira da fila até a entrada da via.
 - Máxima Parte Traseira da Fila (m): A distância máxima da parte traseira da fila até a entrada da via.

- Percentual de Veículos em Fila (%): A porcentagem de veículos em fila.
- Percentual de Veículos em Excesso (%): A porcentagem de veículos que excedem a capacidade da via.
- Percentual de Veículos Lentos (%): A porcentagem de veículos que estão se movendo lentamente.

O Nível de Serviço é classificado em letras (A, B, C, D, E, F) com base em valores limites para as métricas específicas. E o resultado em para isso é determinado pelo próprio AimSun utilizando o HCM (Highway Capacity Manual) publicado em 2010.

Figura 12: Indicador de Nível de Serviço



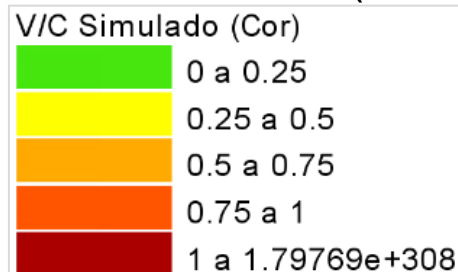
O parâmetro denominado V/C simulado, representando o Volume sobre a Capacidade da via, constitui um elemento crucial na avaliação do desempenho viário. Sua função é traduzir quão efetivamente a capacidade da via está sendo utilizada, sendo que valores mais próximos de 1 indicam uma maior utilização dessa capacidade. No entanto, é fundamental destacar que esse indicador, por si só, não proporciona uma avaliação direta da qualidade do tráfego na interseção.

Para uma compreensão mais abrangente e precisa desse aspecto, torna-se mais pertinente recorrer ao Nível de Serviço. Este parâmetro oferece uma análise aprofundada, considerando diversos fatores que podem influenciar a qualidade do tráfego, indo além da simples relação entre volume e capacidade. Dessa forma, o Nível de Serviço complementa e enriquece a avaliação do desempenho viário, proporcionando insights mais refinados.

Além disso, o indicador de Fluxo Simulado desempenha um papel específico ao se concentrar na compreensão do volume que atravessa ou que vai futuramente passar na rede. Essa métrica contribui para uma visão mais detalhada do fluxo de veículos, permitindo uma análise mais específica e direcionada, que pode ser valiosa na identificação de padrões e na tomada de decisões estratégicas para otimização do tráfego.

Assim, ao considerar a interação entre o V/C simulado e o Nível de Serviço, é possível obter uma visão mais abrangente e holística do funcionamento do sistema viário, facilitando a implementação de medidas eficazes para a melhoria contínua da mobilidade urbana.

Figura 13: Indicador de Fluxo Simulado (Volume/Capacidade)



7.2. SITUAÇÃO ATUAL

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da simulação do cenário atual, que representa as condições de tráfego existentes na área de estudo antes do empreendimento. Foram analisados visualmente o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo. A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

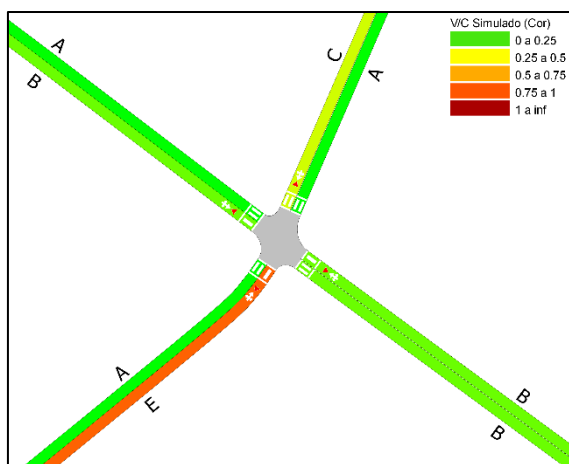


Figura 14: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual

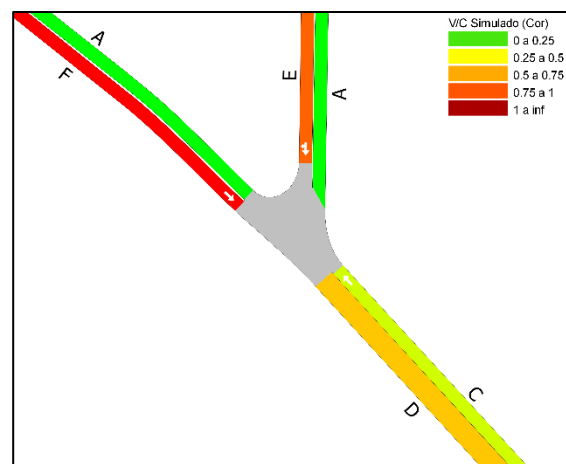


Figura 15: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual



Figura 16: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual

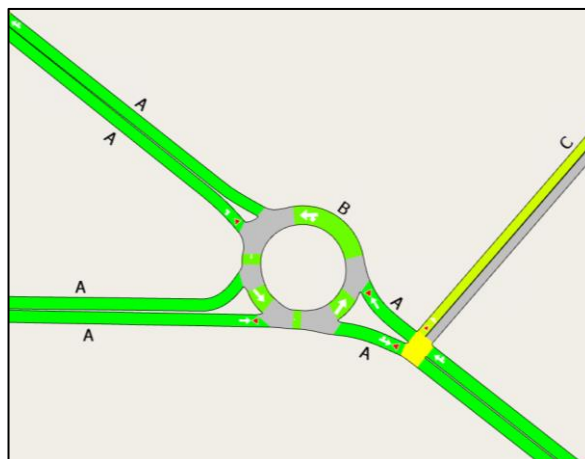


Figura 17: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual

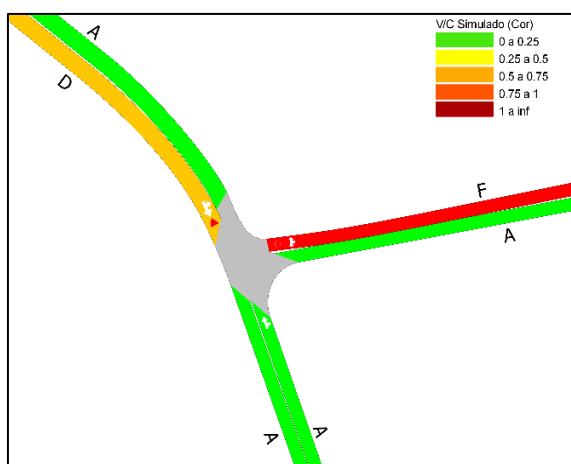


Figura 18: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual

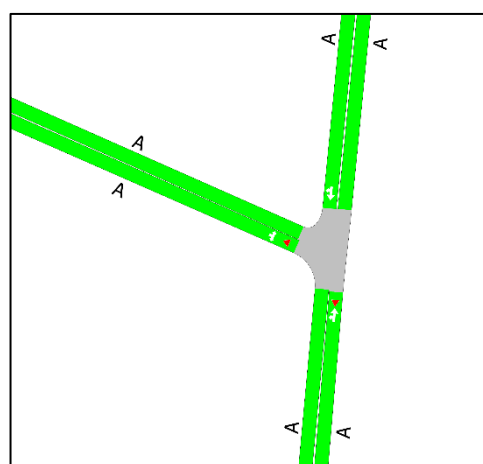


Figura 19: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual

Verifica-se que o nível de serviço predominante é “A”, isso indica um estado ideal do tráfego, onde as condições de circulação são ótimas e não há congestionamentos significativos. No entanto vale destacar que no trecho norte da Alameda Arpo, no sentido Norte>Sul, da interseção entre Alameda Arpo x Rua Antônio Moro, e no trecho da Rua Silvio Pinto Ribeiro sentido Leste>Oeste, da interseção entre Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro, o nível de serviço é “F”, que indica condições de congestionamento intenso e operação da via no limite máximo da capacidade.

O motivo observado na simulação para o resultado obtido se dá principalmente através do conflito que ocorre entre a Alameda Arpo x Saída do Supermercado/Avenida Heitor Moro. Os veículos que saem tanto do supermercado, tanto da Avenida Heitor Moro, tendem a

utilizar uma parte da programação semafórica atual que permite aos veículos ficarem parados em cima de uma das faixas da Alameda Arpo.

Como a programação semafórica atual permite que os veículos se acumulem na aproximação Oeste>Leste da interseção 3, os veículos que saem tanto do supermercado, como da Avenida Heitor Moro, ficam esperando em cima da faixa do fluxo contrário o andamento da fila, para que possam ingressar na Alameda. A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

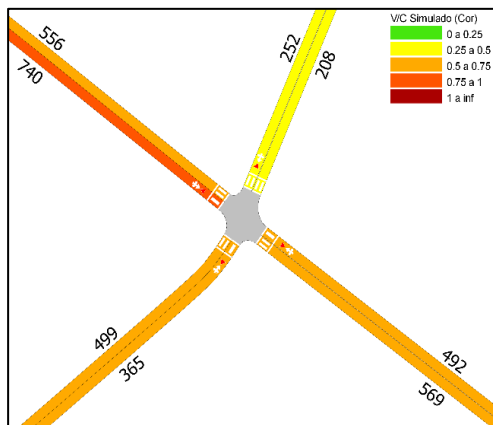


Figura 20: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Atual

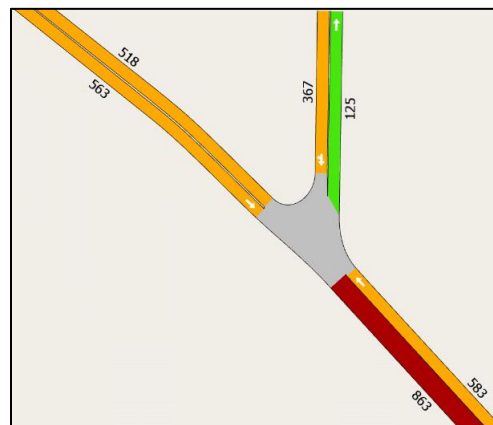


Figura 21: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Atual

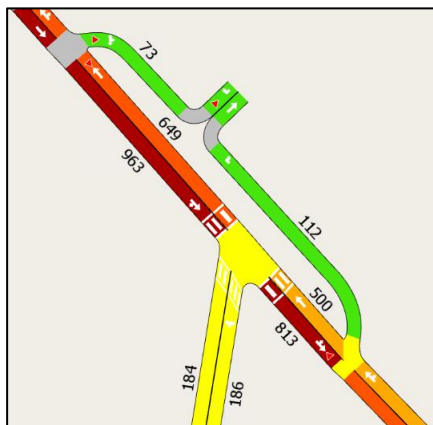


Figura 22: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Atual

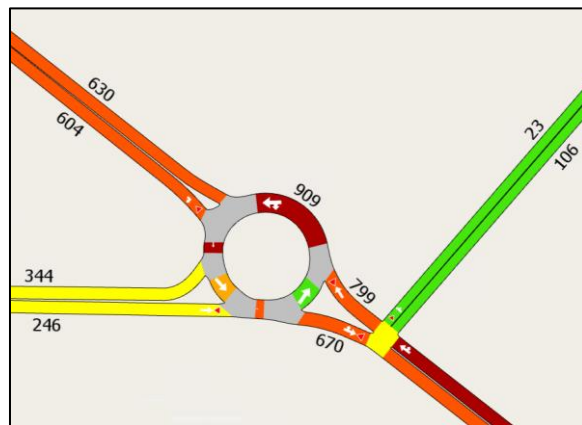


Figura 23: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Atual

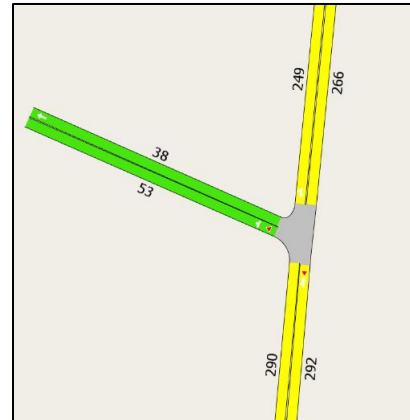
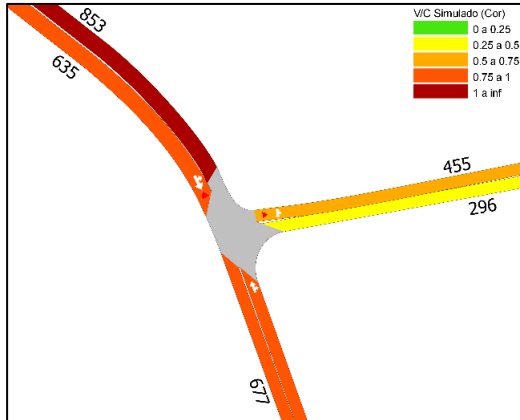


Figura 24: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Atual **Figura 25: Fluxo Simulado na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Atual**

Verifica-se que no pico da tarde o fluxo é mais intenso na Alameda Arpo, em ambos sentidos da via. Isso significa que há uma alta densidade de veículos na via, resultando em uma alta taxa de veículos passando pelo trecho na hora de pico. No entanto, o congestionamento ocorre, principalmente, em função do problema das saídas do supermercado e da Rua Heitor Moro abordado anteriormente.

7.3. SITUAÇÃO FUTURA

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da simulação do cenário futuro após a implantação do empreendimento e com o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho, sendo que, nesse cenário, os veículos que passavam pela Rua Const. Moro Sobrinho, agora passam pela interseção 6 (Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo). Foram analisados visualmente o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo. A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

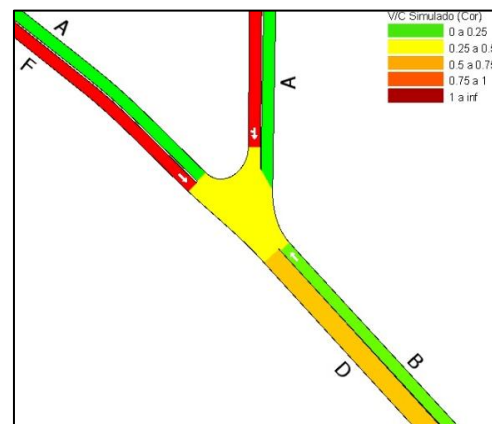
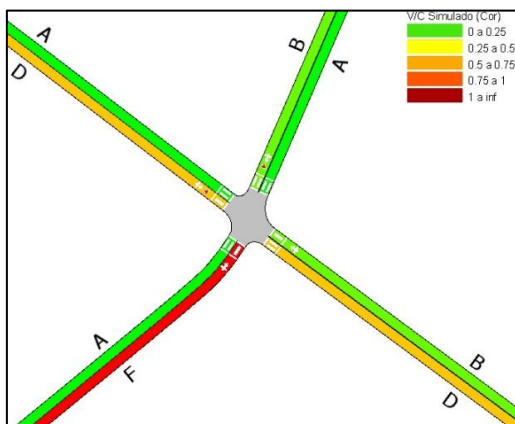


Figura 26: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro

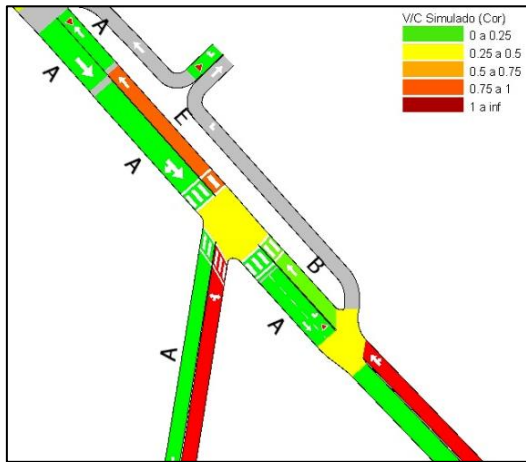


Figura 28: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro

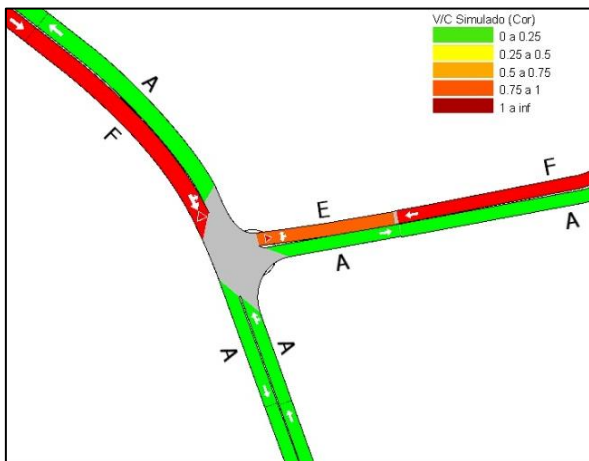


Figura 30: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro

Figura 27: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro

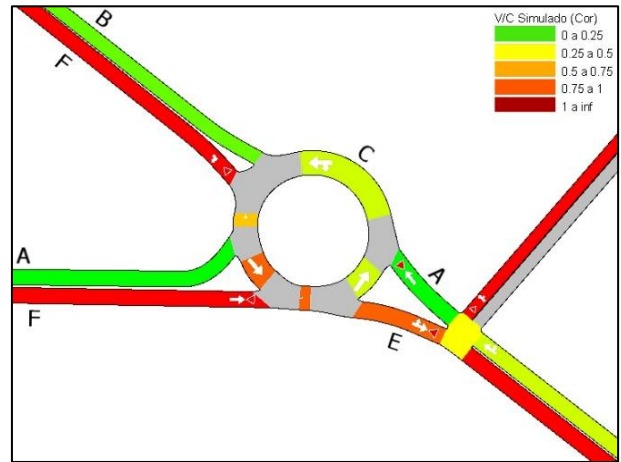


Figura 29: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro

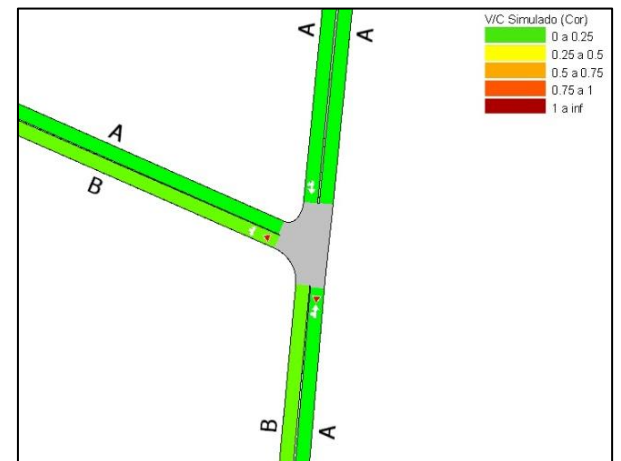


Figura 31: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro

Apesar do nível de serviço ainda ser predominantemente “A”, verifica-se que com o fechamento da Rua, alguns níveis de serviço pioraram, com destaque para a Rua Dr. Murici, Rua João Zarpelon e a Alameda Arpo entre a Rua João Zarpelon e a Rua Silvio Pinto Ribeiro.

A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

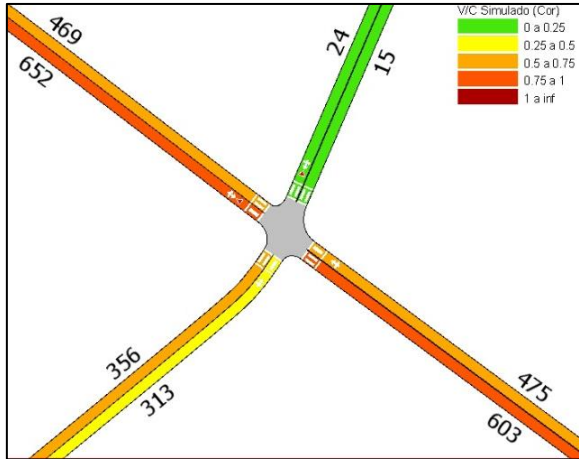


Figura 32: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro

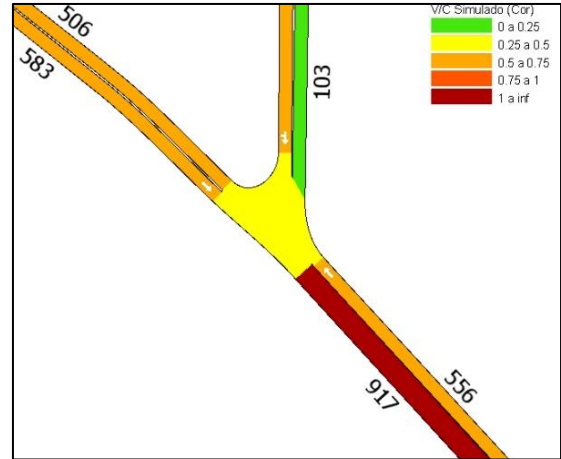


Figura 33: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro

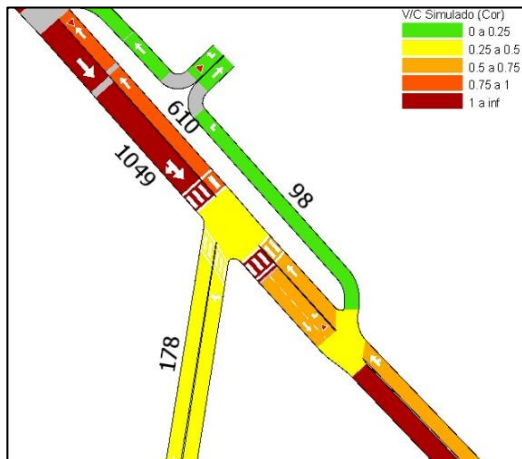


Figura 34: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro

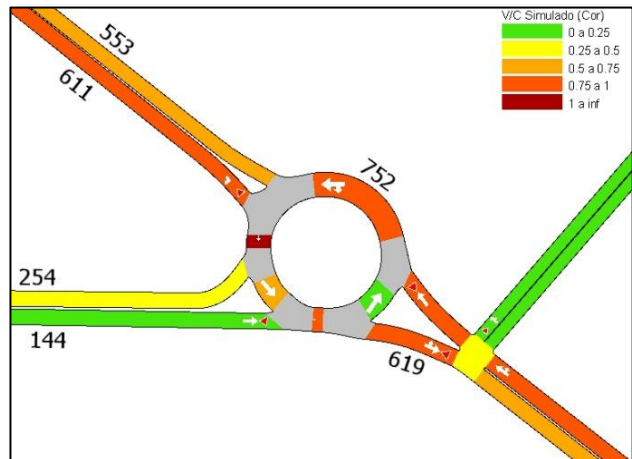


Figura 35: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro

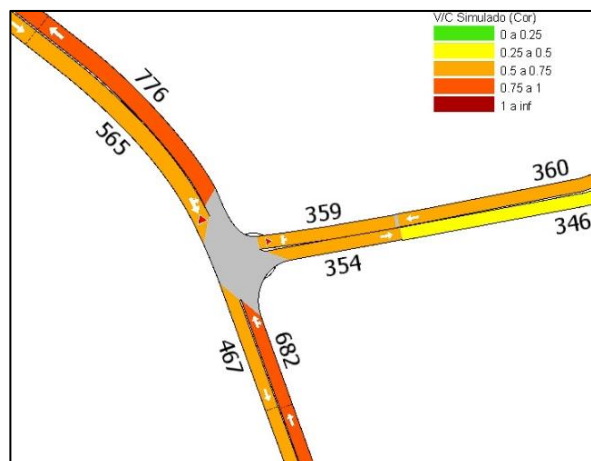


Figura 36: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Sílvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro



Figura 37: Fluxo Simulado na Rua Sílvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro

Com o fechamento da Rua Constante Moro Sobrinho, observou-se que os veículos que antes saíam na interseção 1, agora saem na interseção 6, e a maior parte desses veículos tendem a ir em direção ao Oeste, ou seja, irão percorrer toda a rede, passando por locais problemáticos no cenário atual, potencializando os problemas.

As questões observadas nesse cenário foram: a situação abordada no cenário atual, na interseção 3, que ficou mais evidente e as filas observadas aumentaram; O problema que já existia na interseção 5, mas não era tão evidente, que é a dificuldade dos veículos da Rua Sílvio Pinto Ribeiro em ingressar na Rua Doutor Murici, que foi potencializado pelo volume desviado devido ao fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho que segue diretamente nessa interseção.

7.4. SITUAÇÃO FUTURA COM PROPOSTA

Este capítulo apresenta os resultados obtidos a partir da simulação do cenário futuro após a implantação do empreendimento, com o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho, sendo que, nesse cenário, os veículos que passavam pela Rua Const. Moro Sobrinho, agora passam pela interseção 6 (Rua Sílvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo) e considerou-se também as seguintes intervenções: alteração da programação semafórica nas interseções 2 e 3; implantação de rotatória na interseção 5. Foram analisados visualmente o Nível de Serviço e o Fluxo Simulado na área de estudo.

A seguir estão apresentados os níveis de serviço em cada interseção da rede.

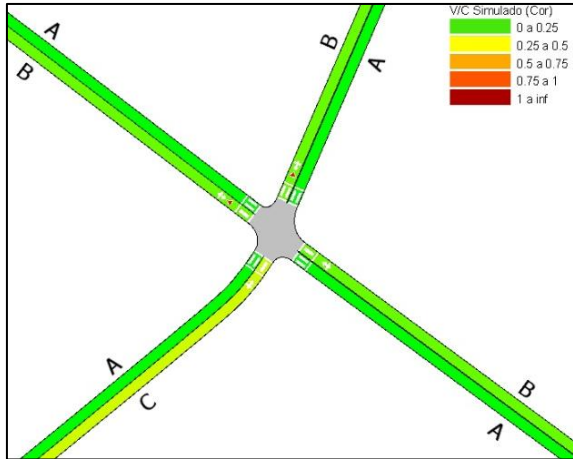


Figura 38: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta

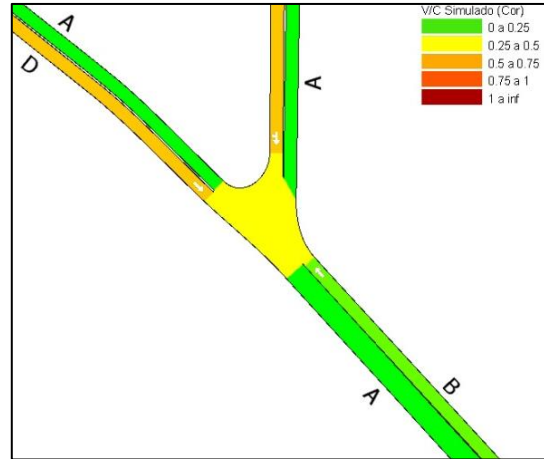


Figura 39: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta

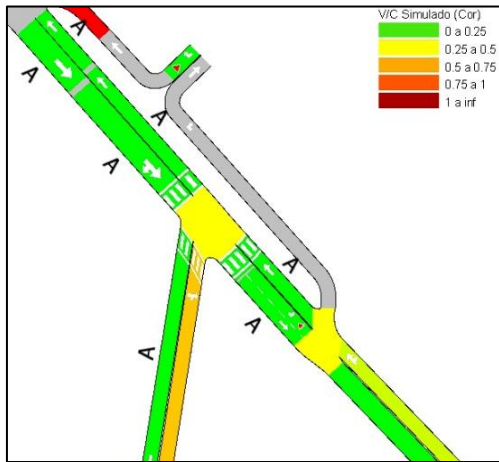


Figura 40: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta

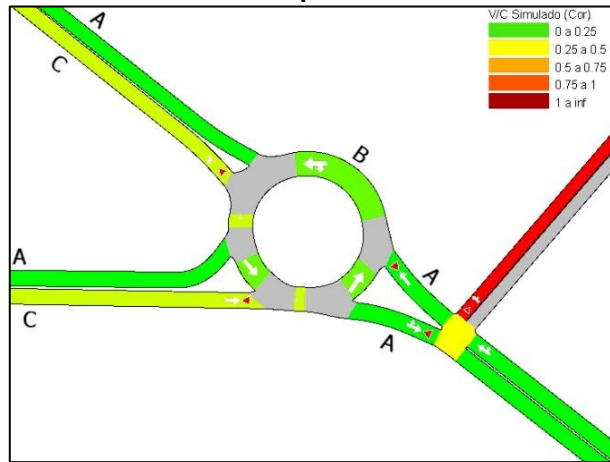


Figura 41: Nível de Serviço na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta

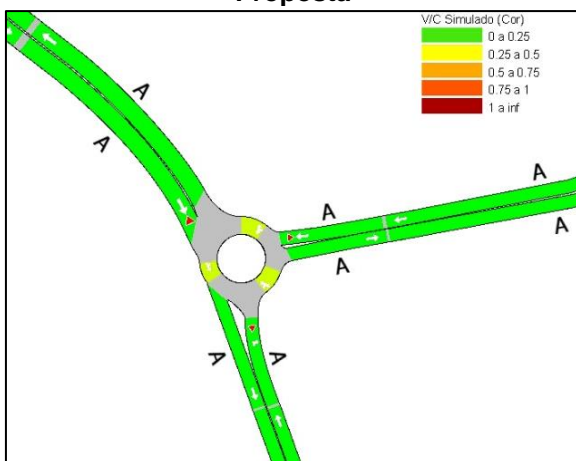


Figura 42: Nível de Serviço na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta

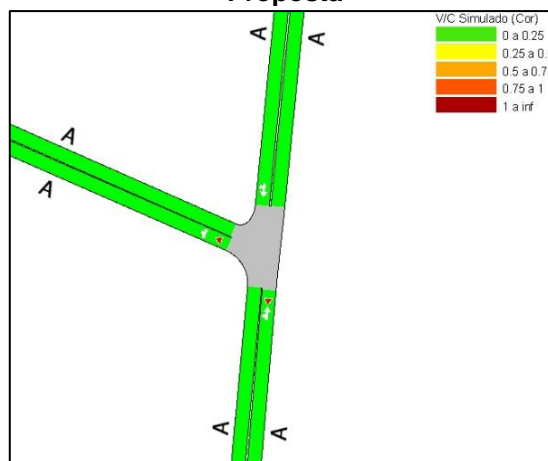


Figura 43: Nível de Serviço na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta

Verifica-se que após a implantação das propostas o nível de serviço de modo geral melhorou comparado ao cenário atual.

A seguir estão apresentados os Fluxos Simulados na área de estudo.

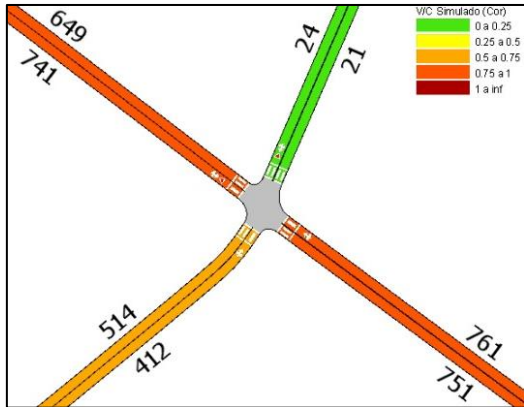


Figura 44: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Curitiba – Cenário Futuro com Proposta

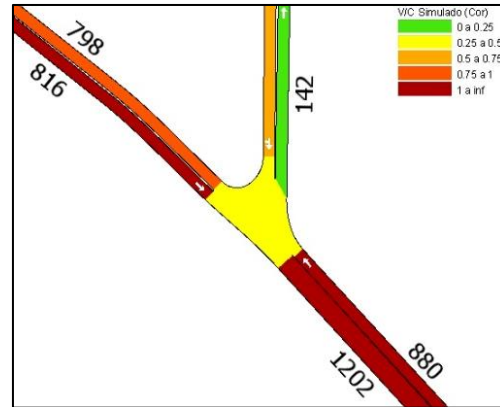


Figura 45: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua Antônio Moro – Cenário Futuro com Proposta

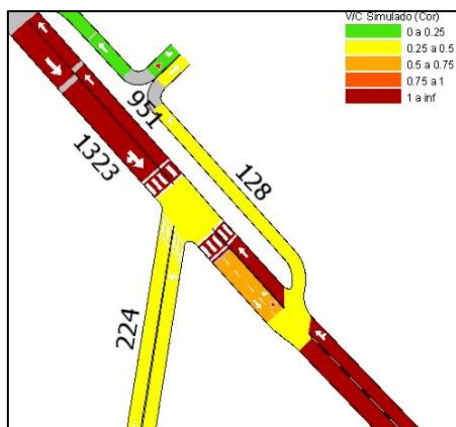


Figura 46: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua São Salvador – Cenário Futuro com Proposta

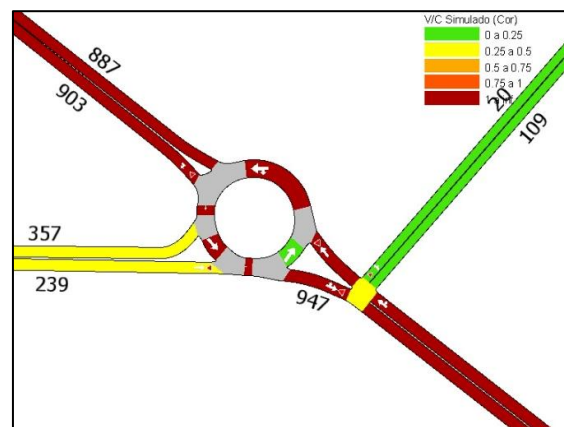


Figura 47: Fluxo Simulado na Alameda Arpo x Rua João Zarpelon – Cenário Futuro com Proposta

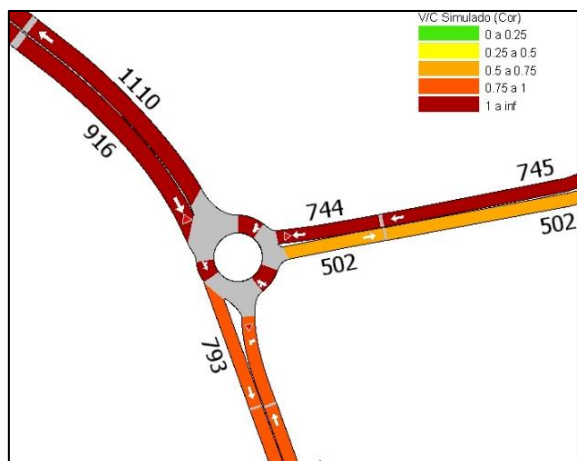


Figura 48: Fluxo Simulado na Rua Dr. Murici x Rua Silvio Pinto Ribeiro – Cenário Futuro com Proposta

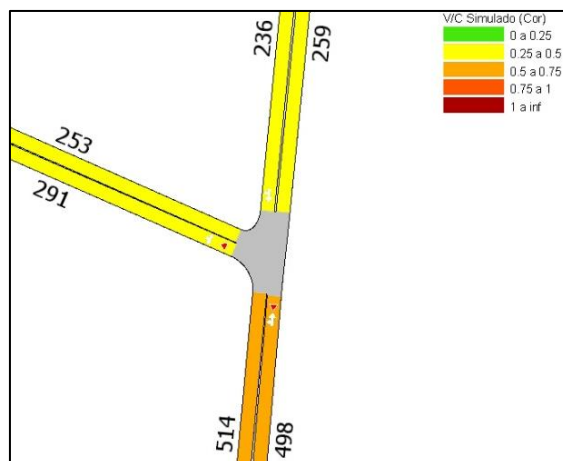





Figura 49: Fluxo Simulado na Rua Silvio Pinto Ribeiro x Rua João Alves Figueiredo – Cenário Futuro com Proposta

Visando melhorar as questões abordadas tanto na situação atual e futura foram propostas as intervenções apresentadas. A mudança na programação semafórica proposta, tem como objetivo dar tempo aos veículos que saem da Avenida Heitor Moro em direção ao Leste, para que eles possam ingressar na Alameda Arpo sem precisarem parar em cima da faixa que vai ao sentido contrário. Para isso os locais de acumulação dos veículos foram mudados com a programação semafórica, permitindo assim que os veículos ingressem em uma seção vazia. A seguir estão apresentados os tempos semafóricos adotados em cada grupo semafórico.

Tabela 3: Grupos semafóricos propostos

Grupo Semafórico 1	Grupo Semafórico 2	Grupo Semafórico 3
		
Grupo Semafórico 4	Grupo Semafórico 5	Grupo Semafórico 6

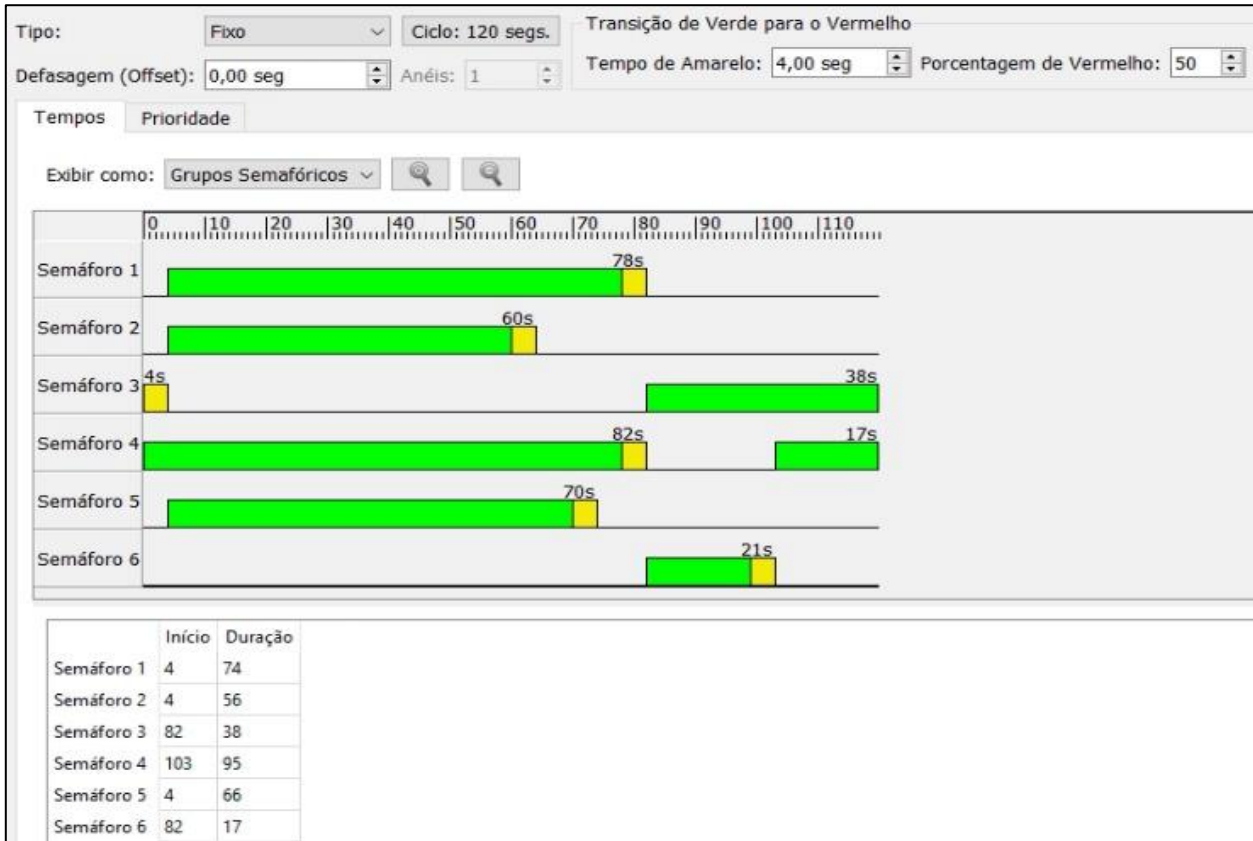
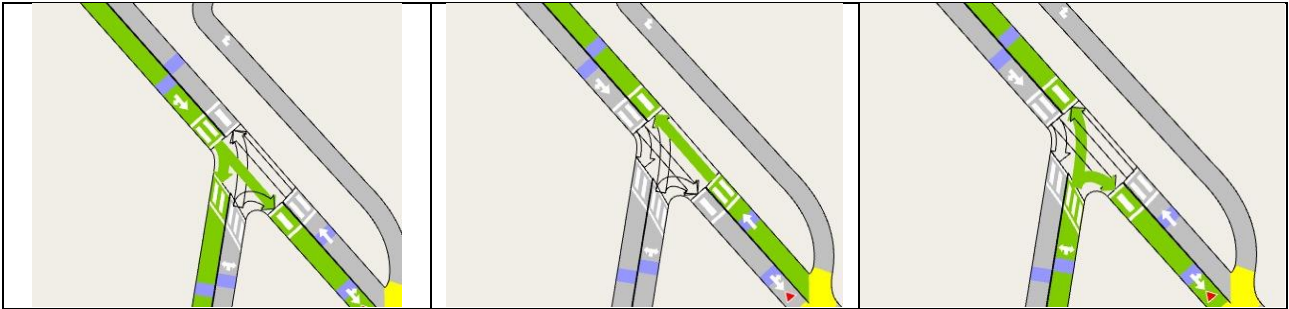


Figura 50: Programação Semafórica Proposta

Já a rotatória proposta visa melhorar a saída da Rua Sílvio Pinto Ribeiro e a conversão à esquerda da Rua Doutor Murici em direção a Rua Sílvio Pinto Ribeiro. A rotatória cumpre bem esse papel, pois a gestão de preferência é melhor do que em uma interseção simples.

8. INDICADORES DE DESEMPENHO

O quadro a seguir exibem uma análise comparativa dos indicadores de desempenho em diferentes cenários: o estado atual, o cenário futuro com a implantação do empreendimento e o cenário futuro com a implantação do empreendimento e intervenções na área de estudo. As cores mostram quais são os melhores resultados, sendo que a cor verde é o melhor, o amarelo é a situação mediana e o vermelho é a pior situação.

Tabela 4: Indicadores de Desempenho dos Cenários Simulados

Indicador - Tarde	Situação		Comparação	Situação	Comparação
	Atual	Futuro	Futuro / Atual	Futuro Proposto	Futuro Proposto / Futuro Proposto
Demanda (veíc/h)	3760	3416	-9,1%	3896	14,0%
Fluxo (veíc/h)	3491	2524	-27,7%	3877	53,6%
Velocidade Média - Carro (km/h)	14,66	8,58	-41,5%	21,28	148,0%
Velocidade Média - Ônibus (km/h)	14,04	7,94	-43,4%	21,88	175,6%
Densidade (veíc/km)	24,24	51,96	114,4%	18,41	-64,6%
Fila Média (veíc)	196,27	665,76	239,2%	58,74	-91,2%
Fila Média - Carro (veíc)	183,98	614,31	233,9%	55,36	-91,0%
Tempo de Atraso Médio (seg/km)	135,59	313,78	131,4%	59,12	-81,2%
Tempo de Viagem - Carro (seg/km)	245,65	419,81	70,9%	169,15	-59,7%
Tempo de Viagem - Ônibus (seg/km)	256,34	453,36	76,9%	164,51	-63,7%



Foram analisados os seguintes indicadores:

- **Contagem de Entrada** – Número de veículos que entram na rede durante o período de simulação. Os veículos são contados ao entrar na rede através da seção de entrada.
- **Velocidade Harmônica** – velocidade média harmônica para todos os veículos que percorreram o trecho. Essa grandeza é calculada a partir do conceito de uma das três médias pitagóricas, que é mais recomendada para o cálculo das velocidades.

- **Tempo de Viagem** – tempo médio que um veículo precisa para atravessar o trecho. Esta é a média de todos os tempos de viagem individuais (tempo de saída do trecho – tempo de entrada do trecho) de cada veículo que saiu do trecho.
- **Fila Média** – comprimento médio da fila na simulação como um todo, expresso como o número de veículos por faixa. É calculado como uma média de tempo.
- **Densidade** – número médio de veículos por quilometro de seção para toda a simulação.

Verifica-se que para todos os indicadores, o cenário futuro com as propostas apresentou resultados melhores. Com destaque para a velocidade média de carros, a fila média e o tempo de atraso, que melhoraram inclusive, em relação ao cenário atual.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo de tráfego, realizado por meio da microsimulação utilizando o *software* Aimsun, teve como objetivo analisar os impactos da implantação de uma nova pista no Aeroporto Internacional de Curitiba, considerando que para viabilizar essa expansão, será necessário o fechamento da Rua Const. Moro Sobrinho.

Os resultados obtidos através da análise dos indicadores de desempenho revelaram que as propostas de intervenção apresentadas neste estudo apresentam melhorias significativas em relação ao cenário atual de tráfego. Essas melhorias abrangem diversos aspectos, como a fluidez do tráfego e a eficiência do sistema como um todo.

Um dos principais pontos de destaque foi a eficácia da rotatória na redistribuição do fluxo de veículos, contribuindo para reduzir os congestionamentos e os tempos de viagem. Além disso, a reprogramação semaforica nas interseções analisadas demonstrou ser uma estratégia eficiente para otimizar o funcionamento do tráfego, garantindo uma melhor coordenação entre os diferentes fluxos de veículos.

Por fim, é fundamental destacar a importância da análise detalhada e da simulação computacional na tomada de decisões relacionadas ao planejamento urbano e à gestão do tráfego. Esta análise fornece informações substanciais para os gestores públicos e demais envolvidos no processo de planejamento, permitindo a implementação de soluções mais eficientes e sustentáveis para os problemas de mobilidade urbana. Assim, podemos concluir que as intervenções propostas representam um avanço significativo na compreensão dos padrões de tráfego e na identificação de estratégias eficazes para otimizar a mobilidade urbana em áreas de alta demanda.

ANEXO III - ESTUDO DE DESVIO VIÁRIO – CCR AEROPORTOS

Projeto Nova Pista de Pouso e Decolagem – PPD

Estudo de Desvio Viário

CWB – Aeroporto Int’l Afonso Pena



Agenda



1. Objetivo

2. Apresentação do Projeto

3. Alternativas Estudadas

4. Impacto Viário

5. Alternativas de Desvio

6. Conclusão

1. Objetivo



Este documento busca **esclarecer às partes interessadas sobre os estudos realizados para a implantação de nova pista de pouso e decolagem de aeronaves no Aeroporto Internacional Afonso Pena**, em São José dos Pinhais – PR, bem como sobre a solução de engenharia final adotada para essa pista.

Ainda, busca-se **ilustrar o impacto que essa pista terá especificamente sobre a Rua Constante Moro Sobrinho e Antonio Moro**, que atravessa o sítio aeroportuário e se configura como importante eixo de conexão interbairros e esclarecer sobre os estudos realizados por esta Concessionária a fim de mitigar possível impacto.

Ressalta-se que, todo o material aqui apresentado é complementado e amplamente detalhado nos documentos apresentados à Prefeitura, conforme listado no item 6 desta apresentação.

2. Apresentação do Projeto

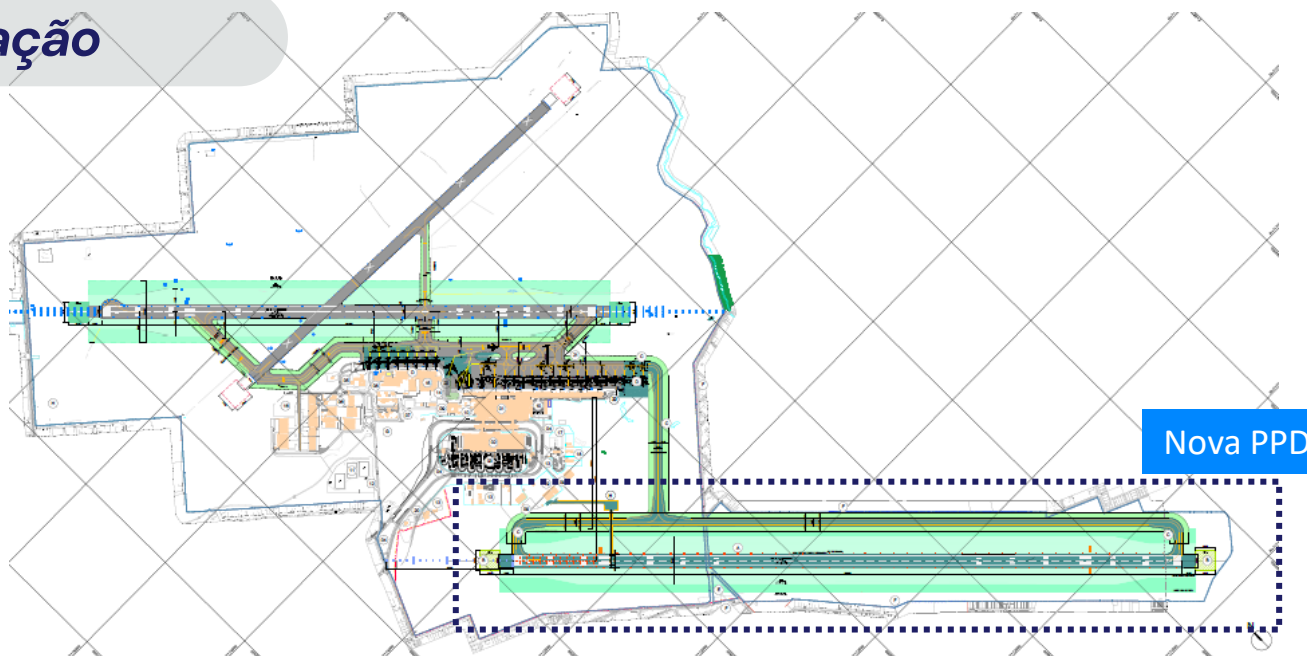


O projeto da nova pista do aeroporto Afonso Pena prevê a implantação de faixa de rolamento com **extensão total de 3.000 metros de comprimento e largura de 45 metros** de modo a atender aeronaves de categoria 'C', 'D' e 'E' e, conforme requisitos mínimos de infraestrutura para tal operação, previsto na RBAC 154 da ANAC.

Deste modo, para a viabilidade da mesma, se faz necessária ainda a implantação de uma taxiway para conectar o pátio de aeronaves em construção e essa nova pista, bem como vias de serviço auxiliares, casas de força e edificações de apoio à segurança sendo que, **a cota de nível do pátio existente é o limitante no que se refere a nível de implantação desta nova pista.**

2. Apresentação do Projeto

Implantação



RWY 1 – exist	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
15	2218	2218	2218	2218
33	2218	2218	2218	2218

RWY 2 - nova	TORA(m)	TODA(m)	ASDA(m)	LDA(m)
15	3000	3000	3000	3000
33	3000	3000	3000	3000

CAPACIDADE DE TERMINAL DE PASSAGEIROS			
DOMÉSTICO		INTERNACIONAL	
EMBARQUE	DESEMBARQUE	EMBARQUE	DESEMBARQUE
1.000	875	240	240

CARACTERÍSTICAS	
Comprimento Fase IB	3000m
Largura Rolamento	45m
Largura + Acostamentos	50m
Tipo de Operação	IFR P CAT I
Código de Referência	4C
PCN	51/F/B/X/T
Pontes de Embarque	4
Horário de Funcionamento	H24

Mix de aeronaves representativo:
**A319/A320/A321/A332/AT72/AT75/A
 T76/B38M/B737/B738/B7744/B763/B
 77L/C208/E1/E2**

Pátio	Posições
1	8 Posições C
2	20 Posições C

2. Apresentação do Projeto



Do ponto de vista construtivo, para viabilidade deste projeto, tem-se como principais desafios:

- 1- A Rua Constante Mouro Sobrinho e Antonio Moro atravessam a única área no sítio aeroportuário capaz de comportar esta pista;
- 2- A cota de nível do pátio existente limita a possibilidade de elevação da pista devido aos grades e inclinações máximas para taxiways previstas na RBAC 154;
- 3- As edificações vizinhas ao terreno do sítio aeroportuário limitam a cota de nível mais baixo da pista devido à configuração de obstáculos no espaço aéreo (a ser ilustrado).

3. Alternativas estudadas



Frente aos desafios apresentados, a **CCR elaborou 12 alternativas de implantação** desta pista de pouso e decolagem na área reservada para a mesma e sítio aeroportuário, onde se variavam os seguintes aspectos:

1. Nível de implantação da PPD – do mínimo ao máximo de elevação;
2. Graide de implantação entre as cabeceiras – do mínimo ao máximo;
3. Localização geográfica de implantação – do extremo leste ao extremo oeste;

Tais estudos resultaram em **análise detalhada dos impactos geológicos e urbanísticos** sobre o entorno imediato e assim, **buscou-se solução que balanceasse não apenas as demandas por corte e aterro do terreno, como também o volume de desapropriações vizinhas.**

A seguir, apresentamos a alternativa que ilustra as avaliações realizadas e apresenta a solução adotada pela CCR, sem contudo esgotá-las e, nos colocamos à disposição caso esta audiência queira se aprofundar nesses estudos.

3. Alternativas estudadas

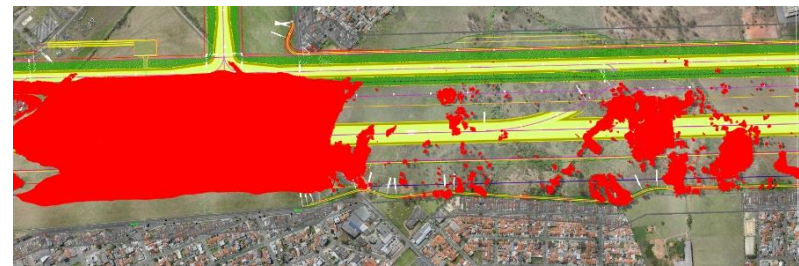
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 1

Aterro: 1.991.590,12

Nível máx: 914,69

Nível min: 899,48



Desapropriação: 55.000 m²

Alternativa 2

Aterro: 4.734.400,64

Nível máx: 914,69

Nível máx: 907,48



Desapropriação: +-25.000 m²

Alternativa 3

Aterro: 4.084.865,45

Nível máx: 917,29

Nível mín: 905,29



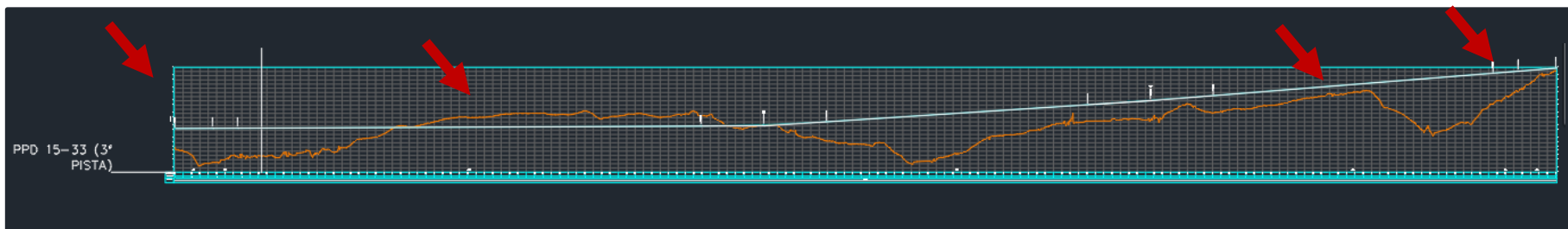
Desapropriação: 25.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

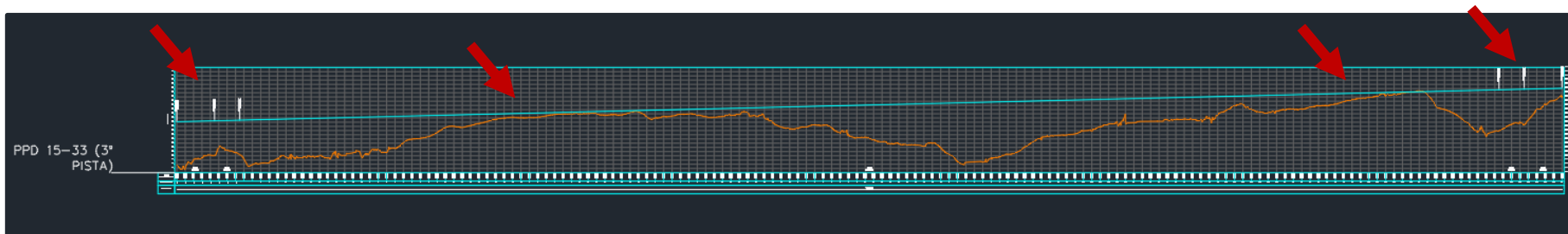
Alternativa 1

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



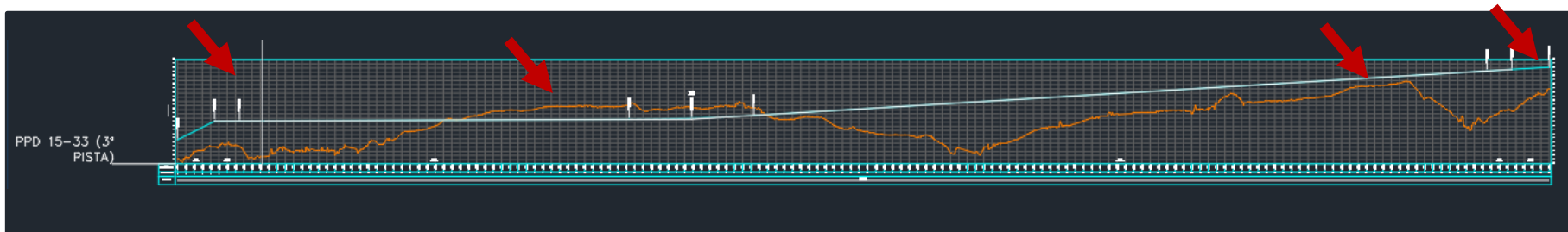
Alternativa 2

Aterro na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 3

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

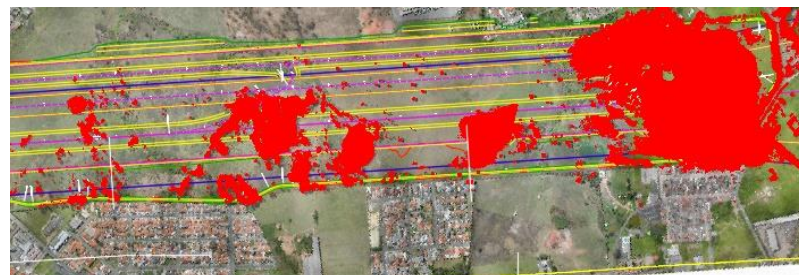
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 4

Aterro: 3.342.131,464

Nível máx: 914,69

Nível min: 905,48



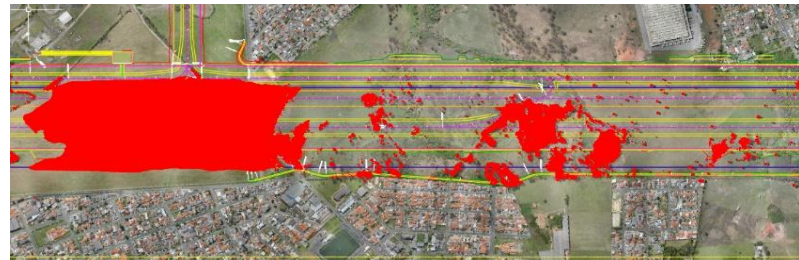
Desapropriação: 37.000 m²

Alternativa 5

Aterro: 3.456.857,154

Nível máx: 918,604

Nível máx: 905,48



Desapropriação: +-37.000 m²

Alternativa 6

Aterro: 3.578.771,824

Nível máx: 918,604

Nível mín: 905,29



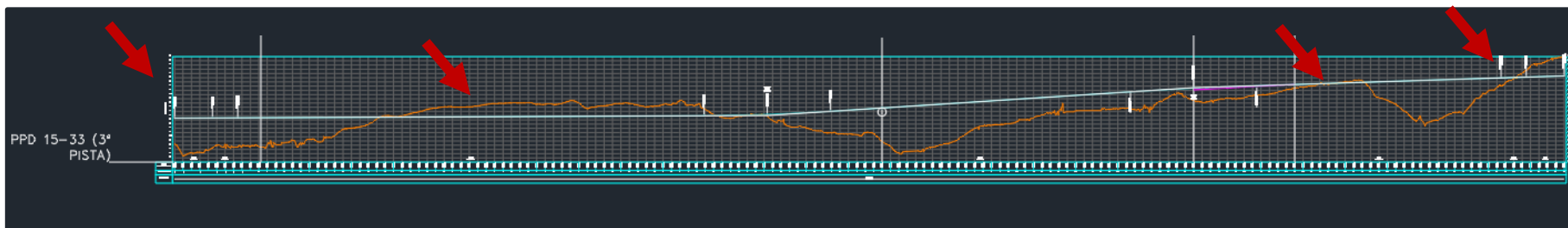
Desapropriação: +-37.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

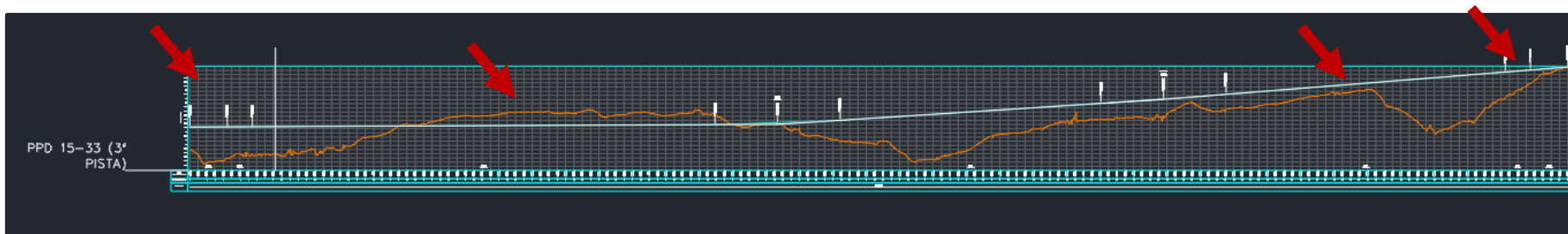
Alternativa 4

Corte na cab 15/16,
Corte e Aterro na cab
33/34



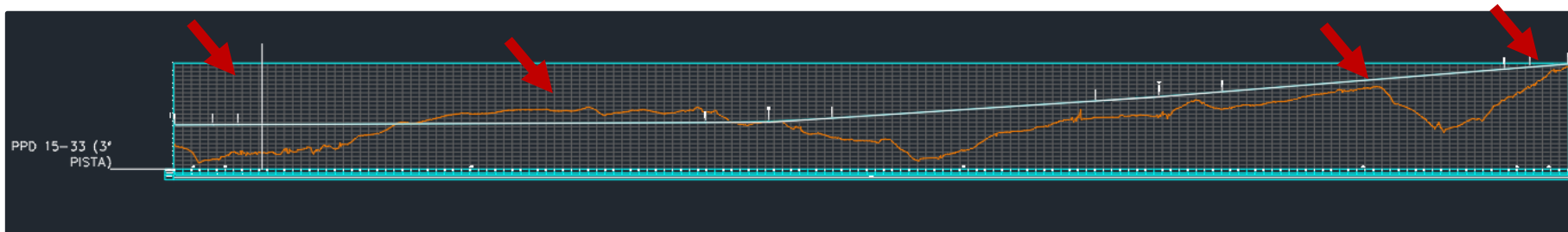
Alternativa 5

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 6

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

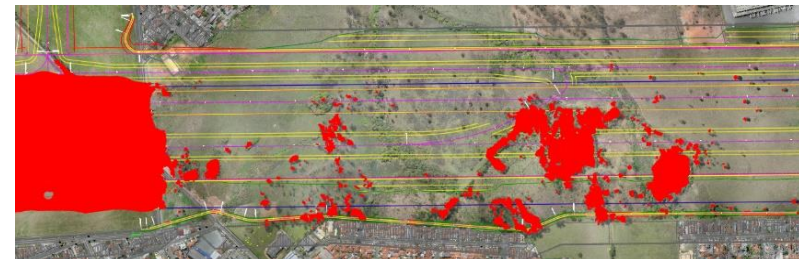
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 7

Aterro: 5.760.159,294

Nível máx: 922,354

Nível min: 905,83



Desapropriação: +-22.000 m²

Alternativa 8

Aterro: 12.604.318,164

Nível máx: 929,814

Nível máx: 905,83



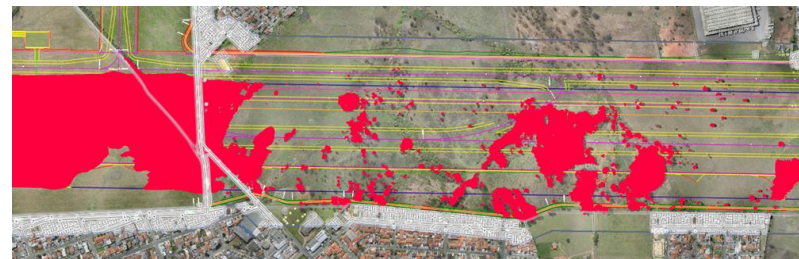
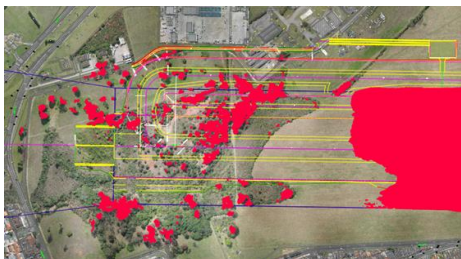
Desapropriação: +-20.000 m²

Alternativa 9

Aterro: 2.708.368,87

Nível máx: 917,75

Nível mín: 905,83



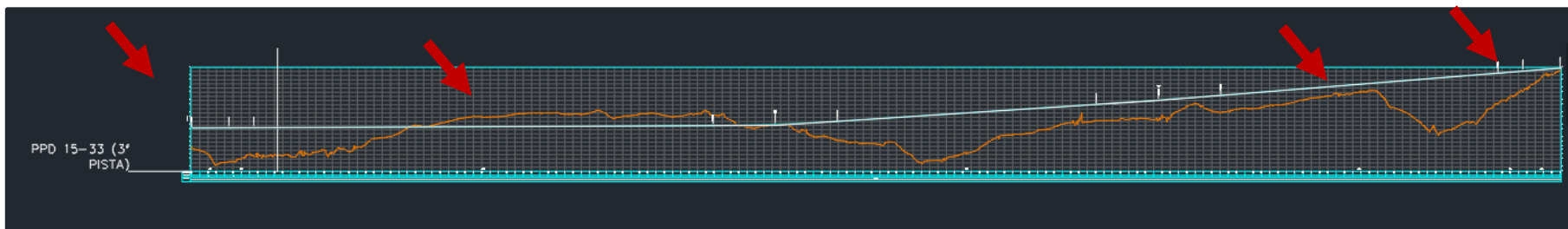
Desapropriação: +-27.000 m²

3. Alternativas estudadas - perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

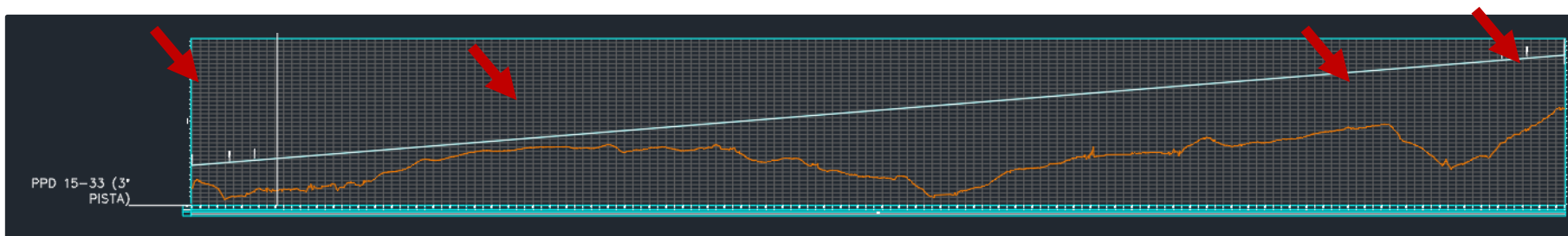
Alternativa 7

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



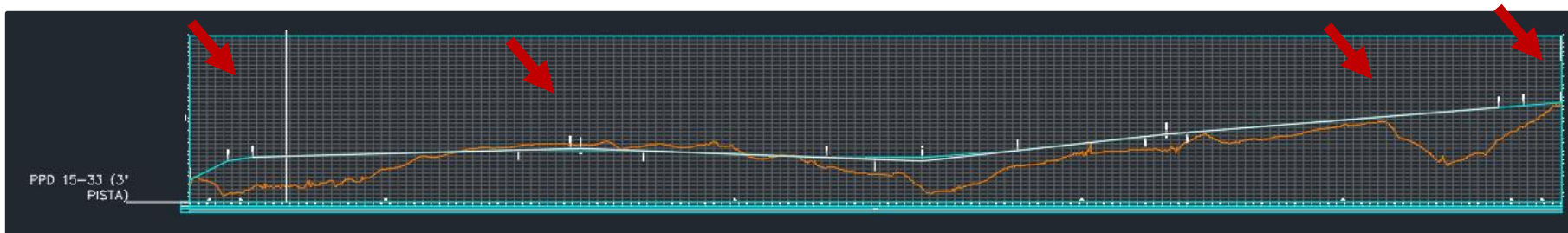
Alternativa 8

Aterro na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 9

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



3. Alternativas estudadas

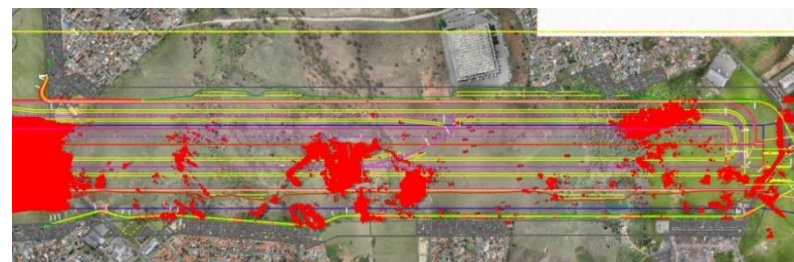
Ilustração da área afetada a ser removida para implantação da PPD

Alternativa 10

Aterro: 4.721.806,424

Nível máx: 924,644

Nível min: 904,37



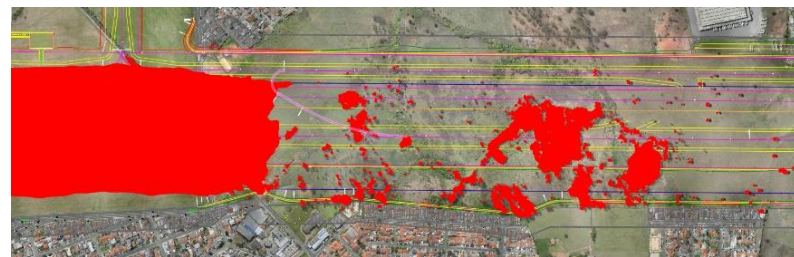
Desapropriação: +-25.000 m²

Alternativa 11

Aterro: 3.214.212,68

Nível máx: 923,394

Nível min: 903,919



Desapropriação: +-25.000 m²

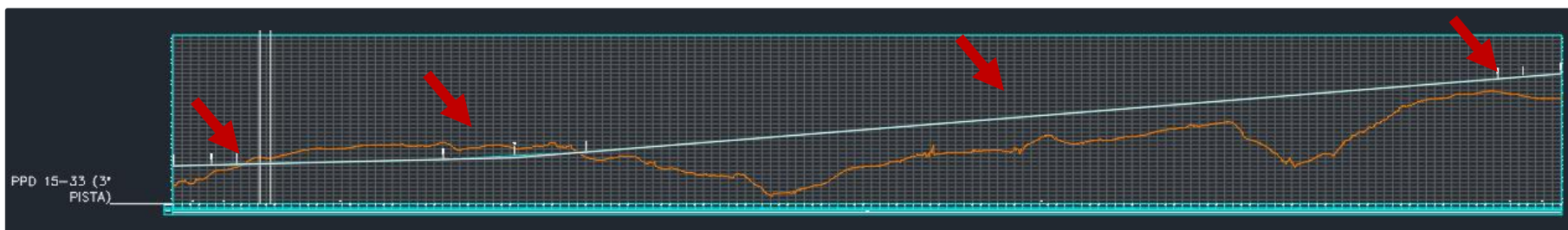
Como pode ser notado, as **manchas vermelhas ilustram todo o componente a ser removido** para viabilizar a implantação da PPD, seja esta solo que se sobrepõe ao perfil de pista ou ainda, edificações vizinhas ou componentes de infraestrutura vizinhos.

3. Alternativas estudadas – perfil

Perfil verificado nas modelagens realizadas

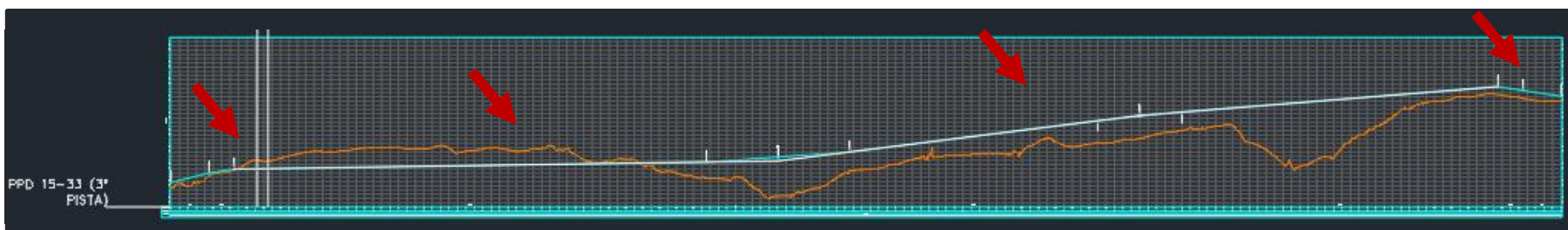
Alternativa 10

Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Alternativa 11

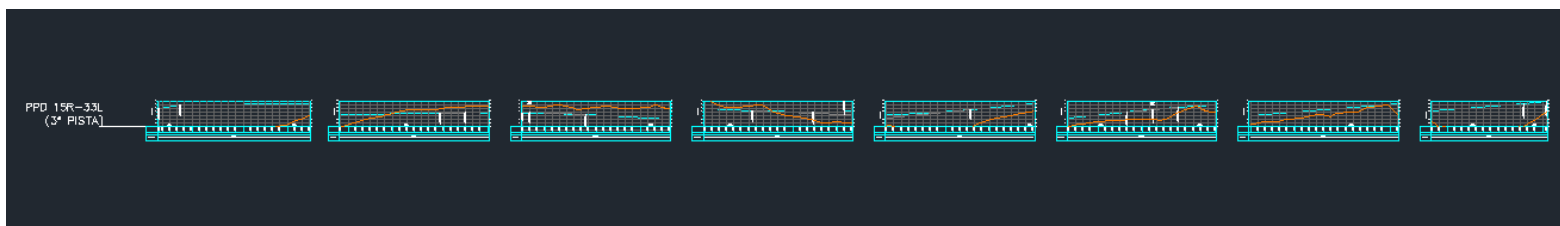
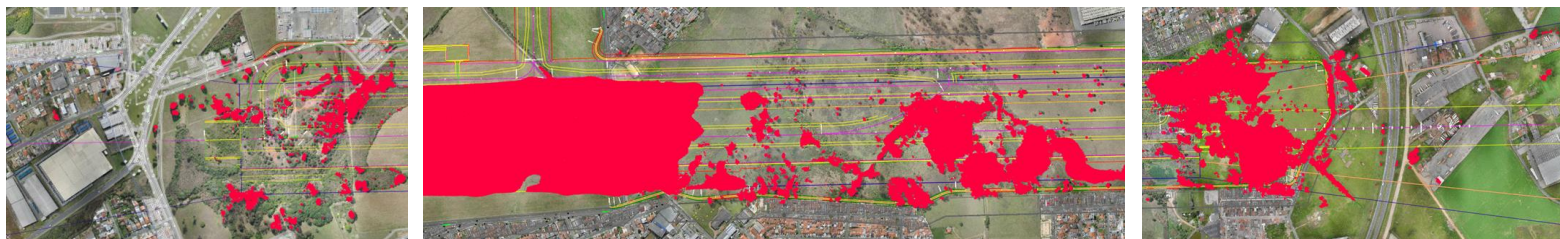
Corte na cab 15/16,
Aterro na cab 33/34



Como pode ser notado, as alternativas variam na posição da PPD, bem como no greide (diferença de altura entre as cabeceiras), sempre respeitando os limites que viabilizem a conexão com a taxiway no pátio existente e o perímetro do sítio aeroportuário.

Nos perfis, **a linha laranja representa o perfil do terreno** como ele se configura hoje e, **a linha branca, o perfil de PPD** estudado com relação à essa condição natural de terreno.

3. Alternativa escolhida (12)



Opção determinada como a mais viável é determinada não pelo menor volume de aterro, mas sim pela otimização que balanceia volume de aterro e menor impacto de vizinhança a partir do deslocamento longitudinal 92 m em direção à Cabeceira 33 (Cabeceira 15 elevada em 6,35 m e Cabeceira 33 elevada em 1,55 m).

Área de desapropriação: 22.250 m²

Volume de corte: 1.484.689,78 m³

Volume de aterro: 2.207.588,07 m³

Das 12 alternativas, a CCR apresentou como solução ideal para a viabilidade deste projeto a implantação cujo nível da PPD se figura na **cota 916,25**, com greide de 4,8 m.

A solução escolhida consta da **solução de número 12**, e na mesma, a PPD se apresenta **3,8 metros abaixo da cota de nível da Rua Constante Mouro Sobrinho** no ponto em que esta corta o sítio aeroportuário.

Esta solução também implica em desapropriação de aproximadamente 45 lotes implantados no entorno imediato do sítio aeroportuário.

3. Normativas consideradas



Frente ao exposto, a CCR reforça o **normativo incidente sobre o projeto da nova Pista de Pouso e Decolagem**, considerada em cada um dos estudos realizados, não se limitando aos mesmos, mas incorporando ainda as NBR's vigentes sobre o tema:

- Manual de todas as aeronaves que copoem o Mix Representativo de Aeronaves. (Item 2.0)
- ANAC - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil
 - RBAC 107 EMD 09 - Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – Operador de Aeródromo
 - RBAC 110 EMD 02 - Programa Nacional de Instrução em Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita – PNIIVSEC
 - RBAC 139 EMD 06 - Certificação Operacional de Aeroportos
 - RBAC 153 EMD 07 - Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência
 - RBAC 154 EMD 07 - Projeto de aeródromos.
 - RBAC 161 EMD 04 - Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos – PZR
 - RBAC 91 EMD 04 - Requisitos gerais de operação para aeronaves civis
- ASTM. (2012). D5340 - 12 Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. Pennsylvania (PA), United States: ASTM International, West Conshohocken.
- FAA, F. A. (Outubro de 2014b). Advisory Circular - AC 150/5380-7B - Airport Pavement Management Program (PMP), 12f. Washington, DC: Federal Aviation Administration. United States Department of Transportation.
- MANUAL PARA O CÁLCULO DE PCR DE PAVIMENTOS AEROPORTUÁRIOS SUPERINTENDÊNCIA DE INFRAESTRUTURA AEROPORTUÁRIA – SAI
- Agência Nacional de Aviação Civil. (2016). IS nº 153.103-001 – Revisão A. Federal Aviation Administration. (2011). AC nº: 150/5370-11B. Federal Aviation Administration. (2020). AC nº: 150/5335-5D. Federal Aviation Administration. (2021). AC nº: 150/5320-6G.

4. Impacto Viário



Imagem 4.1.: Rua Constante Moro Sobrinho em configuração existente.

O conjunto formado pelas Rua Constante Moro Sobrinho juntamente com a Rua Antonio Moro hoje consiste em via coletora com movimentação diária de aproximadamente 18.000 veículos que transitam em ambos os sentidos.

Contudo, a mesma atravessa o sitio aeroportuário na área de implantação da nova pista de pouso e decolagem em 3,8 m acima da cota de nível final da PPD neste ponto.

Deste modo, a CCR apresenta, a seguir, as **3 alternativas estudadas** para tratar esta demanda.

5. Alternativa 1 de Desvio

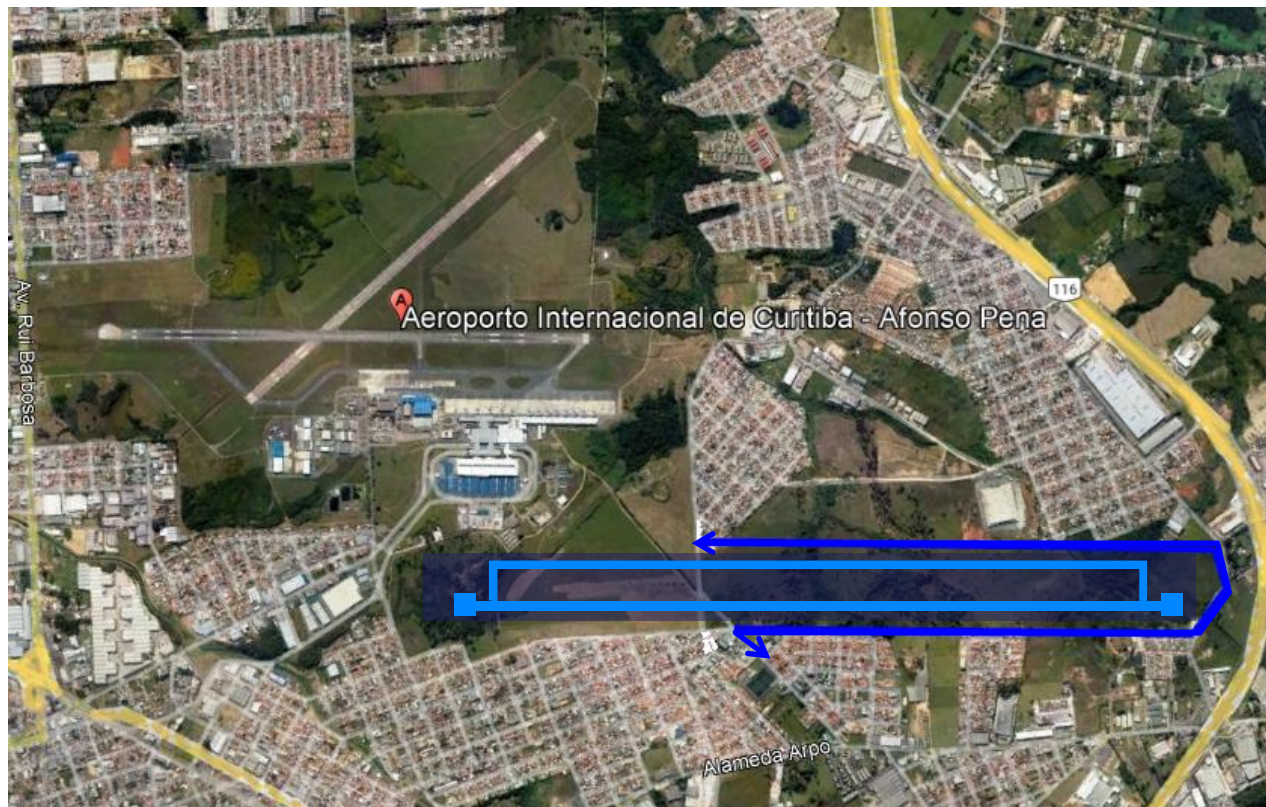


Imagem 5.1.: Desvio no limite do sítio aeroportuário

A primeira alternativa estudada consiste de implantação de um desvio viário nos limites do sítio aeroportuário, contornando a cerca patrimonial do aeroporto.

Resultado da análise: inviável operacionalmente

Conforme estabelecido na PORTARIA No 256/GC5, de maio de 2011 do DECEA, a PPD é referência para a configuração de limites virtuais no espaço aéreo que, estabelecem a altura máxima que um objeto projetado ao espaço aéreo pode ter.

Quando pretendemos implantar estrutura nas laterais ou na extremidade da PPD, estamos sujeitos às limitações das superfícies de aproximação e das superfícies de transição que, consistem de rampa ascendente a partir do limite da faixa de pista, com inclinação de 14,33%.

5. Alternativa 1 de Desvio

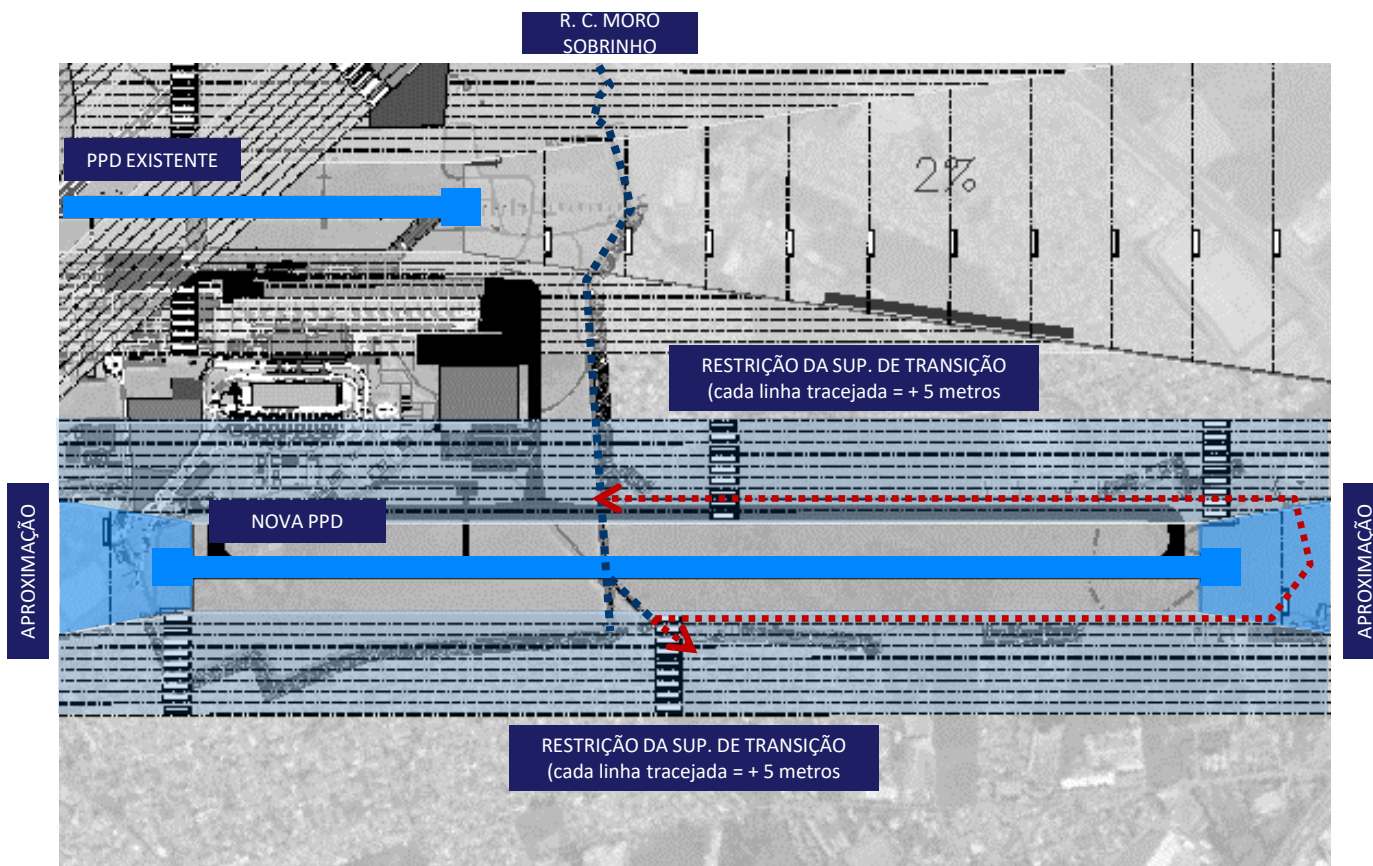


Imagem 5.2: Ilustração das restrições de altura configuradas pela nova PPD.

OBS: seria necessário desapropriar 88.240m² de área para viabilizar o desvio perimetral caso este fosse implantado rebaixado ao nível do aeroporto.

Neste caso, um poste que ultrapasse as restrições de altura indicadas pelas linhas tracejadas na Superfície de transição e aproximação verificável na Imagem 5.2, **figura como obstáculo, impedindo a operação aérea.**

Na imagem 5.2 ao lado é possível observar esses limites onde cada linha tracejada (preta) apresenta uma variação de altura em + 5 metros, e portanto, se implantada via perimetral, **esta não poderia ter qualquer infraestrutura acima de 0,00 metros de altura.**

Tal análise nos evidencia que a implantação de via imediatamente após a cerca patrimonial não é possível sob a ótica da operação aérea, devendo esta ser afastada do limite da cerca para que não se torne impeditivo à operação porém, configurando desapropriações em toda sua extensão ou, **seria necessário rebaixá-la em aproximadamente 15 m com relação ao nível do bairro.**

5. Prós e Contras – Alternativa 1



PONTOS POSITIVOS

1. Em conformidade com a legislação urbanística do município (Plano Diretor e Lei de Diretrizes Viárias)
2. Não afeta a segurança operacional do aeroporto (apenas se fosse implantado com rebaixo 15 metros abaixo da cota de nível do aeroporto);
3. Possibilita a mobilidade da população independente de eventos no aeroporto;

PONTOS NEGATIVOS

1. Existência de obstáculos configurados pela Portaria 256 do DECEA que impedem a operação aeroportuária e ferem contrato de concessão;
2. Configuração de barreira física de aproximadamente 15 metros de altura para adequação do nível desta via caso esta fosse implantada no local solicitado;
3. Aumento do percurso e do tempo de deslocamento de moradores e demais usuários do sistema viário;

5. Alternativa 2 de Desvio



Imagem 5.3: Desvio configurando passagem em desnível sob a nova PPD (ponte).

A segunda alternativa estudada consiste na substituição do trecho existente da Rua Constante Moro Sobrinho por uma passagem em desnível, ou túnel / mergulhão por debaixo da PPD.

Resultado da análise: inviável operacionalmente

Conforme é apresentado na documentação de apoio a esta apresentação, a implantação de túnel sob a PPD é vista pela ANAC, FAA e ICAO como risco operacional, sendo recomendada por todos os órgãos que a solução seja **evitada**.

A implantação de passagem em desnível implica na demanda por reforços estruturais para prevenção à atentados contra a segurança da aviação civil e, ainda, em corresponsabilidade entre as partes sobre o monitoramento e inspeção da área.

5. Alternativa 2 de Desvio



Imagem 5.4: Desvio considerando impactos no entorno.

Obs. Para implantação da alternativa seria necessário desapropriar 16000m² de área.

É importante destacar que estando a PPD 3,8 m abaixo do nível da Rua Constante Moro Sobrinho, se faria necessário rebaixamento da mesma em 15 metros abaixo do nível da PPD, totalizando **rebaixo de 18,8 metros**.

Assim sendo, estamos tratando de uma **rampa de aproximadamente 400 metros nos limites de entrada e saída do terreno** (linhas azuis escuras), para que o túnel figurasse em nível sob a estrutura da PPD (azul claro).

Deste modo, **toda via que hoje conecta neste trecho da Rua Constante Moro Sobrinho, perderia seu acesso à mesma**, figurando como rua sem saída (linhas vermelhas), bem como todo lote adjacente a tal rampa estaria passível de desapropriação.

Descarta-se ainda a configuração de túnel secundário (linha amarela), frente à demanda por redundância de canal de inspeção e vulnerabilidade sob a PPD.

5. Alternativa 2 de Desvio

Estruturalmente, a implantação desta modalidade e desvio implicaria em um rebaixamento da via em extensão aproximada de 400 metros para além dos limites do sítio aeroportuário, afetando diretamente os lotes lindeiros e implicando em **desapropriação de 16.000 m²**.

Ainda, se faria necessária a redução da velocidade desta via e, adicionalmente, seria recomendado que, antecedendo a passagem sob a PPD os veículos fossem inspecionados e os motoristas identificados.

Para tanto, a triangulação do tempo de atraso de cada um dos veículos que passam sob essa via, considerando um tempo de inspeção estimado em 3 min por veículo (mínimo) e 10 min por veículo (máximo), geraria extensas filas tornando inviável a sua operacionalização sem a degradação do nível de serviço da via.

Uma simulação simplificada realizada com tais parâmetros ilustra o congestionamento / fila gerado em 1 hora de procedimento implantado, sendo 750 veículos a média de movimentação por hora nesta via, com 350 por faixa a uma taxa média de distribuição de 6,5 veículos / min.

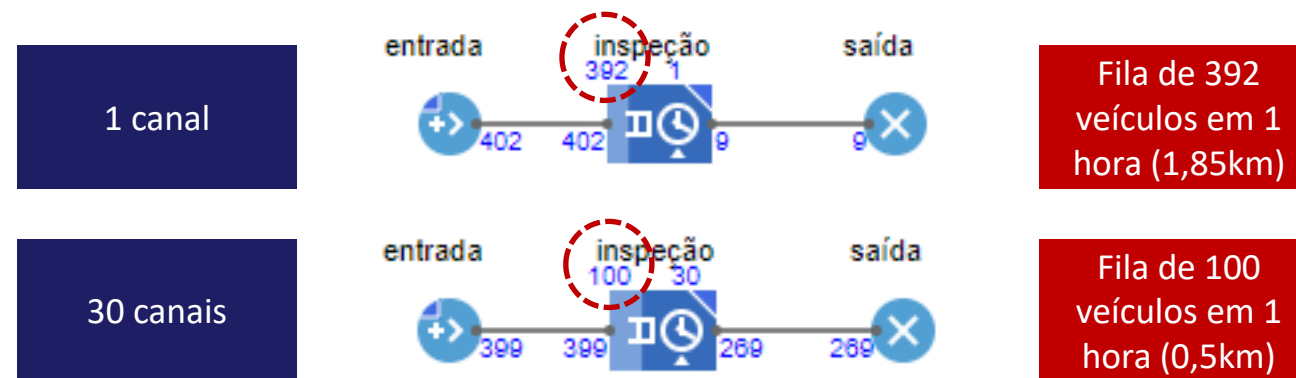


Imagem 5.5: Simulação simplificada de processo realizada no Anylogic de inspeção e formação de fila no período de 1 hora no sistema com 1 faixa de entrada, 1 faixa de saída e variação da quantidade de cabines de inspeção.

Os números acima evidenciam que em determinado momento, apesar do aumento da quantidade de canais de inspeção disponível, a própria via em suas condições de operação passaria a ser um gargalo e, o atraso segue sendo gerado visto que o procedimento implantado depende da capacidade do conjunto: vias + canais de inspeção.

5. Prós e Contras – Alternativa 2



PONTOS POSITIVOS

1. Mantem a ligação entre os bairros Jd. Suíça e Cruzeiro

PONTOS NEGATIVOS

1. Apresenta risco à operação do aeroporto quanto à atos ilícitos conforme preconizado na RBAC 154 e RBAC 107;
2. Descaracteriza a via coletora que consiste da Rua Constante Moro Sobrinho, e reduz sua velocidade, principalmente se implantado o monitoramento e inspeção, aumentando os tempos de viagem e de percurso e, portanto, reduzindo sua capacidade;
3. Possibilidade de interrupção do tráfego por tempo indeterminado em caso de ato ilícito que possa apresentar risco à operação e segurança do aeroporto;
4. Remanejamento de parte fluxo de veículos para vias alternativas dada a redução da fluidez na Rua Constante Moro Sobrinho;
5. Necessidade de adequação do viário alternativo para receber fluxo de veículos oriundos da Constante Moro Sobrinho;
6. Corresponsabilidade do município em garantir a segurança operacional da PPD, em relação a eventos que ferem a segurança operacional;
7. Alto custo para implantação devido à necessidade de reforços estruturais decorrentes das orientações do ICAO e FAA;

5. Alternativa 3 de Desvio



A terceira alternativa estudada consiste de implantação de um desvio viário que contorna a cerca patrimonial, mas de forma afastada à mesma, utiliza-se de vias existentes para realização do trajeto.

Resultado da análise: recomendado

A opção apresentada pela CCR consiste justamente de uma variação da primeira alternativa e, esta, apesar do aumento de extensão a ser percorrida pelo motorista, não apresenta atraso significativo e consegue garantir a conectividade entre os bairros sem apresentar risco à operação aérea.

Imagem 5.6: Desvio pelo viário por vias existentes a serem adequadas ao tráfego.



5. Prós e Contras – Alternativa 3



PONTOS POSITIVOS

1. Não afeta a segurança operacional do aeroporto;
2. Possibilita a mobilidade da população independente de eventos no aeroporto;
1. Resulta em melhorias operacionais do tráfego (sinalização, temporização de semáforos, melhorias no sistema viário e outras medidas)

PONTOS NEGATIVOS

1. Aumento do tráfego no sistema viário alternativo (vias utilizadas para desvio);
2. Aumento do percurso e do tempo de deslocamento dos moradores;
3. Interferências nas linhas de transporte coletivo que atravessam a região

7. Conclusão



Tendo exposto suas considerações sobre os estudos realizados, a CCR reforça que tem atuado na busca não apenas por expandir as oportunidades e os investimentos nos aeroportos que estão sob sua gestão mas, ainda, fazê-lo com a garantia de segurança na sua operação.

Deste modo, entende-se que tendo sido estudadas 12 alternativas de implantação da pista de pouso e decolagem e 3 alternativas para atuar sobre o impacto causado na Rua Constante Moro Sobrinho, as soluções apresentadas representam as melhores alternativas sob a ótica da engenharia, do impacto social e da mobilidade urbana verificada no entorno imediato.

A CCR fica à disposição para esclarecimentos adicionais que se façam necessários não apenas sobre o conteúdo desta apresentação, mas também sobre os documentos anexos.

Cabe ressaltar que a alternativa 3 de desvio viário, **evita o pior cenário de desapropriação de 88.240 m² de moradias adjacentes ao aeroporto, reduzindo o impacto causado pela Implantação da PPD.**

OBRIGADO

Edifício Passarelli • 4º Andar
Pinheiros • São Paulo/SP • Brasil
Tel: 55 (11) 3048.5900

www.ccraeroportos.com.br



Programa de Compliance CCR

Acesse: www.ri.ccr.com.br/governança-e-compliance



Atua no combate a corrupção, suborno, propina, pagamentos facilitadores e quaisquer outras condutas antiéticas;



Foco no desenvolvimento dos negócios em conformidade com políticas e normas internas e legislação aplicável;



Se algo não parecer correto, entre em contato com nosso Canal Confidencial:

 **0800-721-0759**

www.canalconfidencial.com.br/canalconfidencialccr

Atenção, slide para uso exclusivamente externo.

ANEXO IV - CADERNO DE PERGUNTAS E RESPOSTAS (AO DOCUMENTO ENCAMINHADO PELA SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO)

ANEXO IV – CADERNO DE PERGUNTAS E RESPOSTAS

O presente Anexo apresenta o Caderno de Perguntas e Respostas, desenvolvido para atender e responder aos questionamentos feitos pela Divisão de Engenharia de Tráfego da Secretaria Municipal de Transportes e Trânsito em 06/06/2024.

- Não foram identificados os volumes considerados para cada movimento nas interseções no horário de pico utilizado na simulação. Desta maneira, solicita-se que seja realizado o complemento da informação para cada um dos cenários. Abaixo segue uma sugestão do ponto 05:

05: Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro



Ponto 5 - Movimento Hora Pico Simulado			
Movimento	Cenário Atual	Cenário com empreendimento	Cenário com medidas mitigadoras
AB			
AC			
BA			
BC			
CA			
CB			

RESPOSTA: Para melhor visualização, foram inseridas novas imagens e tabelas conforme o padrão abaixo:



		Destino			
Origem		1	2	3	4
Atual	1		114	158	69
	2	287		6	491
	3	247	39		68
	4	55	501	46	

		Destino			
Origem		1	2	3	4
Com fechamento da Rua	1		114	11	289
	2	287		1	496
	3	9	2		0
	4	210	546	9	

A P.M. solicitou uma coluna para a situação com o empreendimento e outra com o empreendimento e medidas mitigadoras. Em termos de QUANTIDADE de veículos as duas colunas apresentam os mesmos valores, ou seja, a quantidade de carros que trafegam é a mesma (não seria a mesma caso o empreendimento fosse incrementar o tráfego no viário estudado, o que não acontece).

- Em relação a simulação, não foram identificadas algumas informações utilizadas no modelo. Solicita-se a inclusão dessas informações dos parâmetros utilizados para os cenários, tais como: Capacidade da via, velocidade da via, faixas, movimentos permitidos por interseção, comportamento dos condutores, características dos veículos, entre outros.

RESPOSTA: A capacidade das vias é medida em Unidades de Veículos Passageiros por Hora (UVPs/h), sendo está de 800,00 UVPs/h.

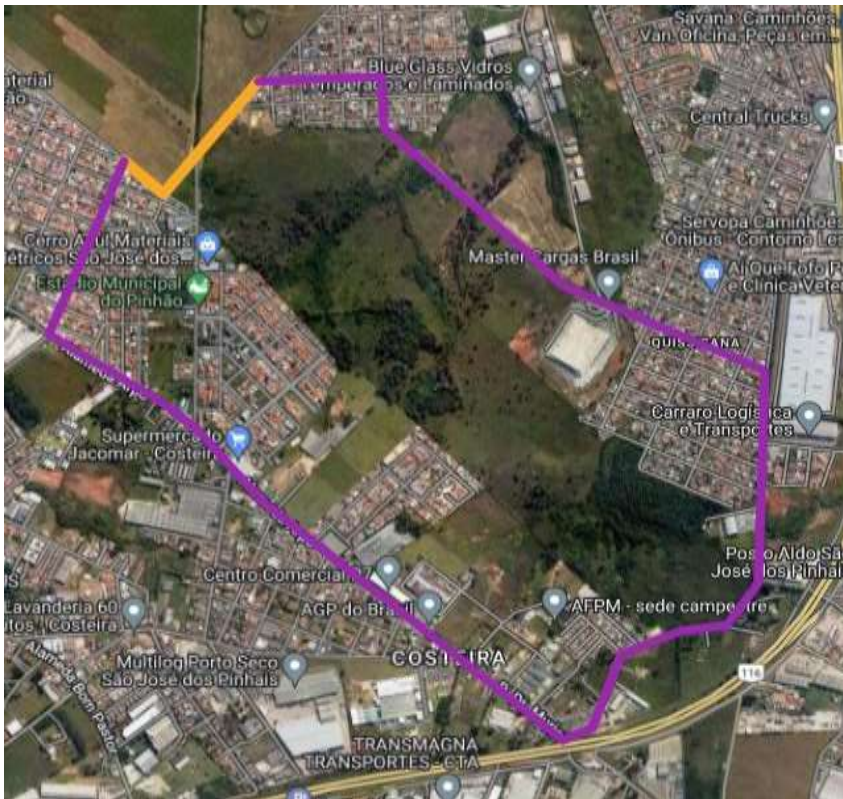
Para a simulação, buscando resultados mais conservadores, adotou-se a velocidade de 30 km/h em todas as vias, independente da velocidade máxima regulamentada ser maior em alguns trechos.

O número de faixas em cada via é determinado pela observação direta do comportamento dos veículos no local, priorizando a fidelidade ao cenário real com base na sinalização horizontal, com a geometria sendo ajustada conforme necessário com base nessa observação. Essa abordagem é derivada da análise de vídeos utilizados na pesquisa de campo. Considerando a mesma lógica aplicada para determinar o número de faixas, também são definidos os movimentos permitidos nas interseções.

Para modelar o comportamento dos condutores e as características dos veículos, foi adotado o padrão do software de simulação AimSun. (Cabe frisar que a simulação é realizada com embasamento na realidade verificada durante a vistoria, principalmente o comportamento dos condutores de forma geral. Sendo assim, a movimentação de fato se sobrepõe, majoritariamente, às regras e sinalizações de trânsito)

- Não se identificou a análise do aumento do tempo de viagem e quilometragem dos veículos devido ao novo desvio. Esta informação é importante para compreender os impactos e determinação das medidas mitigadoras. Para essa análise são destacados dois movimentos:
 - Variação do tempo de viagem entre o ponto 1 e 5 no cenário atual e futuros.

- o Variação da quilometragem e tempo de viagem devido ao fechamento da R. Constante Moro Sobrinho, conforme mapa abaixo (em amarelo trajeto atual e em roxo trajeto futuro)



RESPOSTA: As informações referentes aos tempos de atraso e de viagem estão apresentadas na Tabela 5-2 do Relatório. Qualquer variação observada nestes indicadores entre o cenário atual e o futuro é exclusivamente atribuída ao fechamento da rua.

A variação (atual x futura) no tempo de viagem deve ser considerada em função de uma taxa (tempo/distância) e aplicada ao grupo de trajetos inseridos no sistema (como uma média). Caso o impacto seja considerado apenas para as pessoas que transitam entre a origem e o destino apontados na imagem, o impacto real seria minimizado, por termos pouca quantidade dentro desse trajeto (origem e destino fixos nesses pontos)

- Em relação aos resultados apresentados dos cenários, solicita-se justificativa para a não utilização do método ICU para as interseções não semaforizadas conforme sugestão apresentada no parecer técnico;

RESPOSTA: O software AimSun utiliza como base metodológica o Manual de Capacidade de Rodovias (HCM - Highway Capacity Manual). Dado que a rede está bem calibrada de acordo com o Índice GEH, e que o comportamento dos veículos simulados corresponde ao observado nos vídeos da pesquisa,

optou-se por utilizar a metodologia incorporada ao programa, que leva em conta nuances específicas do comportamento veicular. Isso é preferível em relação à extração de dados brutos para serem tratados por uma metodologia diferente, o que poderia resultar na perda dessas nuances na simulação. **De forma complementar, cabe destacar que a equipe de trânsito da P.M. SJP sugeriu a utilização do ICU como forma de facilitar a análise, uma vez que este método é mais simples que o HCM. Optamos por utilizar o HCM na totalidade dos cruzamentos, uma vez que o software faz a análise de forma rápida.**

- Há desencontro na informação no dia do levantamento do tráfego, qual o correto? Dia 13/04/2024 (pag. 18) ou 13/03/2024 (pag. 25);

RESPOSTA: A data da pesquisa é 13/03. A informação foi corrigida no RIT

- Resolução das imagens com os dados do levantamento de tráfego das páginas 19 a 24 estão ilegíveis, com baixa resolução. Apresentar em um formato com melhor resolução para que possa ser feito a análise dos dados;

RESPOSTA: As imagens foram revisadas de modo a apresentar melhor resolução.

- Está claro que foi feita simulação do cenário atual e cenário futuro, com a utilização dos dados do estudo inicial da contagem de veículos na Rua Constante Moro Sobrinho, entretanto, não aparecem novas tabelas com essa somatória de número de veículos ou simulação contemplando a soma de número de veículos, dado utilizado no cenário pós fechamento da via, pois na primeira versão do RIT que é a única versão que apresenta a contagem da Rua Constante Moro, os dados são apresentados através de gráficos, necessitamos que seja apresentado tabelas com as contagens, assim como foi feito na segunda versão (complementar) dos demais pontos, necessitamos de clareza dos dados que foi importado do relatório anterior, não está compreendido se foram referenciados os montantes acrescidos de veículos que geraram o cenário futuro;

RESPOSTA: O item foi revisado buscando dar mais clareza no conteúdo

- Considerar o método de estudo de tráfego para rotatória partindo do princípio de cruzamento convencional com paradas obrigatórias, ou seja, no cenário que todos os movimentos chegando no dispositivo sejam obrigados a pararem e ter um tempo esclarecido específico de parada;

RESPOSTA: O software AimSun utiliza como referência principal para paradas obrigatórias os padrões europeus e americanos, nos quais as paradas obrigatórias são respeitadas mesmo na ausência de tráfego, com base na visão da via perpendicular. No entanto, no contexto brasileiro, esse

comportamento não é observado, sendo comum que os condutores ajam como se tivessem encontrado uma placa de "Dê a Preferência" ao se depararem com uma placa de "PARE". Portanto, para simular de forma mais fiel possível o comportamento dos condutores brasileiros, levando em conta a abordagem do AimSun (baseado no tráfego europeu) em sua simulação, é preferível manter a rotatória funcionando com a lógica de "Dê a Preferência", refletindo assim o que ocorreria caso a rotatória fosse implementada.

- Apresentar simulações de aumento de distância e tempo de deslocamento para quem se desloca de forma pedonal, considerar como base de partida o cruzamento da Rua Mario Wilsom Soares x Rua Rosa Maranhão Bobato e destino sendo o Colégio Estadual Juscelino Kubitschek de Oliveira, e em outra simulação repetindo o ponto 1 e traçando como destino a UBS Xingu;

RESPOSTA: Novamente, deve-se esclarecer que a rede simulada no AimSun, não inclui trajetos entre pontos específicos, mas sim a situação da rede como um todo. No entanto, ao analisar a Tabela 5-2 (que receberá esclarecimentos complementares na revisão), observamos que o tempo de viagem na simulação diminuiu em mais de 1 minuto entre os pontos pesquisados.

- No arquivo de anexo do RIT complementar está faltando os anexos, somente foram apresentados os títulos;
- Para as simulações de programação semafórica da Alameda Arpo precisamos de mais clareza de como foram utilizados os dados no software e encontramos algumas inconsistências como:
 - ✓ Foi considerado uma faixa de cada sentido para acúmulo e circulação?
 - ✓ Desconsideração da Realidade Dinâmica: O modelo ignora o caráter dinâmico da mobilidade urbana, que se altera ao longo do dia e da semana, em função de diversos fatores como horários de pico, eventos e sazonalidades. A padronização dos ciclos semafóricos em 180 segundos, independentemente da demanda real, demonstra a falta de flexibilidade e adaptabilidade do modelo;
 - ✓ Exacerbação dos Congestionamentos: A proposta de ciclos semafóricos extensos, em muitos casos chegando a 180 segundos, irá agravar os congestionamentos existentes, especialmente nos horários de pico. Essa medida resultará em longas filas de veículos, aumento do tempo de espera e, conseqüentemente, na redução da fluidez do trânsito. Inclusive foi desconsiderado a passagem exclusiva para pedestres neste modelo de programação;
 - ✓ Impacto Negativo na Mobilidade Urbana: A reprogramação semafórica proposta, ao invés de otimizar a mobilidade urbana, trará impactos negativos como:

* Aumento do tempo de deslocamento dos usuários, impactando na

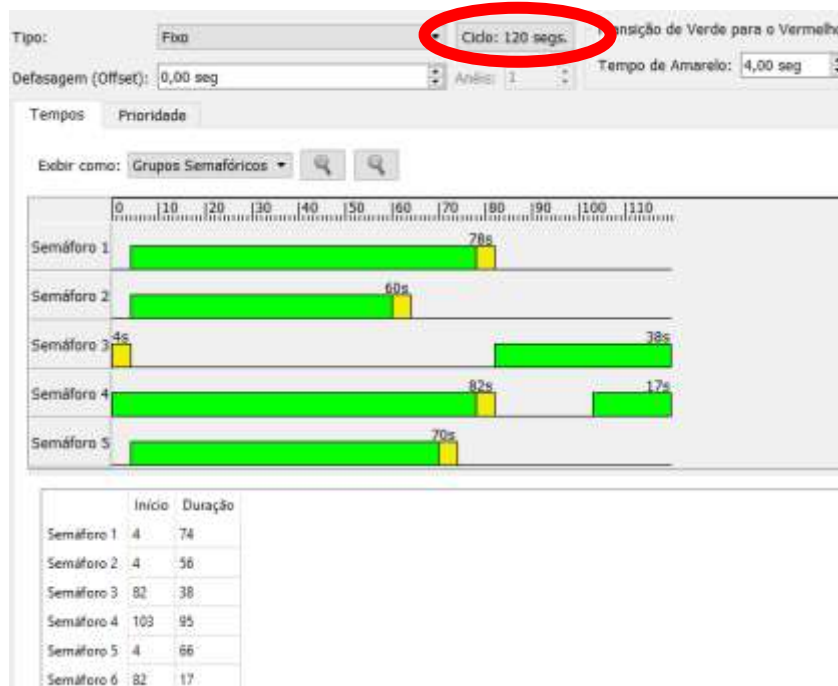
produtividade e qualidade de vida das pessoas;

- * Elevação dos níveis de poluição atmosférica e sonora, em decorrência do aumento do tempo de espera e do tráfego lento;
- * Incremento do risco de acidentes, devido ao aumento da impaciência e da agressividade dos motoristas.

- Utilizar para as simulações de cruzamento semaforizado o maior fluxo levantado na contagem do cruzamento no cenário atual, somado ao maior fluxo levantado na contagem da Rua Constante Moro Sobrinho, indicando de forma clara o número de veículos em ambos cenários.

RESPOSTA: A rede reproduz fielmente o cenário atual; quaisquer alterações são propostas pelo Relatório de Impacto de Trânsito (RIT);

A programação semafórica foi ajustada para o horário de pico da tarde, quando o problema de tráfego é mais significativo. O objetivo do estudo é resolver esse momento crítico e propor uma base de programação semafórica que possa ser ajustada pelo técnico responsável pela região para refletir a dinâmica real. O ciclo semafórico proposto é de 120 segundos, não de 180 segundos.



A programação semafórica base inclui o funcionamento dos semáforos de pedestres de forma atuada. Isso foi considerado na criação da programação semafórica das interseções. Como não há dados de contagem de pedestres na região, não podemos assumir que os semáforos de pedestres serão ativados em todos os ciclos. No entanto, a programação semafórica proposta permite que o tempo semafórico

para pedestres seja facilmente implementado após o fechamento dos Semáforos 1 e 4, por quanto tempo o técnico responsável achar necessário.

- Impacto Negativo na Mobilidade Urbana:

* Não há previsão de aumento no tempo de deslocamento para pedestres ou veículos. Para pedestres, os semáforos continuarão ativados como atualmente. Para veículos, conforme indicado na Tabela 52, o tempo de viagem na simulação diminuiu em mais de 1 minuto entre os pontos pesquisados.

* A simulação demonstra que não ocorrerá congestionamento, conforme indicado pelos Níveis de Serviço.

* Com a redução do tempo de deslocamento e das filas, é esperado que o comportamento de tráfego melhore em relação ao cenário atual.

- O horário de pico selecionado considera o momento de maior volume de tráfego em todo o sistema, levando em conta variações a cada 15 minutos. Além disso, o AimSun possui um modelo que varia a curva de volume na rede durante o horário de pico, o que ajuda a capturar as variações de volume que podem ocorrer em diferentes dias. Selecionar os maiores volumes em todas as aproximações não refletiria a realidade da região, mas sim um cenário atípico.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

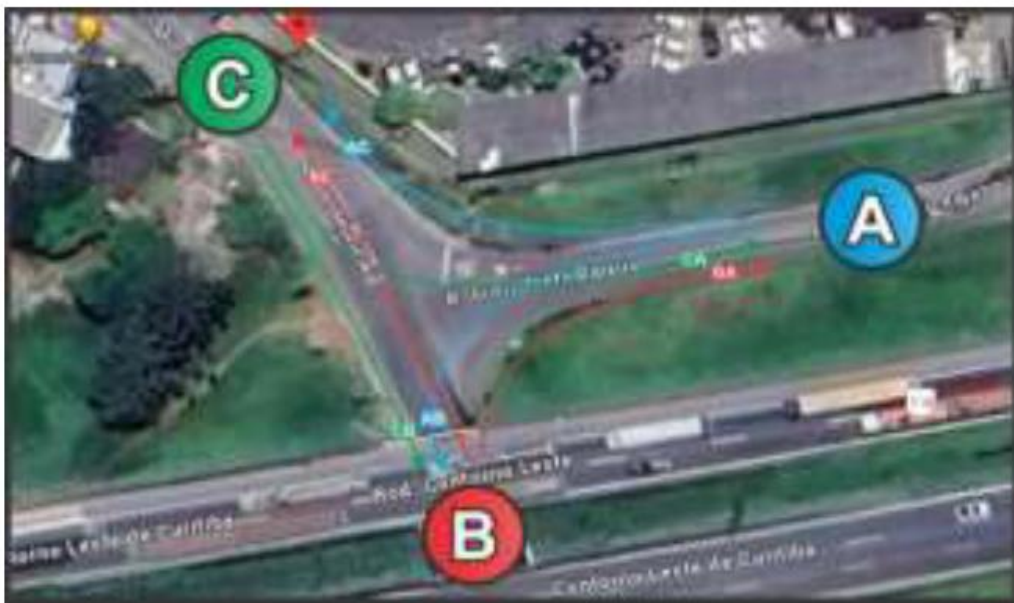
SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO

transporte.transito@sjp.pr.gov.br – fone: 3381-6337

Seguem os questionamentos e pedidos de complementação em relação ao RIT apresentado no EIV da CCR Aeroportos:

- Não foram identificados os volumes considerados para cada movimento nas interseções no horário de pico utilizado na simulação. Desta maneira, solicita se que seja realizado o complemento da informação para cada um dos cenários. Abaixo segue uma sugestão do ponto 05.

05: Rua Dr. Murici X Rua Silvio Pinto Ribeiro



Ponto 5 - Movimento Hora Pico Simulado

Movimento	Cenário Atual	Cenário com empreendimento	Cenário com medidas mitigadoras
AB			
AC			
BA			
BC			
CA			
CB			

- Em relação a simulação, não foram identificadas algumas informações utilizadas no modelo. Solicita-se a inclusão dessas informações dos parâmetros utilizados para os cenários, tais como: Capacidade da via, velocidade da via, faixas, movimentos permitidos por interseção, comportamento dos condutores, características dos veículos, entre outros.
- Não se identificou a análise do aumento do tempo de viagem e quilometragem dos veículos devido ao novo desvio. Esta informação é importante para



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO

transporte.transito@sjp.pr.gov.br – fone: 3381-6337

compreender os impactos e determinação das medidas mitigadoras. Para essa análise são destacados dois movimentos:

- Variação do tempo de viagem entre o ponto 1 e 5 no cenário atual e futuros.
- Variação da quilometragem e tempo de viagem devido ao fechamento da R. Constante Moro Sobrinho, conforme mapa abaixo (em amarelo trajeto atual e em roxo trajeto futuro)



- Em relação aos resultados apresentados dos cenários, solicita-se justificativa para a não utilização do método ICU para as interseções não semaforizadas conforme sugestão apresentada no parecer técnico;
- Há desencontro na informação no dia do levantamento do tráfego, qual o correto? Dia 13/04/2024 (pag. 18) ou 13/03/2024 (pag. 25);
- Resolução das imagens com os dados do levantamento de tráfego das páginas 19 a 24 estão ilegíveis, com baixa resolução. Apresentar em um formato com melhor resolução para que possa ser feito a análise dos dados;



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO

transporte.transito@sjp.pr.gov.br – fone: 3381-6337

- Está claro que foi feita simulação do cenário atual e cenário futuro, com a utilização dos dados do estudo inicial da contagem de veículos na Rua Constante Moro Sobrinho, entretanto, não aparecem novas tabelas com essa somatória de número de veículos ou simulação contemplando a soma de número de veículos, dado utilizado no cenário pós fechamento da via, pois na primeira versão do RIT que é a única versão que apresenta a contagem da Rua Constante Moro, os dados são apresentados através de gráficos, necessitamos que seja apresentado tabelas com as contagens, assim como foi feito na segunda versão (complementar) dos demais pontos, necessitamos de clareza dos dados que foi importado do relatório anterior, não está compreendido se foram referenciados os montantes acrescidos de veículos que geraram o cenário futuro;
- Considerar o método de estudo de tráfego para rotatória partindo do princípio de cruzamento convencional com paradas obrigatórias, ou seja, no cenário que todos os movimentos chegando no dispositivo sejam obrigados a pararem e ter um tempo esclarecido específico de parada;
- Apresentar simulações de aumento de distância e tempo de deslocamento para quem se desloca de forma pedonal, considerar como base de partida o cruzamento da Rua Mario Wilsom Soares x Rua Rosa Maranhão Bobato e destino sendo o Colégio Estadual Juscelino Kubitschek de Oliveira, e em outra simulação repetindo o ponto 1 e traçando como destino a UBS Xingu;
- No arquivo de anexo do RIT complementar está faltando os anexos, somente foram apresentados os títulos;
- Para as simulações de programação semafórica da Alameda Arpo precisamos de mais clareza de como foram utilizados os dados no software e encontramos algumas inconsistências como:
 - Foi considerado uma faixa de cada sentido para acúmulo e circulação?
 - Desconsideração da Realidade Dinâmica: O modelo ignora o caráter dinâmico da mobilidade urbana, que se altera ao longo do dia e da semana, em função de diversos fatores como horários de pico, eventos e sazonalidades. A padronização dos ciclos semafóricos em 180 segundos, independentemente da demanda real, demonstra a falta de flexibilidade e adaptabilidade do modelo;
 - Exacerbação dos Congestionamentos: A proposta de ciclos semafóricos extensos, em muitos casos chegando a 180 segundos, irá agravar os congestionamentos existentes, especialmente nos horários de pico. Essa medida resultará em longas filas de veículos, aumento do tempo de espera e, conseqüentemente, na redução da fluidez do trânsito. Inclusive foi desconsiderado a passagem exclusiva para pedestres neste modelo de programação;
 - Impacto Negativo na Mobilidade Urbana: A reprogramação semafórica proposta, ao invés de otimizar a mobilidade urbana, trará impactos negativos como:
 - * Aumento do tempo de deslocamento dos usuários, impactando na produtividade e qualidade de vida das pessoas;
 - * Elevação dos níveis de poluição atmosférica e sonora, em decorrência do aumento do tempo de espera e do tráfego lento;



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS PINHAIS

SECRETARIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO

transporte.transito@sjp.pr.gov.br – fone: 3381-6337

- * Incremento do risco de acidentes, devido ao aumento da impaciência e da agressividade dos motoristas.

- Utilizar para as simulações de cruzamento semaforizado o maior fluxo levantado na contagem do cruzamento no cenário atual, somado ao maior fluxo levantado na contagem da Rua Constante Moro Sobrinho, indicando de forma clara o número de veículos em ambos cenários.