



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA - CEUB
PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

GUILHERME EMERICK GOMES

**MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO DA INTERSEÇÃO PROPOSTA PARA A
RODOVIA DF-011 E A AVENIDA DE ACESSO A QMSW 5 NO SUDOESTE, NO
ÂMBITO DO PROJETO DO CORREDOR DE ÔNIBUS – EIXO OESTE**

BRASÍLIA

2023



GUILHERME EMERICK GOMES

**MICROSSIMULAÇÃO DE TRÁFEGO DA INTERSEÇÃO PROPOSTA PARA A
RODOVIA DF-011 E A AVENIDA DE ACESSO A QMSW 5 NO SUDOESTE, NO
ÂMBITO DO PROJETO DO CORREDOR DE ÔNIBUS – EIXO OESTE**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e Pesquisa.

Orientação: Luango Augusto Feitosa Ahualli

BRASÍLIA

2023

DEDICATÓRIA

Este artigo é dedicado a todos aqueles que buscam conhecimento, inovação e progresso. Àqueles que se dedicam incansavelmente à pesquisa, à exploração intelectual e ao aprimoramento do nosso mundo.

Dedico este trabalho à minha família, cujo amor e apoio incondicionais sempre foram minha fonte de força e inspiração. Vocês são meu porto seguro, e sou grato por cada encorajamento e incentivo ao longo do caminho.

Aos meus amigos, que sempre me encorajaram a seguir em frente e acreditar em minhas capacidades. Suas palavras de ânimo e amizade verdadeira me fortaleceram em momentos de dúvida e me ajudaram a perseverar.

E, por fim, dedico este artigo a todas as pessoas que acreditam na importância da pesquisa e no poder da educação. Que este trabalho possa contribuir para a compreensão e o avanço em nossa área de estudo, e que inspire outros a explorar novos horizontes e buscar respostas para os desafios que enfrentamos.

Que juntos possamos construir um futuro melhor, baseado no amor pelo conhecimento e no desejo de tornar o mundo um lugar mais justo e sustentável.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas e instituições que contribuíram de maneira significativa para a elaboração deste artigo e para o alcance dos objetivos propostos.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer à minha orientadora/professor Luango pela sua orientação cuidadosa e valiosas sugestões ao longo de todo o processo de pesquisa. Sua experiência e conhecimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho

Não posso deixar de mencionar o apoio financeiro fornecido pela [instituição ou agência de fomento], que viabilizou a realização desta pesquisa. Sua confiança e investimento foram fundamentais para a concretização dos nossos objetivos.

Sou imensamente grato(a) aos meus colegas, que compartilharam suas ideias e conhecimentos, proporcionando um ambiente estimulante e colaborativo. Suas discussões e sugestões enriqueceram este trabalho e contribuíram para o meu crescimento como pesquisador.

Por fim, quero expressar minha profunda gratidão à minha família e amigos, por seu amor, apoio e compreensão ao longo desta jornada. Suas palavras de incentivo e encorajamento foram fundamentais para superar os desafios e persistir na busca pelo conhecimento.

A todos os mencionados e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho, o meu mais sincero agradecimento. Seu apoio e colaboração foram inestimáveis e deixaram uma marca indelével na realização desta pesquisa.

"O progresso é impossível sem mudança, e aqueles que não conseguem mudar suas mentes não podem mudar nada." - George Bernard Shaw

RESUMO

O trabalho aborda o crescimento populacional e os desafios de mobilidade enfrentados em Brasília, especialmente na Estrada Parque Indústrias Gráficas (EPIG). O aumento da população resultou em congestionamentos frequentes, impactando a qualidade de vida e o meio ambiente. Para lidar com esses problemas, o Governo do Distrito Federal propôs um Corredor de Ônibus - Eixo Oeste, visando melhorar a mobilidade através do transporte público.

A microsimulação de tráfego, utilizando o software PTV Vissim, é apresentada como uma ferramenta essencial para analisar e resolver questões de tráfego. O software reproduz padrões de tráfego, permitindo avaliar estratégias de manejo e prever resultados de intervenções viárias. A calibração do modelo é crucial, e o teste GEH é destacado como método para comparar o tráfego modelado com o real.

O método proposto no trabalho envolve a coleta e análise de dados de tráfego, construção de um modelo de microsimulação no PTV Vissim, simulação dos cenários atuais e futuros da interseção na EPIG, calibração do modelo e avaliação dos resultados. A análise é apresentada como um processo iterativo, ajustando parâmetros até que os resultados da simulação se alinhem com os dados reais.

Os resultados e discussões centram-se na avaliação dos cenários atuais e propostos da interseção. Utilizando os testes de GEH, a eficácia das intervenções propostas é examinada. Considerações finais resumem os principais achados, destacando que as intervenções propostas podem melhorar a mobilidade, mas desafios persistem, abrindo caminho para pesquisas futuras.

O trabalho conclui que a microsimulação de tráfego é uma abordagem crucial para a análise e resolução de problemas viários. A calibração do modelo e a avaliação dos resultados são etapas essenciais para obter conclusões confiáveis. O método proposto pode contribuir para a tomada de decisões informadas em projetos de mobilidade urbana, considerando o equilíbrio entre intervenções viárias e demanda crescente.

Palavras-chave: Mobilidade urbana; Microsimulação de tráfego; Brasília; Crescimento populacional; Corredor de Ônibus - Eixo Oeste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3	MÉTODO.....	17
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES)	25
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional em Brasília tem sido notável desde a sua inauguração, resultado do planejamento do governo federal para incentivar a ocupação e desenvolvimento da região central do país. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população do Distrito Federal, onde está localizada Brasília, cresceu de cerca de 2,8 milhões de habitantes em 2000 para aproximadamente 3,1 milhões em 2010, representando um aumento de mais de 10% em apenas uma década (IBGE, 2010).

Esse crescimento populacional tem sido impulsionado principalmente pela busca de oportunidades de trabalho e pela oferta de serviços e infraestrutura na região. Brasília atrai pessoas de diferentes partes do Brasil em busca de emprego no setor público, bem como devido ao desenvolvimento de setores econômicos como comércio, serviços e indústria.

O aumento do número de habitantes em Brasília tem gerado um significativo crescimento do trânsito na cidade, o que tem impactado a mobilidade urbana e gerado congestionamentos frequentes. O acréscimo no número de veículos nas vias tem sobrecarregado a infraestrutura de transporte existente, resultando em problemas como lentidão no tráfego, aumento dos tempos de deslocamento e elevação dos índices de poluição atmosférica.

De acordo com o Departamento de Trânsito do Distrito Federal (Detran-DF), o número de veículos registrados em Brasília aumentou de aproximadamente 1,5 milhão em 2008 para mais de 2,3 milhões em 2018, representando um crescimento de quase 54% em apenas uma década (Detran-DF, 2018). Esse crescimento expressivo coloca desafios para a gestão do trânsito na cidade e exige a implementação de políticas públicas voltadas para a melhoria da mobilidade urbana.

A Estrada Parque Indústrias Gráficas (EPIG), localizada no sudoeste do Distrito Federal, é uma importante via de ligação entre o Plano Piloto e as regiões administrativas do Guará, Núcleo Bandeirante e Taguatinga. No entanto, nas últimas décadas, a EPIG tem enfrentado

diversos problemas relacionados ao trânsito, que afetam não apenas a fluidez do transporte, mas também a qualidade de vida dos moradores e trabalhadores da região.

A expansão urbana e o crescimento demográfico acelerado do Distrito Federal têm contribuído para o aumento da demanda por transporte na EPIG. O incremento na frota de veículos particulares e o aumento da atividade industrial na região têm sobrecarregado a infraestrutura viária existente, resultando em congestionamentos frequentes e em problemas de mobilidade.

Diversas pesquisas e estudos têm abordado os problemas no trânsito da EPIG e suas consequências. Segundo levantamento realizado pela Companhia de Planejamento do Distrito Federal (Codeplan) em 2019, o número de veículos transitando pela via apresentou um aumento significativo nos últimos anos (Codeplan, 2019). Esse crescimento da frota de veículos, aliado à falta de investimentos adequados em infraestrutura viária e transporte público, tem contribuído para a intensificação dos congestionamentos e dos atrasos no deslocamento dos usuários.

Além disso, o trânsito caótico na EPIG traz consigo uma série de impactos negativos para a população e o meio ambiente. O aumento das emissões de gases poluentes, o estresse causado pelos congestionamentos e a redução da qualidade do ar são apenas algumas das consequências desses problemas de tráfego. A comunidade local e os trabalhadores das indústrias gráficas têm sido afetados diretamente, enfrentando dificuldades para se deslocar e impactos na produtividade.

Diante desse cenário, é fundamental que sejam adotadas medidas para solucionar os problemas no trânsito da EPIG. Investimentos em infraestrutura viária, como a ampliação de vias e a implantação de soluções de mobilidade urbana, tornam-se necessários para garantir a fluidez do tráfego. Além disso, é importante promover a conscientização da população sobre a importância do uso de transporte público e meios alternativos de locomoção.

Estudos como o realizado por Souza e Silva (2021) ressaltam a necessidade de ações integradas entre órgãos governamentais, empresas e sociedade civil para enfrentar os problemas no trânsito da EPIG. A participação ativa dos cidadãos na busca por soluções e a implementação de políticas públicas eficientes são essenciais para promover uma mobilidade urbana sustentável e melhorar a qualidade de vida na região.

Recentemente, o Governo do Distrito Federal anunciou um pacote de obras para o Corredor Eixo Oeste, que atualmente é o principal eixo de transporte público coletivo do Distrito Federal (PDTU, 2012). O PDTU tem, entre outros objetivos, proporcionar mobilidade a todas as pessoas mediante a priorização do transporte coletivo e a integração dos seus diferentes modos. (Brasília Ambiental, 2021), por meio de uma faixa exclusiva de circulação de aproximadamente 30 quilômetros de extensão. Estima-se que na DF-011, como é conhecida a EPIG (Estrada Parque Indústrias Gráficas), o local registra cerca de 50 mil veículos circulando diariamente, de acordo com o Departamento de Estradas de Rodagem (DER-DF).

Apesar do volume de tráfego a proposta não foi implementada e não foi realizada até 2020, como definiu o Plano Diretor de Transporte e Mobilidade do Distrito Federal. Cabe salientar, que a tendência de crescimento do fluxo de carros na região circunvizinha da EPIG faz com que os motoristas procurem itinerários alternativos e/ou modifiquem seus horários de viagens, para não ficarem nos congestionamentos constantes da via. No entanto, quando se aproxima do viaduto de acesso à Estrada Parque Indústrias Gráficas (SIG) e ao acesso a Estrada Setor Policial Militar (ESPM), o trânsito estrangula com o término da pista exclusiva para ônibus diminuindo assim o número de faixas de rolamentos para os carros, por não haver a continuidade no projeto do Eixo Oeste de transporte (CODEPLAN, 2021).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1. Modelagem e Microsimulação de Tráfego

A modelagem de tráfego é uma ferramenta fundamental para a análise do desempenho de novas estratégias, alternativas e políticas de gerência e controle em sistemas de tráfego (MAIA, 2007). De acordo com POYARES (2000), a simulação computacional do tráfego veicular é um instrumento de modelagem que tem se destacado como uma importante ferramenta de trabalho do engenheiro de tráfego, permitindo avaliar e propor soluções para diversas situações. Portanto, os modelos computacionais de simulação de tráfego vêm sendo cada vez mais empregados no planejamento e operação do sistema de transportes, permitindo análises mais robustas de sistemas complexos (HOURDAKIS et al., 2003).

Uma simulação de tráfego é uma réplica virtual de cenários de tráfego reais (PTV, 2022). Nesta linha, podemos definir a microsimulação de tráfego como um método computacional que permite realizar análises e estudos na engenharia de tráfego, com altos níveis de detalhamento das atividades e das redes, que são compostas por um alto número de agentes complexos. Sendo assim, a microsimulação destaca-se como importante ferramenta estratégica na elaboração de estudos e desenvolvimento de projetos dentro da área. Para os profissionais da área, a simulação representa um método de comparação e avaliação de alternativas de projeto, análise de impactos e seleção de formas de atuação nas redes de transportes, de forma a minimizar o transtorno aos usuários e maximizar a eficácia na aplicação de recursos financeiros (OLIVEIRA E CYBIS, 2008).

Dessa forma, a microsimulação de tráfego é vista como uma importante estratégia para verificação e análise de propostas de melhorias viárias, pois é capaz de representar a geometria das vias e modelar o comportamento dos motoristas, bem como as interações dos elementos de um sistema, fornecendo uma avaliação prévia do seu desempenho. Com isso, é possível avaliar com antecedência a melhor solução para uma determinada situação (PORTO E ABREU, 2020). Por fim, os micro simuladores de tráfego são essenciais na representação de sistemas dinâmicos, que exigem uma modelagem do processo de tráfego, devido ao seu nível de detalhe na representação dinâmica do tráfego. (Burghout & Wahlstedt, 2007).

A simulação de tráfego é uma ferramenta importante para investigar essas questões. Ela permite que os planejadores usem os orçamentos e recursos disponíveis da maneira mais eficiente possível ao expandir ou reconstruir os sistemas de transporte. Modelos de simulação ajudam a entender os efeitos que diferentes medidas têm no volume de tráfego e no fluxo de tráfego em diferentes circunstâncias. Assim, simular o tráfego cria uma base sólida, que permite uma tomada de decisão consciente, orientada aos objetivos do projeto - tornando o tráfego e a mobilidade seguros, sustentáveis, equitativos e resilientes.

1. Software PTV Vissim

O PTV Vissim é um software de microssimulação de tráfego, que reproduz digitalmente os padrões de tráfego dos veículos, com base no comportamento dos seus condutores (PTV, 2022). Por meio do software, é possível avaliar e propor soluções, com base no desempenho, de complexas malhas viárias. Os resultados obtidos por meio do software, estabelecem a base para decisões de planejamento de tráfego, bem como, abordam as principais temáticas relacionadas aos desafios da área, como congestionamento, emissões de gases, mobilidade, entre outras (PTV, 2022). Em meio aos atuais desafios nos tempos atuais, e, principalmente, com a crescente necessidade de prover mobilidade, o PTV Vissim surge como uma importante ferramenta para solucionar os problemas das cidades.

Durante o início do seu desenvolvimento do software, o PTV Vissim incorporou algumas metodologias de tráfego e transportes criadas pela academia. Atualmente, o software trabalha com quatro grandes metodologias, sendo elas: Car-Following, Lane Change, Lateral Behavior e Signal Control. A metodologia Car-Following foi desenvolvida por Wiedemann (1974) e Wiedemann (1991), os quais combinam um modelo de percepção de motoristas com modelos de desempenho de veículos. De acordo com PTV (2006), o tráfego urbano é mais bem representado pelo modelo de Wiedemann-74, situação onde veículos trafegam a baixas velocidades, há ocorrência de headways pequenos, tempos de reação de motoristas são menores e o efeito de fila (paradas e arrancadas) é freqüente. Já o algoritmo de car-following de Wiedemann-99, versão atualizada do algoritmo de Wiedemann-91, é indicado para representação dos movimentos dos veículos em segmentos rodoviários, onde a velocidade do fluxo e a proximidade com que veículos trafegam são variáveis predominantes na determinação de capacidades.

O Vissim é baseado em um modelo de fluxo de tráfego e no controle do semáforo (Signal Control). Esses detectores trocam leituras e status de sinalização, programas externos para controle de sinais luminosos modelam as unidades lógicas de controle dependentes de tráfego, as unidades lógicas de controle consultam as leituras do detector em intervalos de tempo de um a 1/10 de segundo. Podendo definir os passos de tempo por esse motivo e eles dependem do tipo de controle de sinal. Usando leituras do detector, por exemplo, dados de ocupação e intervalo de tempo, as unidades lógicas de controle determinam o status de sinalização de todos os sinais para a próxima etapa de tempo e devolvê-los à simulação de fluxo de tráfego. Vissim pode usar vários e também diversos programas de controle de sinal externo em uma simulação, por exemplo, VAP, VSPLUS.

Por padrão, no Vissim um veículo usa toda a largura da pista. Podendo definir na condução de comportamento e parâmetros-comportamento lateral (Lateral Behavior), se os veículos em uma pista podem dirigir à esquerda, à direita ou no meio sem especificar uma orientação lateral. Se a pista for suficientemente larga e atributos na seção. Comportamento padrão ao ultrapassar veículos na mesma faixa ou em faixas adjacentes permitem ultrapassagens na mesma faixa, manobras de ultrapassagem em uma única faixa. Também é possível, a desaceleração máxima impedir o veículo de ultrapassagem de frear a tempo, ultrapassar o

outro veículo, se possível, mesmo que isso não seja permitido pelo comportamento de condução parâmetros Considere o próximo sentido de giro e a distância lateral mínima. Impróprio ultrapassagem, portanto, tem precedência sobre uma colisão.

Com o Lane Change (Mudança de Faixa) é possível verificar a distância de mudança de faixa dos conectores pelo atributo downstream Meso Additional Look Distância à Frente (Escolha de Faixa) na qual o veículo está trafegando. Isso permite mudanças de faixa realistas, especialmente quando o veículo deve mudar de faixa ao longo de vários curtos arestas consecutivas para alcançar o conector.

Dessa forma, podemos destacar algumas características do software PTV Vissim, como: simulação detalhada dos movimentos de veículos, com ênfase no modelo de Car-Following psicofísico; facilidade de construção de redes na modelagem; flexibilidade na entrada de parâmetros de mudança de faixas e comportamento lateral por faixa ou segmento de tráfego; apresentação de resultados da simulação em diversos formatos, como em relatórios, gráficos e planilhas. Assim, uma simulação de transporte, realizada no software PTV Vissim, fornece uma visão realista e detalhada sobre os fluxos de tráfego multimodais e a interação de diferentes veículos e usuários. Vários cenários podem ser definidos para testar e analisar as medidas de tráfego e seus efeitos, antes de implementá-las no mundo real, principalmente devido aos quatro modelos de comportamento presentes no software (PTV, 2022).

2. Projeto do Corredor de Ônibus – Eixo Oeste

Em 2012, no documento do Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal (PDTU/DF), foram estabelecidos seis eixos estruturantes de transporte para o Distrito Federal (oeste, norte, sul, sudoeste, leste e área central), sendo o Eixo Oeste e o Eixo Sul aqueles com estimativa de maior demanda de passageiros (PDTU, 2012). O Eixo Oeste possui o maior contingente populacional do Distrito Federal, com aproximadamente 1,6 milhão de pessoas em 2020, compreendendo as Regiões Administrativas de Ceilândia, Taguatinga, Samambaia, Águas Claras e Guará (CODEPLAN, 2021). Na expectativa de solucionar os problemas de mobilidade dessa região do Distrito Federal, foi proposto um corredor de ônibus para o Eixo Oeste. A ideia do Corredor de Ônibus – Eixo Oeste é prover mobilidade aos moradores dessas RA 's do Distrito Federal, incentivando o deslocamento por meio do transporte público e diminuindo o tempo de deslocamento entre a região e a área central do DF.

O meio de transporte escolhido para o Corredor de Ônibus – Eixo Oeste é o BRT (Bus Rapid Transit). A fim de viabilizar o futuro sistema de transportes do Distrito Federal, serão necessárias outras obras de infraestrutura, como a reestruturação da EPIG, a construção do Túnel de Taguatinga, a reforma da Avenida Hélio Prates, o viaduto Luiz Carlos Botelho (na EPIG) e as reformas da ESPM, que receberá um dos ramais do Corredor de Ônibus – Eixo Oeste. Outra obra que será necessária para a viabilidade desse sistema será o futuro viaduto na interseção entre a rodovia DF-011 e a Avenida de Acesso a QMSW 5 no Setor Sudoeste.

A ideia principal do Eixo Oeste é deixar a via principal completamente livre de pontos de estrangulamentos, contribuindo para a mobilidade. O projeto prevê a construção do acesso a QMSW 5 por meio do acesso subterrâneo, podendo ser utilizado diretamente sem o uso dos retornos, modelo utilizado atualmente (Figura 2), gerando maior rapidez e segurança para os usuários. O projeto também conta com faixa exclusiva para ônibus e travessia subterrânea com acesso direto às paradas (Figura 3), oferecendo maior segurança para o pedestre e fluidez ao trânsito, uma vez que não haverá faixas de pedestre na via principal.



Figura 1



Figura 2



Figura 3

3. Calibração de Modelos de Microsimulação de Tráfego

Nos modelos de microsimulação de tráfego, o comportamento dos veículos é tratado de maneira completamente individualizada, sendo o modelo tão detalhado quanto o propósito da análise (MAIA, 2007). Em modelos microscópicos, o trânsito dos veículos ao longo da rede é realizado por meio de metodologias de tráfego, a depender do software utilizado, sendo o seu comportamento mais complexo e detalhado do que entre outros modelos mesoscópicos ou macroscópicos (PORTUGAL, 2005).

Geralmente, os parâmetros básicos dos micro simuladores, chamados valores defaults, apresentam valores derivados das características de tráfego próprias do local onde esses programas foram desenvolvidos ou que representam condições genéricas definidas pelos programadores (JACQUES e AYALA, 2013). Sobre esses valores, dificilmente eles representam a realidade do projeto a ser estudado. Dessa forma, ao profissional cabe a avaliação de quais parâmetros deverão ser calibrados a fim de chegar aos resultados reais. No entanto, devido à quantidade de parâmetros presentes em micro simuladores de tráfego e ao esforço necessário no processo de coleta de dados para a calibração do modelo, é extremamente difícil realizar um trabalho de calibração que contemple todas as variáveis (JACQUES e AYALA, 2013).

A calibração de um determinado modelo de microsimulação de tráfego exige a realização de alguns processos. Porém, o mais importante dentro da calibração é a comparação entre os dados reais coletados e os dados dados pela simulação. De acordo com alguns critérios definidos pelo usuário, se o resultado da simulação não for satisfatório, os valores atribuídos aos parâmetros do simulador devem ser modificados até que a comparação entre cenário real e cenário simulado seja considerada aceitável (JACQUES e AYALA, 2013).

1. Teste GEH

O GEH é um teste baseado na estatística GEH, amplamente usada na engenharia de tráfego e tem como objetivo comparar os volumes de tráfego modelados com os volumes reais (MIRANDA, et.al 2018). Esse teste é uma variação do teste Chi-Quadrado e incorpora tanto o erro relativo quanto o erro absoluto. A estatística GEH é dada pela equação 1, sendo que:

- $GEH < 5$ indica uma aproximação “muito boa” entre o fluxo modelado e o fluxo real.
- $5 \leq GEH < 10$ indica uma aproximação “boa” aproximação entre o modelado e o real.
- $10 \leq GEH < 12$ indica uma aproximação “aceitável” entre o modelado e o real.
- $GEH \geq 12$ indica que os dados precisam passar por uma reavaliação, pois o fluxo modelado não é confiável, sendo necessária uma nova calibração do modelo.

$$GEH = \sqrt{2(M-C)^2/(M+C)} \quad (1)$$

Onde: M = Volume de veículos no modelo e C = Volume de veículos real

O valor de GEH pode ser obtido por meio do cálculo direto com a fórmula supracitada. Porém, o software PTV Vissim possui uma função que permite extrair esse valor diretamente da simulação.

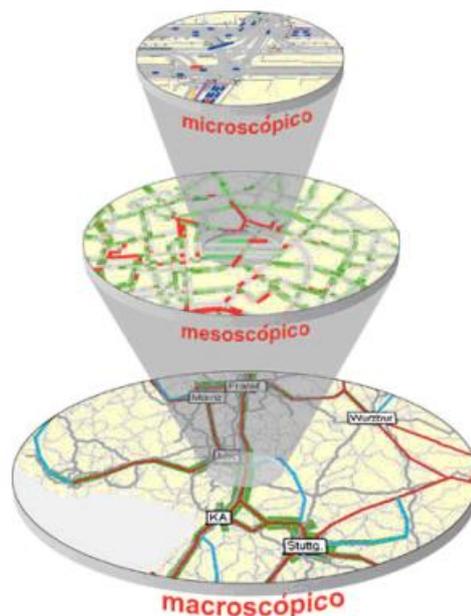
1. Utilização da Microsimulação de Tráfego para resolução de problemas de conflito viário

3 MÉTODO

Desde tempos antigos, os seres humanos têm enfrentado uma ampla variedade de eventos e situações, desempenhando um papel crucial na tomada de decisões. Para simplificar esse processo, torna-se necessária a criação de modelos que representem de maneira clara e objetiva essas ocorrências. O termo "modelo" tem diversas aplicações em várias áreas, cada uma com suas características específicas. De acordo com D'Ambrósio (1996), citado por Barbosa (2009), um modelo é uma representação simplificada, seja mental ou não, da realidade ou da suposta realidade.

Neste contexto, o termo "modelo" pode ser entendido como a representação ou reprodução de algo. Na área de transporte, os modelos que representam os diferentes componentes da infraestrutura de transporte e os fluxos de tráfego para reproduzir a operação do sistema viário são chamados de modelos de simulação de tráfego (TAVARES; PEREIRA, 2015).

Esses modelos de simulação de tráfego variam em detalhamento, classificando-se em macroscópicos, mesoscópicos e microscópicos (Figura 04), dependendo do nível de detalhe que o simulador aborda.



Fonte: Vilarinho (2008). Figura 04

Aqui, descreveremos os diferentes níveis de detalhamento desses modelos representados na Figura.

Macroscópicos

Conforme Vilarinho (2008), os modelos macroscópicos descrevem o tráfego de forma agregada, com baixo detalhamento. Embora exijam menos capacidade computacional, não podem capturar variáveis no nível individual dos veículos, como consumo de combustível e comportamento dos motoristas. Nesse nível, são representados através de variáveis como concentração, taxa de ocupação, fluxo e velocidade média.

Os modelos macroscópicos tratam o tráfego como um todo, não fazendo distinção entre suas partes, o que limita sua capacidade de análise, fornecendo uma visão simplista e estática, adequada apenas para condições médias ou agregadas ao longo do tempo.

Devido à sua natureza estática, os modelos macroscópicos têm limitações na resposta a mudanças rápidas nas condições de tráfego e não conseguem representar detalhes, como a diferenciação das faixas de tráfego na rede. No entanto, são úteis para análise de volumes de tráfego em níveis macro, permitindo soluções mais rápidas com menos dados de entrada.

Mesoscópicos

Na simulação mesoscópica, os veículos são agrupados em pelotões e tratados com base em características como tamanho, localização, aceleração e velocidade. Esses modelos são mais detalhados que os macroscópicos, pois consideram grupos específicos de veículos, mas ainda não atingem o nível de detalhamento dos modelos microscópicos.

Embora menos detalhados do que os modelos microscópicos, os modelos mesoscópicos possuem uma abordagem mais precisa, permitindo uma representação dinâmica do tráfego, especialmente em relação às mudanças nas condições de tráfego em curtos períodos de

tempo. Eles podem capturar manobras de mudança de faixa em resposta a estímulos e são uma escolha intermediária entre os modelos macroscópicos e microscópicos.

Microscópicos

Os modelos de simulação microscópica representam a dinâmica individual de cada veículo na rede de tráfego. Eles detalham a movimentação de cada veículo com base nas características dos motoristas e dos veículos, desde a entrada na rede até o destino final.

Esses modelos consideram interações longitudinais e transversais dos veículos. As interações longitudinais envolvem a variação de velocidade e aceleração dos veículos ao longo de um trecho de estrada e são modeladas usando técnicas como "car-following" (seguir o veículo à frente). As interações transversais representam as mudanças de faixa dos veículos em resposta a estímulos, como a presença de um veículo mais lento à frente.

Embora os modelos microscópicos ofereçam o maior nível de detalhamento, também são os mais complexos de desenvolver e exigem mais recursos computacionais. Eles são ideais para capturar o comportamento individual dos motoristas, mas sua implementação exige uma compreensão aprofundada do comportamento humano na condução.

Em resumo, os modelos de simulação de tráfego variam em detalhamento, desde os macroscópicos, que tratam o tráfego de forma agregada, até os microscópicos, que capturam a dinâmica individual de cada veículo. A escolha do modelo depende dos objetivos da análise e dos recursos disponíveis para sua implementação.

Este trabalho procurou reunir o máximo de informações possível sobre as características práticas e físicas da área de estudo, com o objetivo de criar modelos mais precisos.

Priorizamos a coleta de dados diretamente na área de estudo para evitar depender em excesso de fórmulas, que por vezes podem levar a resultados que não correspondem às condições reais. No entanto, também utilizamos modelos e fórmulas como complemento. Algumas partes da coleta de dados foram realizadas manualmente devido à ausência de

informações em pontos específicos, enquanto outros dados foram fornecidos pela Secretaria de Obras do Distrito Federal.

De acordo com informações obtidas do Sistema Integrado do Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER/DF), a estrada DF-011, também conhecida como Estrada Parque Indústrias Gráficas (EPIG), possui uma extensão de 5,5 quilômetros e tem duas faixas de tráfego em cada direção. A estrada começa no ponto de partida indo em direção ao Eixo Monumental até chegar à DF-085 (EPTG). Na altura da Superquadra Sudoeste 100, é adicionada uma faixa de tráfego em ambos os lados.

O número necessário para calcular o pavimento, chamado de "N", é determinado com base no número de repetições equivalentes de um eixo padrão de 8,2 toneladas (18.000 libras) durante a vida útil do projeto.

Para calcular o valor de "N", são levados em consideração fatores relacionados ao tráfego e às categorias de veículos, que são definidas com base na carga e no número de eixos dos veículos. Os valores anuais e acumulados durante o período do projeto são calculados com base nas projeções de tráfego, para os quais é necessário ter informações quantitativas e qualitativas sobre os tipos de veículos. Esses dados foram obtidos por meio de contagens realizadas nos dias 30/08/22, 31/08/22 e 01/09/22.

Os Fatores de Equivalência de Cargas são usados no dimensionamento do pavimento, e eles foram introduzidos pela AASHO (atualmente AASHTO, Associação Americana de Rodovias e Autoridades de Transporte) e pelo Bureau de Estradas Públicas, agora FHWA (Administração Federal de Rodovias). Esses fatores são definidos como o número de repetições necessárias de uma carga específica para causar o mesmo nível de deterioração que uma aplicação da carga padrão.

O eixo padrão das rodovias brasileiras é um eixo simples com rodas duplas que exerce uma carga total de 8,2 toneladas (80 kN) sobre o pavimento. Nesse eixo, a área de contato dos

pneus com o pavimento é representada por um círculo com um raio de 10,8 centímetros e uma pressão de contato de 5,6 kgf/cm².

O cálculo do número "N" segue a fórmula mencionada, que considera fatores como o Fator de Pista, o Fator Climático Regional, o Volume Médio Diário em cada ano do projeto e o Fator de Veículo, que leva em conta a composição do tráfego.

Para obter o número "N", contagens classificatórias foram realizadas na DF-011 (EPIG) em pontos específicos. Essas contagens ocorreram ao longo de três dias úteis durante a semana dos dias 30 e 31 de agosto e 01 de setembro de 2022, das 06:00hs às 20:00hs, em intervalos de 15 minutos.

É importante destacar que a metodologia usada para calcular o número "N" é validada pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Distrito Federal (DER/DF) e é aplicada em diversos projetos de pavimentação em rodovias localizadas no Distrito Federal.

O objetivo deste trabalho é verificar as condições atuais e futuras de tráfego na interseção proposta para a Rodovia DF-011 e a Avenida de Acesso a QMSW 5 no Setor Sudoeste, tendo como ponto de partida o projeto desenvolvido para a interseção no âmbito do Corredor de Ônibus – Eixo Oeste. Para alcançar os objetivos propostos, primeiramente é necessário realizar a revisão da literatura em artigos, livros, manuais e projetos de pesquisa, para conhecimento aprofundado do tema. Após isso, é necessário levantar as principais características viárias do local do estudo, o que é realizado por meio do sistema Geoportal, desenvolvido pela Secretaria de Habitação do Distrito Federal – SEDUH, e por meio da análise de sistemas de satélite, como o Google Earth.

Após as etapas iniciais do projeto, os dados de tráfego provenientes da Secretaria de Obras e Infraestrutura do Distrito Federal são recebidos e analisados. Com os dados analisados, inicia-se a etapa de desenvolvimento do modelo de microssimulação de tráfego da interseção em estudo, no software PTV Vissim, da PTV Group. Para isso, primeiramente é realizada a aprendizagem e reconhecimento do software pela equipe pesquisadora. São

utilizados materiais disponibilizados em canais da internet, além de modelos existentes dentro do software. Após o período de aprendizagem, inicia-se o desenvolvimento do modelo.

No desenvolvimento do modelo de microsimulação, primeiramente, são inseridos os dados de tráfego da interseção, bem como os valores iniciais dos parâmetros necessários para a calibração do modelo. Em seguida, as redes de microsimulação são construídas dentro do software, incluindo o desenvolvimento de itens como geometria das vias, sinalização, semaforização, áreas de aceleração e desaceleração, linhas e paradas de transporte público, entre outros. Assim, inicia-se a simulação do projeto, a fim de avaliar os resultados para os cenários em estudo. Dando continuidade à calibração do modelo, os resultados da simulação são comparados com os dados reais coletados, utilizando o teste GEH (HAVERS, 1996). Caso os resultados obtidos sejam considerados aceitáveis, o modelo é considerado como calibrado, mas caso contrário, os parâmetros inseridos são revistos e alterados, a fim de chegar a um resultado aceitável. O processo é repetido até que se alcance resultados aceitáveis. Esse processo é realizado tanto para o cenário atual da interseção, e é aplicado ao cenário de projeto.

Após o término da etapa da simulação no PTV Vissim, os resultados dos cenários antes-depois da interseção são analisados e classificados como satisfatórios ou não. A entrega é realizada através de vídeos que trazem os resultados apresentados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa enfrentou diversos desafios que tiveram impacto significativo na condução da simulação. Um dos principais fatores foi a ausência de dados de contagem de tráfego em alguns postos-chave, notavelmente a entrada na SQWS (Setor de Quadras e W3 Sul) e no Parque da Cidade. Essa lacuna de informações teve uma influência direta nos resultados obtidos. Para mitigar essa limitação, realizamos uma contagem manual nos locais onde faltavam os dados de contagem. Essas contagens manuais foram realizadas durante o horário de maior pico de tráfego, com intervalos de 15 minutos ao longo de uma hora.

Os dados coletados foram usados para calcular uma proporção dos veículos que transitavam na via principal em comparação com os que entravam na SQWS. Essa informação foi então incorporada ao software de simulação VISSIM para realizar a simulação do tráfego. Os resultados da simulação foram comparados com o cenário atual de tráfego.

Notavelmente, observamos que o nível de serviço no cenário atual apresentou uma classificação superior em comparação com o cenário simulado. No entanto, identificamos um aumento no acesso em alguns pontos devido à conexão da via do Parque da Cidade com as vias principais, resultando em um aumento no fluxo de tráfego nesses locais.

Outra dificuldade enfrentada durante o desenvolvimento do projeto foi a falta de detalhamento no projeto de geometria, especialmente em relação às cotas. Para superar essa limitação, foi necessário entrar em contato com a Secretaria de Obras do Distrito Federal em várias ocasiões para esclarecer alguns aspectos relacionados à geometria. Mesmo assim, algumas cotas permaneceram indefinidas.

Um desafio adicional foi a mudança de orientadores ao longo do projeto. Cada orientador tinha perspectivas diferentes em relação à simulação e ao objetivo final do estudo, o que resultou em certas dificuldades e atrasos na execução do projeto.

Em resumo, esta pesquisa enfrentou obstáculos significativos, incluindo a falta de dados de contagem, problemas de geometria no projeto e mudanças de orientadores. Esses desafios afetaram a condução da simulação e a análise dos resultados, devendo ser levados em consideração ao interpretar os resultados obtidos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS (OU CONCLUSÕES)

A rodovia DF-011, também conhecida como EPIG, desempenha um papel fundamental como via de acesso à Região Administrativa Sudoeste/Octogonal, onde reside uma população urbana considerável, registrando 55.366 habitantes, dos quais 28.965 estão economicamente ativos. Dentro desse grupo, 67,8% desempenham suas atividades principais no Plano Piloto, sendo o automóvel o principal meio de transporte para 88,4% dessa população.

O planejamento original do sistema viário incluiu o anel externo do Parque da Cidade como uma via destinada principalmente à circulação interna, conectando-se aos estacionamentos internos, sem cruzamento direto com o tráfego externo (MARX, 1978). No entanto, atualmente, esse anel externo serve como uma rota de passagem entre as Regiões Administrativas Sudoeste/Octogonal e Plano Piloto. É importante observar que várias medidas de controle de tráfego, como quebra-molas e travessias de pedestres, contribuem para manter a velocidade do tráfego sob controle dentro do anel externo.

Quando comparamos os Cenários 01 (atual) e 02 (proposta), podemos notar que ambos demonstram um desempenho favorável, com níveis de serviço satisfatórios. No entanto, o Cenário 02, que envolve a implementação das obras propostas no Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal (PDTU/DF), incluindo a construção de um viaduto na interseção da EPIG com o Sudoeste e o Parque da Cidade, ultrapassa a faixa de domínio sob jurisdição do DER/DF. Isso significa que requer aprovação de outros órgãos e/ou concessionárias, e é necessário avaliar possíveis interferências com outros projetos em andamento.

Além disso, a conexão do viaduto com a via interna do Parque da Cidade altera a dinâmica original da via, que deveria funcionar principalmente como um caminho interno, e a transforma em uma rota de tráfego entre o Plano Piloto e o Sudoeste. Essa nova configuração

pode diminuir a segurança viária no local e aumentar o número e a gravidade de acidentes de trânsito.

Em resumo, o projeto proposto no Cenário da proposta altera significativamente as características originais da via e sua finalidade, transformando-a em uma rota de passagem, porém obteve um resultado positivo com relação aos níveis de serviços.

REFERÊNCIAS

- CODEPLAN. (2021). Brasília 2060. Brasília: CODEPLAN.
- Ezequiel, B. M., Magalhães, F. P., & Oliveira, R. E. (2018). Microsimulação de tráfego: histórico, fundamentos e aplicações. *Transportes*, 26(1), 13-24.
- PDTU. (2012). Plano Diretor de Transporte Urbano do Distrito Federal. Brasília: Secretaria de Estado de Transportes e Mobilidade do Distrito Federal.
- Van Aerde, M. (2014). Microscopic Traffic Flow Simulation: A Tool for Better Design and Evaluation of Traffic Systems. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 4(1), 167-174.

- AGÊNCIA BRASÍLIA. Obras do Viaduto Engenheiro Luiz Carlos Botelho avançam no Sudoeste. Disponível em: <https://agenciabrasilia.df.gov.br/2021/04/22/obras-do-viaduto-engenheiro-luiz-carlos-botelho-avancam-no-sudoeste/>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- CODEPLAN. Brasília em números 2021. Brasília: CODEPLAN, 2021.
- DIÁRIO DE UM TRANSPORTE. Ônibus transporta o mesmo número de passageiros que 40 carros. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2016/04/07/onibus-transporta-o-mesmo-numero-de-passageiros-que-40-carros/>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- DIÁRIO DO TRANSPORTE. Motocicletas são responsáveis por 58% das mortes no trânsito no Brasil. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/2016/07/21/motocicletas-sao-responsaveis-por-58-das-mortes-no-transito-no-brasil/>. Acesso em: 20 mai. 2023.
- IPEA. Diretrizes para a elaboração de planos de mobilidade urbana. Brasília: IPEA, 2012.
- IBGE. (2010). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/censo2010>.
- Detran-DF. (2018). Departamento de Trânsito do Distrito Federal. Dados de Registro de Veículos.
- Codeplan. (2019). Companhia de Planejamento do Distrito Federal. Pesquisa de Emprego e Desemprego no Distrito Federal em 2019.
- PDTU. (2012). Plano Diretor de Transporte Urbano e Mobilidade do Distrito Federal. Governo do Distrito Federal, Secretaria de Estado de Transportes.
- Brasília Ambiental. (2021). Secretaria do Meio Ambiente do Distrito Federal. Disponível em: <http://www.sema.df.gov.br/>.
- Souza e Silva, D. P. (2021). Estudo sobre os Problemas de Tráfego na Estrada Parque Indústrias Gráficas (EPIG) e suas Consequências para a Mobilidade Urbana em Brasília. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília.
- PTV Group. (2022). PTV Vissim User Manual.
- Maia, J. L. (2007). Modelagem Microscópica de Tráfego Viário. Universidade de São Paulo.
- Oliveira, D. A. M., & Cybis, W. A. (2008). Modelagem e Simulação Computacional Aplicada à Engenharia de Transportes. Universidade Federal de Santa Catarina.
- Portugal, L. (2005). Modelação Microscópica de Tráfego em Microsimuladores: Experiência em Portugal. Universidade de Coimbra.

- Havers, N. (1996). Applications of the GEH Statistic in Highway Performance Measurement. *Road & Transport Research: A Journal of Australian and New Zealand Research and Practice*, 5(4), 15-22.

-

