



DESVIO DE TRÁFEGO NA OBRA DE READEQUAÇÃO DO TREVO CATARATAS NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL PR: UM ESTUDO DE CASO NA BR-277

SOUZA, Cláudio Pereira de¹
KAUL, Chirley Taina²

RESUMO: Trata-se de uma pesquisa exploratória objetiva que busca proporcionar familiaridade ao projeto dos desvios da obra de revitalização do trevo cataratas que fica localizado no KM 584 BR277 Cascavel Paraná, visando análise de microsimulações de tráfego do dispositivo atual, das alternativas propostas para o desvio do fluxo dos veículos e segurança dos usuários em relação a execução da obra. Tendo como base o relatório do projeto de execução da obra fornecido pela Ecocataratas. A análise será feita por planilha comparativa em relação ao fluxo diário nos horários de alta demanda com o projeto dos desvios. A ideia surgiu da necessidade de desvios de trânsito, para execução de uma obra complexa, devido ao seu entroncamento de três rodovias BR277/369/467 e uma das principais entradas para cidade de Cascavel.

Palavras-chave: Desvio de Tráfego, Interseção, Rodovia, Microsimulações.

¹Discente, Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel - PR. E-mail: cludio.souza26@hotmail.com.

² Docente, Especialista, Engenheira Civil, Centro Universitário Assis Gurgacz, Cascavel – PR.



1. INTRODUÇÃO

O alto fluxo de veículos em determinados pontos da malha rodoviária, e, considerando o contínuo crescimento da frota de veículos, resulta na necessidade da execução de obras viárias de ampliação de capacidade ou até mesmo novas implantações rodoviárias para atender as demandas de tráfego.

Quando se trata de obras de ampliação de capacidade, a execução das mesmas resulta em grande interferência com o tráfego já existente no local, principalmente quando próximos de áreas urbanas, gerando distúrbios na fluidez e na segurança da circulação de veículos e pedestres. Sendo assim, muitas vezes, desvios de tráfego provisórios se fazem necessários para o correto direcionamento dos veículos e liberação de áreas para a realização dos serviços executivos.

Os desvios de tráfego devem analisar as melhores propostas, sempre alinhando as informações do ambiente local, com o plano de execução de obras e com os manuais de sinalização e de tráfego rodoviários, a fim de minimizar os possíveis problemas gerados pelas novas implantações, portanto precisam ser projetados e planejados previamente à realização dos serviços.

O Trevo Cataratas localizado no km 584 da BR-277 é uma interseção em nível onde se cruzam três rodovias federais de grande importância na região, sendo elas a BR-277, BR-467 e BR-369, além de receber o fluxo de veículos da avenida de maior importância do município de Cascavel-PR, a Avenida Brasil. Hoje, a interseção conta como principal ferramenta de ordenação de tráfego a sinalização semafórica porém recentemente foi aprovado o projeto de adequação do local para transição em uma interseção em desnível para melhoria da fluidez dos veículos e as obras já tiveram início.

Devido ao trevo estar compreendido no perímetro urbano do município, e, portanto, ter uma área restrita para execução dos serviços, somado ao alto volume de tráfego diário no local, pode gerar um alto impacto nos usuários que transitam pelo local caso os desvios provisórios não sejam dimensionados corretamente.

De acordo com todas as informações expostas anteriormente, este trabalho tem como objetivo geral trazer familiaridade ao projeto de execução dos desvios da obra de revitalização



do Trevo Cataratas, na cidade de Cascavel – PR. Salienta-se que para que este trabalho científico tenha pleno êxito, os seguintes objetivos específicos foram obedecidos:

- a) Apresentação das alternativas propostas para os desvios;
- b) Avaliação das microssimulações;
- c) Apresentação do projeto final de desvio de tráfego.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo será abordado os conceitos de revisão de literatura quanto aos aspectos legais inerentes ao trânsito, técnicos relacionados ao escopo técnico de obras viárias de alta criticidade e as soluções empregadas em obras de alta significância no Brasil.

Outrossim, a abordagem de conceitos de sinalização rodoviária, determinação do número para cálculo dos desvios de fluxo de veículos e segurança viária, estudo de tráfego de veículos e microssimulação rodoviária para determinação de um fluxo aproximado real.

2.1. Aspectos Legais de Trânsito

Analisando o disposto na legislação de trânsito aplicada no Brasil, alguns aspectos destacam-se no tocante a sinalização viária, é eficaz saber o significado da sinalização aplicada para se orientar no trânsito evitando contratempos, este fator é válido não só para condutores, mas para pedestres e quaisquer outros elementos que tenham relação direta a segurança viária, incluindo edificações e demais estruturas que possam comprometer a trafegabilidade e organização (SANTOS, 2009).

De acordo com o código de trânsito brasileiro dentre os vários fatores que influenciam na segurança viária, a sinalização adequada é fator chave para garantir um fluxo adequado e saudável, principalmente nos grandes centros urbanos (BRASIL, 2020).

Considerando o disposto no Plano Diretor do município de Cascavel, identificar e resolver problemas relacionados ao trânsito é fator primordial para garantir que os problemas relacionados ao trânsito sejam resolvidos de forma a evitar conflitos, aprimorando ligações entre bairros, melhorando a sinalização e fluxo urbano principalmente nos pontos críticos como trevos e cruzamentos entre as vias rápidas com as saídas, como por exemplo rodovias ou grandes cruzamentos viários.



Para Fujii (2017), a responsabilidade é dividida entre governo e população, neste contexto o trânsito em vias com grande circulação de veículos, sendo a responsabilidade do governo em garantir que o fluxo urbano seja eficaz e a população em respeitar as regulamentações aplicáveis.

Qualquer pessoa (pedestres) buscam sempre a melhor alternativa para facilitar os acessos de interesse – não sendo uma regra geral – pois a segurança viária depende também da harmonia entre condutores de veículos, pedestres e um escoamento adequado do trânsito, principalmente em grandes centros e seguir os regulamentos torna-se fundamental e salutar para uma grande cidade e todas as suas nuances (SANTOS, 2009).

2.2 Empreendimentos de alta complexidade

Todo grande empreendimento rodoviário necessita de um planejamento inicial, minucioso e eficaz, para toda grande obra é essencial traçar objetivos e escolher qual o melhor caminho a ser seguido, desta forma, faz-se necessário aperfeiçoar o funcionamento dos aspectos que serão empregados, medindo e estabelecendo a segurança, tanto para quem trafega pela via como quem a utiliza como meio de travessia (FERRAZ, 2012).

Importante, também definir de que maneira a organização viária impactará no meio urbano, isto considerando as obras com altos impactos que são realizadas encravadas, principalmente quando a relação obra comunidade possui grande relevância, neste sentido Freire (2011) cita alguns aspectos importantes como recursos que podem ser aplicados de forma eficiente, sendo o principal o planejamento quanto a garantia da segurança viária para todos os públicos que serão direta e indiretamente afetados pela execução de obras de grande magnitude.

2.3 Segurança Viária

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2013), mais de um milhão pessoas morrem anualmente em acidentes de trânsito no mundo. O Relatório Global da OMS sobre o Estado da Segurança viária 2013 traz informações coerentes sobre a segurança no trânsito, que apesar do aumento no número total de mortes, as taxas de mortalidade proporcionais ao tamanho da população mundial se estabilizaram nos últimos anos.

Isso sugere que os esforços de segurança viária feitos por alguns países vêm surtindo efeitos, contudo é evidente, que a sinalização viária é de fundamental importância, o que é apontado por Ferraz (2012), onde, embora haja reduções no número de acidentes, e que o número de óbitos em rodovias possa diminuir com o tempo em virtude de um processo de sinalização com maior eficácia, ainda assim, é necessário intensificar a segurança viária em virtude da proteção a vida.

Neste contexto, foi lançada em maio de 2011 a década de ações pela segurança no trânsito (2011-2020), pela ONU, na qual diversos governos de todo o mundo se comprometeram a buscar medidas que possam prevenir os acidentes no trânsito.

De acordo com Ferraz (2012), o trânsito pode ser considerado como um sistema complexo, constituído de pelo menos de três bases: o Ser humano, o Veículo e o Meio Ambiente, quando esses fatores não interagem de maneira equilibrada entre si, em razão da falha de humana ou mecânica ocorrem os acidentes.

Ainda sob a análise do autor, organismos não governamentais que trabalham em prol da segurança viária e das vítimas que sofrem lesões causadas pelo trânsito, e diferem consideravelmente quanto às origens, causas e influência bem como, os recursos. Muitas formas de mitigação foram criadas, incluindo estudos dirigidos por organismos que preocupados com os dados crescentes nos casos de acidentes, buscam de forma coesa e persistente a criação de mecanismos que possam ser eficazes no controle e combate as causas de acidentes de trânsito em todo o mundo.

2.4 Microsimulação Rodoviária

De acordo Almeida (2004), a utilização de micro simulação é uma alternativa de utilização na modelagem de tráfego coma aplicação de softwares específicos, que simulam situações reais de trafegabilidade, como congestionamentos. Também conhecido como microsimulation ou microsimulação, em estudos de tráfego no Brasil.

Modelos de microsimulação de tráfego simulam o comportamento individual de veículos e motoristas dentro de uma rede viária viva, usando para prever os possíveis impactos relacionados as mudanças em padrões de tráfego resultados de alterações no fluxo de tráfego ou de alterações no ambiente físico, como número de faixas, sinalização vertical e/ou horizontal (CHAVES, 2017).

Sobre esta afirmação, os estudos apontam que testes realizados com microsimulação de tráfego remetem para processos de criação de modelos, em um contexto virtual da infraestrutura de uma cidade, região ou rodovia complexa, com o propósito de simular as interações do trânsito e outras formas de trafegabilidade. Isto envolve tratar cada unidade do processo de simulação, tais como: veículos e pedestres. Neste contexto, Guedes (2005), no modelo como uma única entidade com seus próprios objetivos e características comportamentais, cada um com suas funções e que possuam interações de habilidades para interação com outros modelos.

Segundo Almeida (2004), os recursos e mecanismos que compõe o complexo de sinalização e rodovia como, rotatórias, semáforos, retornos, acostamentos, paradas de veículos, trevos rodoviários, faixas de aceleração e desaceleração, controle de acesso, além de uma intrínseca rede de outros equipamentos podem ser dimensionados ou verificados através da simulação.

A representação agregada do tráfego e suas nuances, possuem termos de fluxo, todos os veículos obedecem às mesmas regras e comportamentos, abordagem simplista não permite modelar de forma precisa alguns dos principais dispositivos de planejamento de transporte/engenharia de tráfego sistemas inteligentes de tráfego, interseções complexas, ondas de choque, incidentes e paralisações, faixas exclusivas, planos de gerenciamento de rodovias e semáforos inteligentes (GUEDES, 2005).

Um dos princípios do processo de simulação é a possibilidade de separação dos grupos de veículos, pedestres e demais equipamentos rodoviários que interagem entre si. Almeida (2004), ressalta que uma abordagem experimental de modelagem de simulação de tráfego que eleva a avaliação de riscos e a segurança no trânsito. Pontos sensíveis podem ser mapeados, proporcionando desta forma mecanismos para melhoria no processo de sinalização, sendo os objetivos e resultados extraídos destas simulações novas alternativas para melhoria da sinalização viária, reduzindo custos com operação, com acidentes e aumentando de forma gradativa a segurança viária, principalmente em áreas com grande intensidade e interação entre o trânsito e áreas urbanizadas adjacentes.



3. METODOLOGIA

3.1. Tipo de estudo e local da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa exploratória teórica-empírica, de caráter descritivo, com levantamento e localização das principais rodovias que compõe o entroncamento do Trevo Cataratas.

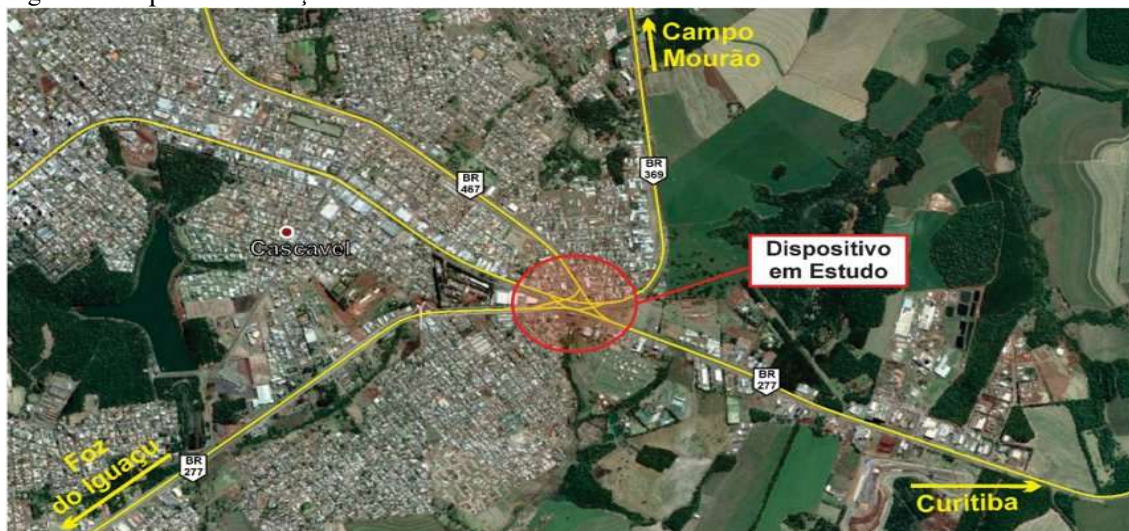
O estudo tem por finalidade desenvolver um senso crítico ao colocar o pesquisador em contato com o que já se produziu e registrou a respeito do tema quanto a pesquisa anterior, expondo neste sentido saídas que possibilitam a melhoria dentro do processo inerente a trafegabilidade, fluxo viário e condições seguras para os usuários que utilizam o entroncamento viário diariamente

Um dos pontos principais está atrelado a identificar através de revisão bibliográfica, os pontos principais com vistas a coleta de dados e a averiguação de pontos chave no projeto de execução dos desvios, está análise quanto ao impacto da alternativa primaria para o desvio da obra, suas implicações quanto ao tempo de travessia e riscos à segurança com o novo projeto e suas alternativas que buscam garantir a segurança e fluidez do trânsito, bem como dos usuários que utilizam do entroncamento viário para acesso as áreas industriais e urbanas do município de Cascavel/PR.

3.2 Caracterização da amostra

O estudo de caso é que devido a projeto inicial dos desvios de trânsito para a obra do dispositivo, foi feito uma microsimulação de fluxo rodoviário gerou pontos de lentidão, que em alguns horários durante o dia acabaria trazendo transtornos na operação rodoviária do mesmo. As obras do desvio que estão em execução no Trevo Cataratas, entroncamento rodoviário entre as rodovias federais BR-369, 467 e 277 no município de Cascavel, estado do Paraná, com acesso direto as vias de entrada e saída as áreas urbanas e industrial, como é representado na Figura 1

Figura 1: Mapa de localização do trevo Cataratas em Cascavel/PR.



Fonte: Google Maps (2021).

O trevo completou 50 anos e compatibiliza 3 quilômetros de extensão, recebe cerca de 45 mil veículos diariamente, são 3,5 mil veículos por hora, recebendo o fluxo das três Rodovias Federais supracitadas, na busca de uma melhora para a operação do sistema viário no dispositivo, tomou-se como premissa, buscar facilitar a movimentação dos veículos de grande distância/passagem, de forma a produzirem os menores impactos nos movimentos de interesses locais, preservando os interesses das economias de cada grupo de usuários. Desenvolveu-se um estudo de alternativas com análises planialtimétricas, seguindo a premissa básica, respeitando as Normas do DER/PR e do DNIT assim como, orientações do Grupo Ecorodovias/Ecocataratas que, submetidas à apreciação da Fiscalização, resultaram na escolha daquela solução que melhor atendeu às demandas do tráfego, segundo estudos de microssimulação.

3.3 Análise dos procedimentos e coleta de dados iniciais

A coleta de dados de fluxo de veículos dos desvios em relação a obra foi realizada de forma visual no próprio local da edificação, com os estudos e relatórios em relação a obra cedidos pela Ecocataratas, como projeto inicial, as microssimulações e opções de melhorias para desvio de tráfego.



As visitas foram realizadas em período integral, de acordo com a disponibilidade da obra previamente informado, ocorrendo tanto em dias ensolarados quanto chuvosos.

Quanto a metodologia empregada no presente trabalho para estimar o tráfego que o dispositivo em estudo foi submetido:

Coleta de dados do tráfego existente no dispositivo concedidos pela Ecocataratas; análise das definições do sistema viário de estudo, composto pelas vias que dão acesso ao dispositivo; definição das zonas de origem e destino de tráfego, ou seja, as entradas e saídas do sistema; Estimativas das matrizes de Origem-Destino (OD) do sistema, por tipo de veículo e período de pico, através das pesquisas de campo e avaliação de software especializado para alocar os fluxos atuais no sistema viário proposto pelo projeto.

Através desse processo foi possível estimar o tráfego de todos os pontos do trecho em estudo, no cenário que inclui as mudanças propostas. Para o levantamento de dados foi utilizado o *software* Aimsun utilizado pelo projetista para tal verificação, responsável por realizar micro simulações com a projeção de fluxo para 20 anos.

Após a coleta de dados, foi realizado a respectiva análise por meio da revisão bibliográfica relacionando o fluxo de veículos, em relação ao desvio. Os dados foram tabulados em planilha específica no *Excel*.

3.4 Análise dos dados

O projeto inicial foi elaborado conforme o memorial descritivo dos Projetos Executivos e Plano de Execução dos Desvio de Obras para adequação do Trevo Cataratas, localizado no Km 584+400 da BR-277, os objetivos foram o emprego de critérios, especificações e quantidades da sinalização de obras e o plano de execução para implantação da nova geometria no local no Município de Cascavel / PR.

Todo o projeto foi desenvolvido baseando-se nas recomendações, deliberações, normas e especificações do Manual de Sinalização de Obras e Emergências em Rodovias (DNIT, IPR 738/2010) e do Manual de Sinalização de Obras Ecocataratas (2019), que foi submetido à análise e aprovação dos órgãos públicos responsáveis, atuantes na área de intervenção.

Com o início das obras, foi necessário a realização de uma nova análise do fluxo e o método proposto, considerando o congestionamento frequente na fluidez do trânsito e diversas

ocorrências, tais como: abalroamento, colisões traseiras dentre outros aspectos que conflitaram com o início das obras.

Desta forma, buscou-se através da avaliação de memorial descritivo dos Projetos Executivos de Plano de Execução de Desvio de Obras para adequação do Dispositivo e dados obtidos com as microsimulações foi possível efetuar uma comparação entre o estudo inicial do projeto de desvio da obra que foi realizado em 2019, já que o modelo proposto para fluidez do trânsito apresentou a formação de longas filas, elevando de forma significativa os tempos de espera, principalmente nos horários de maiores demandas de tráfego.

Os resultados analisados com as simulações propiciaram uma avaliação do tempo que os veículos levam para atravessar toda a área do Trevo, considerando o aspecto atual de obras em execução e do modelo – obras concluídas – o que de fato trouxe uma percepção quanto a segurança viária, o que garante além da melhor fluidez do tráfego a segurança dos usuários que utilizam a via diariamente.

Figura 2: Projeto proposto para fluidez durante as obras Trevo Cataratas em Cascavel/PR.



Fonte: Projeto DER (2020)

O projeto inicial dos desvios considerava o escoamento do fluxo por vias laterais, com saída direta para as alças de ligação entre as vias e acesso intermediário com duas pistas ligando diretamente nas pistas principais das rodovias, ligando com o fluxo urbano e distribuindo para as saídas retirando o fluxo do canteiro de obras interligando as pistas de rolamento (Figura 2).

Com as microssimulações foi possível prever que em virtude do projeto inicial dos desvios os veículos ao saírem diretamente das alças em duas pistas, além de aumentar significativamente o tempo de passagem poderia ocasionar acidentes, comprometendo a segurança viária.

O conceito do desvio de tráfego compõe a formação e operação de uma grande rotatória, porém como é a única intercessão de três rodovias em nível, se fez necessário certos ajustes para atender as capacidades de alguns ramos.

4. RESULTADOS e DISCUSSÕES

A partir das análises das alternativas que foram possibilitadas pela utilização do software *Aimsun*, possibilitou uma verificação dos tempos de travessia de cada alternativa proposta, sendo que estas análises foram aplicadas em dois períodos distintos em horários de maior intensidade de tráfego.

Considerando as simulações realizadas analisou-se a formação de filas considerando o padrão inicial das saídas com duas pistas, e o tempo de travessia entre do Trevo elevado.

Estes fatores fomentaram a necessidade de buscar novas alternativas com a utilização das microssimulações onde possibilitou a análise dos tempos, que diferentes recursos possibilitaram para a travessia segura, com menor formação de filas e menor tempo possível.

Analisando a alternativa inicial do projeto (Figura 3) o tempo de travessia demonstrou-se maior devido a conflitos de fluxo direto, onde seria necessário parar e depois acessar o dispositivo, com maiores riscos à segurança viária devido a formação de intensos congestionamentos em horários de pico e pelos recursos utilizados para ligar as alças com as vias principais do município com os pontos de interseção com as rodovias e saídas do município.

Figura 3: Projeto proposto para fluidez durante as obras Trevo Cataratas em Cascavel/PR.



Fonte: Projeto DER (2021)

A segunda alternativa foi a aplicação de melhorias em pontos específicos, obtendo assim através das simulações menor tempo de passagem dos veículos, redução na formação de congestionamento e melhoria quanto aos aspectos relacionados a segurança dos usuários, neste caso não havendo paradas e acessando o dispositivo diretamente.

Figura 4: Alternativas avaliadas para melhoria dos desvios.



Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).

Figura 4: Alternativas avaliadas para melhoria dos desvios.



Melhoria 1	Faixa Adicional convergindo pela esquerda
Melhoria 2	Faixa Adicional no Ramo
Melhoria 3	Faixa Adicional convergindo pela esquerda
Melhoria 4	Faixa Adicional em todo o tramo
Melhoria 5	Supressão de 1 faixa através de sinalização horizontal

Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).

A melhoria 01 buscou analisar a promoção de faixa adicional pela esquerda na alça que desvia o trânsito do sentido Oeste pelo desvio interligando a BR-277, 369 com a BR-467, já a melhoria 02 acrescenta uma faixa adicional ao ramo de ligação entre BR-467 com o desvio de ligação com a avenida Brasil.

A melhoria 03 a adição de uma faixa adicional a esquerda no desvio entre a BR-467 com a avenida Brasil, no tocante a melhoria 04 é o acréscimo de uma faixa adicional em todo o contorno de ligação da avenida Brasil com a BR-277, e pôr fim a melhoria 05 com a supressão de uma faixa com a implantação de sinalização horizontal.

A terceira alternativa foi uma análise a partir da rota original do projeto com uma projeção proposta pela PRF conforme destacado na figura 5, onde destaca-se a rota original na cor azul, já a proposta da Policia Rodoviária Federal na cor vermelha com a utilização da pista no sentido Leste em mão dupla com ligação a partir da BR-277 priorizando, deixando o tráfego da BR-369 sendo interligado pelo desvio com a rodovia BR-467, avenida Brasil e subsequentemente com a BR-277, onde a um cruzamento em nível.

Figura 5: Alternativa proposta pela Policia Rodoviária Federal.

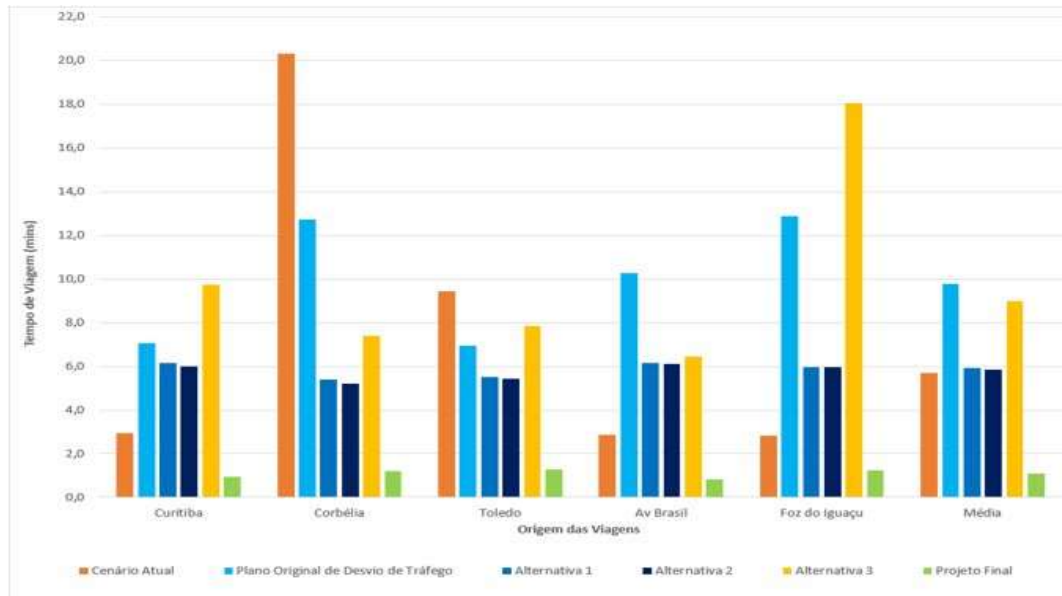


Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).

A partir da microsimulação com a alternativa 03 foi possível detectar que ao desviar o tráfego por uma via de mão dupla ocorreria dois pontos conflitantes, sendo o primeiro o cruzamento em nível no retorno do fluxo proveniente do sentido oeste para leste e das rodovias BR-369, 467 e avenida Brasil, o que aumentaria significativamente a formação de filas comprometendo também, a segurança viária e usuários.

Nas simulações conforme apresentadas acima no período da manhã, analisou-se os picos no tráfego nos diferentes sentidos da rodovia com vistas as entradas e saídas do entroncamento (Figura 6).

Figura 6: Análise dos tempos de passagem pelos desvios período da manhã.

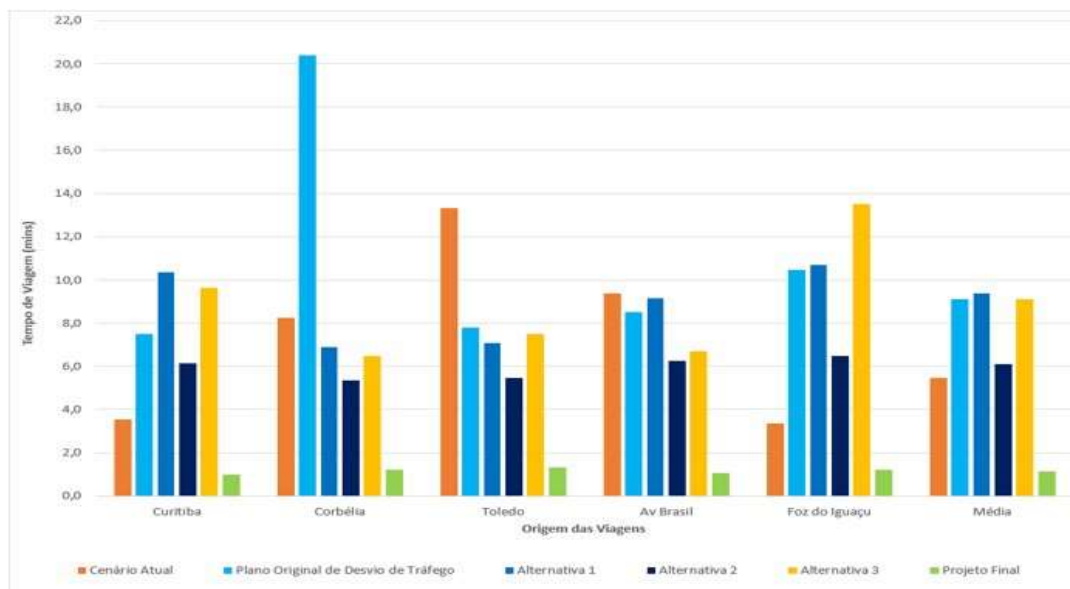


Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).

A análise buscou considerar o cenário atual da obra com o tráfego fluindo pela via original da pista com as alternativas propostas conforme cada coluna conforme o gráfico 1 apresentado na figura 5. Tornou-se perceptível a diferença do tempo de viagem em minutos entre o cenário atual com o projeto final com uma diferença que chega a 20 minutos quando comparamos o fluxo oriundo da rodovia BR-369 (Corbélia).

Buscou-se também a realização das análises no horário de maior intensidade do período da tarde, com análise nos mesmos critérios apresentados nas três alternativas acima mencionadas (Figura 7).

Figura 7: Análise dos tempos de passagem pelos desvios período da tarde.



Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).

Considerando o disposto na figura 6 o ponto de maior relevância na formação de filas o que torna o período de passagem pelo entroncamento e obras, continua sendo o fluxo oriundo da BR-369, contudo com maior intensidade para o plano original de desvio do tráfego, com uma diferença de aproximadamente 19 minutos em relação ao cenário final pós conclusão das obras.

Considerando as análises realizadas ficou evidente a diferença de tempo de travessia entre os cenários (alternativas apresentadas), onde o destaque maior fica em relação ao tempo gasto para travessia entre os cenários atual com a alternativa original, o que não apresentou grande variação de tempo, contudo quando analisado com a alternativa 1 a variação torna-se evidente. Comparando as alternativas 1 e 3 no período da manhã a variação é significativa, dando destaque positivo para o primeiro cenário, já quando comparada com a alternativa dois se mostrou plausível.

Quando comparamos o cenário atual a partir das análises está atrelado a proposta apresentada pela Polícia Rodoviária Federal (Alternativa 3 destacados em amarelo) apresentou dados equiparados com pouca variação, com destaque para o fluxo de origem do sentido leste – Foz do Iguaçu – onde a diferença entre ambos ficou em torno de dois minutos, diferença significativa quando comparadas com as alternativas 1 e 2.

Um ponto em destaque ainda para o período da manhã é a fluidez do cenário atual para o fluxo de origem oeste (Curitiba), da avenida Brasil e do sentido leste (Foz do Iguaçu) quando comparado com as alternativas propostas, o que ficou evidente na comparação entre as médias, embora tenha se apresentado elevado com o fluxo oriundo de Corbélia.

No período da tarde o cenário proposto pela alternativa 2 demonstrou-se estável com a melhor performance em comparação com as demais alternativas analisadas, já as propostas da PRF (alternativa 3) e o cenário apresentado na proposta original dos desvios elevados.

Na comparação entre a média dos tempos de passagem entre as alternativas analisadas nos dois períodos, manhã e tarde com foco nos horários de maior intensidade de tráfego o cenário 2 com a implantação das faixas adicionais conforme detalhado nas figuras 3 e 4 a média do tempo de travessia permaneceu estável em relação as demais alternativas, não ultrapassando os 6 minutos, conforme acima mencionadas (Figura 8).

Figura 8: Microsimulação alternativa 2.



Fonte: Simulações (Ecocataratas, 2021).



5. CONCLUSÃO ou CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o cenário atual das obras de ampliação do Trevo Cataratas, os desafios que as obras trouxeram para a questão viária quanto a segurança dos usuários, a melhoria do processo para proporcionar aos usuários uma passagem segura e com o menor tempo possível pela área de interferência direta das obras, bem como o fluxo elevado de veículos que utilizam o entroncamento rodoviário formando pelas rodovias BR-277, 369 e 467 com a Avenida Brasil tornou-se evidente que a busca pela melhor alternativa é algo essencial para garantir a segurança viária, usuários e moradores circunvizinhos.

Neste sentido, que as análises realizadas quanto as três alternativas propostas e mediante os resultados apresentados com a aplicação de microsimulação demonstraram a possibilidade de melhoria no processo da implantação dos desvios além do projeto inicial, com destaque para cenários quanto comparados apresentaram resultados elevados o que inviabiliza sua implantação, contudo outras alternativas demonstraram potencial de serem implantadas.

Desta forma, a partir dos resultados obtidos a alternativa nº 02 que possui como melhoria a implantação de faixas adicionais em alguns trechos e a melhoria na sinalização horizontal destacou-se como a melhor em virtude do tempo de passagem, melhorando de forma continua a fluidez e segurança para os usuários.

Assim, através da análise do projeto executivo dos desvios o presente estudo atendeu seu objetivo de trazer uma alternativa que atenda a demanda de fluxo de veículos durante a execução das obras do Trevo Cataratas, garantindo a segurança viária e fluidez dos veículos que ali transitarem.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.R. S. **Análise das condições de aplicabilidade de medidas de acalmia de tráfego**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Universidade do Porto 2004.

BRASIL. Lei Federal nº 14.071 de 13 de outubro de 2020: **Altera a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), para modificar a composição do Conselho Nacional de Trânsito e ampliar o prazo de validade das habilitações; e dá outras providências**. Brasília, 2020.

CHAVES, F. C. **Avaliação do desempenho de medidas de acalmia de tráfego através de micro simulação de tráfego**. Dissertação de mestrado em Engenharia de Construção e Reabilitação. Instituto Politécnico de Viseu. Portugal, 2017.

CASTILHO, Felipe Bosco. **Legibilidade e retrorrefletividade das placas de sinalização viária**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Curso de Pós graduação em Engenharia de Transportes, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo São Carlos, 2009.

CONTRAN, **Sinalização vertical de regulamentação. 2ª edição – Brasília: Contran, 2007.**

FERRAZ, ACP; TORRES, IG E. **Transporte Público Urbano**. 2ªed. São Carlos: Ed. Rima, 2004.

FUJII, Walquiria. **Avaliação do desempenho dos elementos de sinalização viária em rodovias**. Versão Corrigida FUJII, São Paulo, 2017.

GUEDES, V. L.S.; BORSCHIVER, S. **Bibliometria: uma ferramenta estatística para a gestão da informação e do conhecimento, em sistemas de informação, de comunicação e de avaliação científica e tecnológica**. Encontro Nacional de Ciência da Informação, v. 6, 2005.

GUERREIRO, Gerardo Celso Mestre. **Sinalização de interseções rodoviárias de nível**. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2012.

METHA, P. K. MONTEIRO, Paulo J.M. **Concreto: microestrutura, propriedades e materiais**. São Paulo: IBRACON, 2008. 674 p.

NEVILLE, Adam. **Propriedades do concreto**. Tradução Salvador E. Giammusso. São Paulo: Pini, 1997. 828 p.



SÁ FREIRE, Renato Teixeira de. **Trânsito: um problema urbano.** Trabalho de Conclusão (Curso de Especialização em Engenharia Urbana). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, Juliano Vialli dos. **Trânsito em condições seguras: paradigmas e acepções jurídicas do artigo 1º do Código de Trânsito Brasileiro.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2009.

WHO. **Global status relatório em estrada segurança: Tempo para ação.** Genebra: Mundo Saúde Organização, 2013.