

CAPÍTULO 2

A INFLUÊNCIA DA IMPLANTAÇÃO DE UMA ESCOLA NA MOBILIDADE URBANA: ESTUDO DE CASO EM UM BAIRRO DE GOIÂNIA



<https://doi.org/10.22533/at.ed.217112515042>

Data de aceite: 14/05/2025

Vitor Henrique Rodrigues

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG

Mariana de Paiva

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG

Luciana Araujo Azevêdo de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG

Denis Biolkino de Sousa Pereira

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – IFG

RESUMO: Polos Geradores de Viagens (PGVs) são empreendimentos que atraem ou geram um fluxo significativo de viagens de pessoas, seja por meio de veículos particulares, transporte público, bicicletas ou a pé, provocando alterações no uso do solo, na densidade, na ocupação física do solo e do valor dos terrenos. Dentre esses empreendimentos encontram-se os shoppings, as escolas, os hospitais, centros de entretenimento, entre outros. Diante dos impactos que produzem, faz-se necessário entender como estes estabelecimentos influenciam nos padrões de tráfego e

mobilidade em uma região e avaliar se a estrutura espacial da cidade comporta este novo empreendimento. Nesse aspecto, esse estudo teve como objetivo a avaliação dos possíveis impactos gerados no trânsito pela instalação de uma escola de médio porte em um bairro residencial da cidade de Goiânia. Para tal, adotou-se o seguinte procedimento: (i) identificação da demanda e horários de entrada e saída dos alunos (ii) identificação da área de influência do empreendimento (iii) pesquisa de contagem volumétrica classificada em seis pontos no entorno do empreendimento (iv) aplicação da metodologia considerando-se os modelos utilizados pela CET-SP/2000, ITE/1995 Institute of Transportation Engineer, Christiansen /1979 – Instituto de Transporte do Texas, GRANDO/2003. Em todas as interseções, independentemente do tipo de controle de conflitos, os métodos de cálculo foram sintetizados em Tabelas Excel para a determinação do Fluxo de Saturação, Capacidade e Nível de Serviço. Além da análise do fluxo atual, nas interseções que compõem o entorno imediato também foram analisados dois cenários: (i) a situação do fluxo atual sem o empreendimento; (ii) a situação futura, considerando o empreendimento no horizonte de cinco

anos. Os resultados indicaram pequena variação no fluxo de veículos nas vias do entorno do empreendimento. Todavia, foram propostas medidas mitigadoras dos impactos tais como: mudança no sentido de circulação das vias, adequação da sinalização vertical e horizontal, inserção de vagas para ciclistas, motociclistas e vans escolares, e estabelecimento de área para embarque e desembarque de alunos. Essas medidas aumentam a segurança e qualidade de vida das pessoas que vivem e circulam pela região.

PALAVRAS-CHAVES: Polos Geradores de Viagens. Escola. Nível de serviço.

INTRODUÇÃO:

A crescente urbanização e a expansão das cidades têm gerado desafios para a mobilidade, especialmente em bairros predominantemente residenciais que passam a receber Polos Geradores de Viagens (PGVs). Esses empreendimentos, por sua capacidade de gerar deslocamentos, alteram dinâmicas locais, influenciando o uso do solo, a densidade populacional, a ocupação do espaço e até mesmo a valorização imobiliária.

Dentre os PGVs, os estabelecimentos de ensino se destacam por concentrarem viagens em horários específicos, como os períodos de entrada e saída de alunos. Esse aumento no número de viagens pode sobrecarregar a malha viária, aumentar os tempos de deslocamento, gerar conflitos entre os modos de transporte (como automóveis, ônibus, bicicletas e pedestres) e comprometer a segurança viária, principalmente quando o sistema de circulação não é adaptado para absorver a demanda de viagens provocadas pelo empreendimento.

Nesse contexto, a avaliação dos impactos da implantação de PGVs no tráfego local, conforme preconizam as diretrizes técnicas e normativas urbanas, é essencial para garantir a sustentabilidade da mobilidade e a qualidade de vida da população. Assim, este estudo tem como objetivo analisar os efeitos da instalação de uma escola de médio porte em um bairro residencial de Goiânia, no fluxo de veículos em vias adjacentes ao estabelecimento de ensino. Com base nos resultados, serão propostas medidas mitigadoras que visam minimizar os efeitos adversos sobre a mobilidade urbana e promover uma convivência mais harmônica entre os diferentes usos do solo urbano.

Além de contribuir para o planejamento urbano eficiente, a pesquisa busca oferecer subsídios para políticas públicas que harmonizem o desenvolvimento da cidade com a mobilidade sustentável.

POLOS GERADORES DE VIAGENS (PGVs) E SEUS IMPACTOS NA MOBILIDADE URBANA

Os Polos Geradores de Viagens (PGVs) são locais ou instalações de diferentes naturezas que desenvolvem atividades de porte e escala capazes de produzir um número significativo de viagens (PORTUGAL e GOLDNER, 2003), podendo gerar impactos negativos ou positivos no ambiente em que estão instalados. Esses polos são classificados

pelo Denatran (2001) em diferentes categorias, sendo elas: habitacional (que pode ser permanente ou transitória), comunitário (voltado para instalações de educação, lazer, cultura, saúde, assistência social e espaços religiosos), comercial e serviços (que engloba atividades de compra e venda com fins lucrativos ou prestação de assistência técnica, intelectual ou espiritual) e industrial (relacionado à transformação de matérias-primas em produtos por meio de processos produtivos). Essa divisão auxilia na organização e definição das funções de cada empreendimento conforme sua finalidade principal.

No contexto urbano, a implantação de PGVs pode provocar alterações no uso do solo, na densidade populacional e na ocupação do espaço, além de impactar a valorização imobiliária (BRITO, 2019). Quando localizados em áreas originalmente residenciais, esses empreendimentos tendem a modificar os padrões de mobilidade, muitas vezes sobrecarregando a infraestrutura viária existente, especialmente se não houver planejamento prévio.

ESCOLAS COMO POLOS GERADORES DE VIAGENS

Os estabelecimentos de ensino se destacam entre os PGVs por concentrarem deslocamentos em horários específicos, principalmente nos períodos de entrada e saída de alunos, geram picos de demanda que frequentemente excedem a capacidade das vias adjacentes. Essas viagens ocorrem de modo regular e previsível, especialmente em dias úteis, sendo compostas principalmente por deslocamentos de alunos, professores e funcionários (JACQUES *et al.*, 2010).

A literatura também menciona outros impactos decorrentes do aumento de veículos na via, dos quais destacam-se: conflitos entre modos de transporte (veículos particulares, ônibus, bicicletas e pedestres) devido à falta de infraestrutura adequada, redução do nível de serviço (NS) das vias, com possíveis congestionamentos e aumento do tempo de viagem e riscos à segurança viária, especialmente em áreas onde não se observa a presença de faixas de pedestres ou sinalização adequada (SILVA, 2006; DE SOUSA, 2008; OESTREICH, 2017; SUN *et al.*, 2021).

No que se refere às instituições de ensino fundamental e médio, insta salientar que as operações de embarque e desembarque de estudantes, quando não realizadas em locais adequadamente projetados, podem comprometer a fluidez do tráfego e a segurança viária dos usuários (LA VIGNE, 2007). Ademais, SAYAGO *et al.* (2024) analisaram as velocidades praticadas no entorno de 185 instituições de ensino em Curitiba-PR. Os resultados indicaram que 42,7% das escolas estavam expostas a velocidades de 50 km/h, 19,5% a 60 km/h e 9,7% a 70 km/h, evidenciando a necessidade de intervenções para reduzir a velocidade e melhorar a segurança no entorno escolar.

Apesar disso, os estabelecimentos de ensino também podem gerar impactos positivos para a sociedade, especialmente no que se refere à economia e a cultura local (BANDEIRA; KNEIB, 2017).

Em função dos possíveis impactos oriundos da implantação do empreendimento considerados PGVs, faz-se necessário determinar as condições de tráfego no entorno da escola, estimular a geração de viagens do estabelecimento de ensino, considerando seu pleno funcionamento, avaliar o efeito desse aumento de viagens na infraestrutura e identificar as melhorias a serem realizadas (SILVA e FERNANDES, 2020) a fim de minimizar os impactos adversos.

LEGISLAÇÃO E DIRETRIZES PARA PGVs

A legislação brasileira estabelece competências para a aprovação de empreendimentos de impacto urbano. Conforme o Código de Trânsito Brasileiro (Brasil, 1997), a responsabilidade pela autorização de tais projetos cabe ao órgão ou entidade com jurisdição sobre a via pública. Complementarmente, o Estatuto da Cidade (Brasil, 2012) atribui aos municípios a competência para definir, por meio de legislação própria, quais empreendimentos e atividades — sejam públicos ou privados — exigirão Estudos Prévios de Impacto de Vizinhança (EIV) como condição para obtenção de licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento. Nesse sentido, cabe ao poder local regulamentar os critérios técnicos que caracterizam um empreendimento como PGVs.

O município de Goiânia, por meio da Lei nº 10.977/2023, especifica os empreendimentos considerados PGV e define critérios para delimitar a área de influência de PGVs. (Goiânia, 2023).

Geração de Viagens para Estabelecimentos de Ensino

A geração de viagens por estabelecimentos de ensino constitui um fator significativo na dinâmica do tráfego urbano, especialmente durante os horários de pico associados às atividades escolares. Nesse contexto, está disponível na literatura alguns modelos de modelos de geração de viagens elaborados considerando não apenas o modo automóvel. A tabela 01 resume algumas características destes modelos.

Modelos	Tipos de Instituições estudadas	Variável Independente	Tipo de Viagem Considerada
ITE (2008)	Educação Infantil ao Ensino Superior	Alunos, empregados, área construída	Apenas automóvel
CET (1983)	Ensino Fundamental ao Superior	Alunos, salas de aula, área de salas	Apenas automóvel
CET (2000)	Ensino Básico, Fundamental e Médio	Turno, tipo, usuários	Automóvel, ônibus, a pé, outros
Souza (2007)	Ensino Superior	Número de alunos	Automóvel, ônibus, a pé
Nunes (2005)	Ensino Superior	Número de alunos	Demanda por estacionamento
TECTRAN (2003-2004)	Ensino Superior	Número de usuários/ alunos	Automóvel, ônibus, a pé
Herz et al. (2009)	Ensino Superior	Alunos, distância ao centro	Todos os modos (modelos separados)
Bertazzo (2008)	Ensino Médio	Alunos, professores, funcionários	Automóvel, ônibus, a pé

Tabela 01 – Modelos de Geração de Viagens para Estabelecimentos de Ensino

Fonte: Adaptado de Portugal (2012)

Estudos demonstram que as escolas podem apresentar taxas de geração de viagens diferentes conforme o período estudado (matutino, vespertino, noturno ou integral), o público que a utiliza (público ou privado) e local onde está inserida (centro, bairro).

Nesse sentido, o ITE (2021) constatou que escolas primárias apresentam taxas médias de geração de viagens de aproximadamente 1,29 viagens por aluno durante o pico matutino e 1,24 no pico vespertino. O estudo conduzido em Las Vegas, Nevada, analisou a geração de viagens em diferentes tipos de escolas, incluindo públicas, privadas e particular. Os resultados indicaram que escolas particulares tendem a gerar mais viagens por aluno do que escolas públicas, atribuível a fatores como maior dependência do transporte individual e menor utilização de transporte escolar coletivo. O estudo também ressaltou que a localização da escola e as características do entorno urbano influenciam nos padrões de geração de viagens (RTC, 2020).

Outro aspecto relevante é a influência do ambiente construído na geração de tráfego escolar. Pesquisa realizada em Pequim, China, identificou que áreas com alta concentração de escolas, infraestrutura de transporte inadequada e topografia viária complexa apresentam níveis elevados de congestionamento durante os horários de entrada e saída escolares. A análise, baseada em modelos de regressão logística e dados geoespaciais, revelou que a presença de múltiplas escolas em uma mesma região pode reduzir a probabilidade de fluxo livre de tráfego em até 8,34% durante os períodos de pico escolar (KANG *et al.*, 2024).

Considerando que a escola investigada neste estudo oferece ensino nos níveis Infantil e Fundamental, adotou-se, para a estimativa da geração de viagens, a modelagem proposta pela Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo (CET-SP). Tal modelagem

encontra-se formalizada no Boletim Técnico nº 36, publicado em 2000, sendo fundamentada em dados empíricos obtidos a partir de levantamentos realizados em unidades escolares que atuam nos referidos níveis de ensino localizadas no município de São Paulo.

A variável explicativa utilizada no modelo é o número de alunos matriculados na instituição. A metodologia emprega técnicas de regressão linear para estabelecer a relação entre o número de alunos e a quantidade de viagens geradas, permitindo a estimativa da demanda de tráfego associada à instituição de ensino. O modelo considera viagens realizadas por automóvel, ônibus, a pé e outros. A compreensão dos padrões de geração de viagens associados às escolas é essencial para o planejamento de medidas mitigadoras, como a implementação de zonas de exclusão de tráfego, melhorias na infraestrutura para pedestres e ciclistas, e a promoção de programas de transporte escolar coletivo.

NECESSIDADE DE MEDIDAS MITIGADORAS

A implementação de empreendimentos considerados de Polos de Geradores de Viagens (PGVs) pode gerar impactos de diversas ordens, comprometendo a qualidade de vida da população. Diante disso, deve-se adotar medidas mitigadoras eficazes para reduzir os efeitos negativos no tráfego e no ambiente urbano, garantindo um equilíbrio entre o desenvolvimento e a sustentabilidade das cidades. Essas ações devem incluir estratégias como a reorganização do tráfego, o incentivo a modos de transporte sustentáveis e a gestão eficiente de estacionamentos.

A reorganização do tráfego, através de mudanças de sentido de circulação das vias e implementação de semaforização inteligente, por exemplo, contribui para a fluidez do tráfego e redução de congestionamentos. Essas medidas visam otimizar o uso da infraestrutura existente e melhoram a segurança viária (CAVALHEIRO, QUARESMA e CONTI, 2021).

O incentivo a modos de transporte ativos, como a bicicleta e a caminhada, requer investimentos em infraestrutura ciclovária (ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas). Essas ações promovem a redução da emissão de poluentes e melhoram a saúde pública (MARINO, 2019). Além disso, demandam locais apropriados para estacionamento dos veículos, no caso do ciclismo.

No que tange à gestão eficiente de estacionamentos, é crucial para evitar filas duplas e obstruções viárias. Políticas de precificação e controle de uso do espaço urbano para estacionamento podem desestimular o uso excessivo de veículos particulares e incentivar alternativas mais sustentáveis (BARTER, 2016)

MÉTODO

Para atingir o objetivo deste trabalho, foi adotado um procedimento composto por cinco etapas, sendo elas: (i) caracterização da área de estudo (ii) identificação da demanda e horários de entrada e saída dos alunos, com base no modelo de geração de viagens da CET-SP; (iii) pesquisa de contagem volumétrica classificada; (iv) Identificação do nível de serviço da via considerando a situação atual (sem o empreendimento) e a situação futura (com o empreendimento) e (v) Proposição de medidas mitigadoras dos impactos gerados pelo empreendimento, conforme fluxograma apresentado a seguir.

Caracterização da área de estudo

Para analisar o tráfego da região de estudo e as possíveis intervenções e alterações no trânsito com o empreendimento em funcionamento, foi delimitada sua área de influência, considerando a legislação vigente no município de Goiânia, conforme mostra a Figura 1.



Figura 1 - Área de Influência do empreendimento

O Jardim Mariliza, local onde está o empreendimento, por se tratar de um bairro residencial de baixa densidade, possui poucos estabelecimentos com potencial de geração de viagens. Dentre os potenciais geradores de viagens no bairro há: Supermercado Helinho, Bar Gota Azul, Colégio Interativa, Sales Garden, CRT Reparação Automotiva, Studio Tatiane Rodrigues, Outlet Fernanda Calçados e Acessórios. Já na área imediata da Escola Ethos, há os seguintes empreendimentos: Condomínio Ilha de Alegranza, My Brows

Clínica, Jana Bolos e Doces, Bar e Mercearia WS, Premium Festas e Eventos, Chácara Santa Rosa Eventos.

Além disso, há o Condomínio Ilha de Alegranza, constituído por 52 residências de médio padrão, gerando viagens de seus moradores. Apesar disso, o Jardim Mariliza é constituído por empreendimentos de pequeno ou médio porte com tráfego pouco significativo.

Conforme pode-se observar, para acessar o empreendimento, há várias rotas possíveis que, dependendo do ponto de partida, oferecem diferentes percursos. Assim, foram considerados os seguintes aspectos para definição dos pontos para aplicação da pesquisa de contagem volumétrica de veículos: hierarquia das vias e fluxo de veículos das interseções presentes nas imediações do empreendimento. Desta forma, os cruzamentos analisados foram: Ponto 01: Avenida Pio Correia com Rua Copaíba; Ponto 02: Av. Pio Correia com Av. Rosenthal; Ponto 03: Av. Aristóteles com Av. Rosenthal; Ponto 04: Av. Aristóteles com Rua Copaíba; Ponto 05: Av. Aristóteles com Rua Saint Hilaire; e Ponto 06: Marginal Barreiro com Av. Pio Correia.

IDENTIFICAÇÃO DA DEMANDA COM BASE NO MODELO DE GERAÇÃO DE VIAGENS DA CET-SP (2000)

No que tange às escolas que atuam com educação infantil e fundamental para os turnos da manhã e tarde, aplicou-se a modelagem da CET-SP (2000) para Escolas de Educação Infantil de 1º e 2º graus para a rede particular de ensino. A Tabela 2 mostra a percentagem de viagens por cada modo de transporte por grau de ensino para os turnos da manhã e da tarde, considerando somente a capacidade máxima prevista de alunos para a instituição.

Divisão Modal (%)								
Tipo de ensino	Período	Pé	Auto	Coletivo		Outros	Total	Alunos/ auto
				Ônibus	van			
Infantil	Manhã	Entrada	17	33			50	1.33
		Saída	17	33			50	1.33
Fundamental	Manhã	Entrada	25	69			94	1.67
		Saída	37	55	1	1	94	1.58
Infantil	Tarde	Entrada	15	55	6	10	86	1.89
		Saída	13	56	7	10	86	1.9
Fundamental	Tarde	Entrada	14	45	1	4	64	1.63
		Saída	14	45	1	4	64	1.63

Tabela 2 - Divisão Modal – Períodos Manhã/Tarde

Fonte: CET (2000)

O empreendimento em estudo previu um total de 195 pessoas, entre eles alunos e funcionário por turno. A partir do ano de 2025, a escola Ethos tem como objetivo alcançar sua capacidade máxima de alunos e funcionários, totalizando 260 frequentadores por turno, dos quais 220 são alunos e 40 funcionários, conforme Tabela 3.

Salas	Nº Alunos
Infantil 1	20
Infantil 2	20
Infantil 3	20
Infantil 4	20
Infantil 5	20
1º Ano Fundamental	20
2º Ano Fundamental	25
3º Ano Fundamental	25
4º Ano Fundamental	25
5º Ano Fundamental	25
Funcionários	40

Tabela 3 - Quadro de alunos e funcionários da Escola (por turno)

No caso da escola em estudo, os horários de entrada e saída dos alunos são escalonados, conforme especificado abaixo. As entradas no período da manhã são 7:20h - 4º e 5º anos do fundamental, 7:30h - 2º e 3º anos do fundamental e 8h - Educação Infantil e 1º ano. As saídas ocorrem às 12:00 para a Educação Infantil e 1º ano e 12:10 do 2º ao 5º ano. No período vespertino, as entradas acontecem da seguinte forma: 13:00 para as turmas do 2º ao 5º ano do fundamental e 13:30 para a Educação Infantil e 1º ano. Nesse período as saídas ocorrem às 17h30 para todas as turmas.

Segundo Bertazzo *et al.* (2012), as viagens geradas por instituições de ensino ocorrem de modo regular e previamente programado, especialmente nos dias úteis. Os picos de geração de viagens coincidem com os picos de tráfego do sistema viário.

De acordo com a metodologia da CET (2000), para escolas que apresentam, no mesmo turno, diferentes graus de ensino, a estimativa do número de viagens realizadas pelos alunos, nos diferentes modos, deve considerar tanto a tabela 2, quanto a tabela 4.

Período	Grau	Porcentagens de alunos (manhã)	Alunos/ auto (manhã)	Porcentagens de alunos (tarde)	Alunos/ auto (tarde)
Entrada	Infantil	50		36	
	Fundamental	6		13	
Saída	Infantil	50	3,00	36	2,72
	Fundamental	6		14	

Tabela 4 - Porcentagem de alunos por grau x total de alunos de graus diferenciados por auto (Período da Manhã e Tarde) Fonte: CET (2000)

Os percentuais do modelo da CET-SP (2000) apresentados nas Tabelas 3 e 4 foram aplicados para a Escola em estudo, resultando nas viagens por modo mostradas na Tabela 5. Para as viagens por automóvel, o modelo da CET permite a conversão em número de automóveis.

	Grau	Alunos	Período	Pé	Ônibus	Van	Outros	nº de auto
Manhã	Infantil	100	Entrada	17	0	0	0	44
			Saída	17	0	0	0	44
	Fund.	120	Entrada	30	0	0	0	87
			Saída	44	1	1	0	61
Tarde	Infantil	100	Entrada	15	6	10	0	65
			Saída	13	7	10	0	64
	Fund.	120	Entrada	17	1	5	0	66
			Saída	17	1	5	0	66

Tabela 5 - Geração de Viagens para alunos por modo de Transporte

De forma semelhante, também foi calculada a geração de viagens para professores e afins (pedagogo, psicólogo, diretor, etc.). A tabela 6 apresenta as percentagens médias de viagens por cada modo de transporte para o referido grupo, conforme CET-SP (2000), bem como o cálculo da quantidade de viagens encontrada para a escola em estudo.

Professores e afins	Auto	Coletivo	Carona	A pé	outros	Número de funcionários/ auto
Média % - CET	76	10	2	11	1	1
Manhã – Escola estudada	10	1	0	1	0	10
Tarde – Escola Estudada	10	1	0	1	0	10

Tabela 6 - Geração de Viagens para Professores e Afins

De forma análoga, também foi calculada a geração de viagens para funcionários administrativos, incluindo estagiários, limpeza, monitores, secretárias, conforme resultado apresentado na tabela 7.

Administrativo	Auto	Coletivo	Carona	A pé	Outros	Número de funcionários/ auto
Média %	41	50	4	4	1	1
Manhã	11	14	1	1	0	11
Tarde	11	14	1	1	0	11

Tabela 7 - Geração de Viagens para Funcionários Administrativos

Do exposto foi possível estimar o total de viagens produzidas e atraídas pela escola para o ano de 2028, considerando sua capacidade máxima. Nesse contexto, a tabela 8 apresenta o resultado da geração de viagens para o estabelecimento nos diferentes turnos.

Total Geral de automóveis	Entrada	Saída
Manhã	152	110
Tarde	137	151

Tabela 8 - Geração de Viagens Totais para o Estabelecimento por automóveis

PESQUISA DE CONTAGEM VOLUMÉTRICA CLASSIFICADA

A pesquisa de contagem volumétrica classificada de veículos tem como finalidade identificar a quantidade, a direção e a composição do fluxo de veículos que utilizam uma seção ou interseção do sistema viário, numa unidade de tempo (Brasil, 2006). A Figura 2 apresenta o mapa da distribuição dos pontos de contagem volumétrica classificada de veículos no entorno do empreendimento.



Figura 2 – Pontos de Contagens Volumétricas Classificadas

As pesquisas de Contagem Volumétrica de Veículos no entorno do empreendimento ocorreram nos pontos indicados na Figura 2, no dia 23 de agosto de 2023 e nos horários das 07h às 09h, das 11h às 14h, das 17h às 19h.

Identificação do Nível de Serviço da via

A apresentação dos resultados foi estruturada em duas situações: (i) Situação atual sem o empreendimento; (ii) Situação futura (horizonte de 5 anos) com o empreendimento. O nível de serviço foi calculado para a hora de pico de cada cruzamento, identificado a partir dos dados coletados em campo, para os turnos da manhã, tarde e noite.

Seguindo as recomendações do HCM (2000), adotou-se o fluxo de saturação corrigido em função das variáveis: número de faixa, fator de correção de largura, declividade, presença de estacionamento, fator de ajuste para veículos pesados, tipo de área, conversões à esquerda. Os resultados encontrados para o Nível de Serviço, considerando tanto a situação atual, como a futura, estão apresentados na Tabela 9.

PONTOS	Horários de Pico	TIPO	CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO FUTURO
			NS	NS
1	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (17:00-18:00)		A	A
2	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (17:00-18:00)		A	A
3	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (17:00-18:00)		A	A
4	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (18:00-19:00)		A	A
5	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (18:00-19:00)		A	A
6	MANHÃ (07:00-8:00)	“PARE”	A	A
	TARDE (13:00-14:00)		A	A
	NOITE (18:00-19:00)		A	A

Tabela 9 – Nível de Serviço para o Cenário Atual e Futuro

Os resultados indicaram pequena variação no fluxo de veículos nas vias do entorno do empreendimento. Isso pode ser comprovado a partir da avaliação do NS das aproximações nas diversas situações (fluxo atual sem o empreendimento, fluxo futuro sem o empreendimento, e fluxo futuro com o empreendimento) que mostrou que o NS das aproximações permaneceu em A para todas as situações estudadas.

Mesmo com esse baixo impacto, foram propostas medidas mitigadoras tais como: mudança no sentido de circulação das vias, adequação da sinalização vertical e horizontal, inserção de vagas para ciclistas, motociclistas e vans escolares, estabelecimento de área para embarque e desembarque de alunos, entre outros.

Proposição de medidas mitigadoras dos impactos gerados pelo empreendimento

Apesar dessa pequena alteração no fluxo de veículos, estão previstas medidas mitigadoras dos impactos gerados pela implantação do empreendimento na região, como alteração no sentido de circulação das vias no entorno do mesmo, conforme pode ser visualizado na Figura 3.



Figura 3 - Sentido de Circulação previsto

Vias com sentido duplo de circulação tendem a apresentar maior complexidade para os pedestres, que precisam interagir com fluxos de tráfego em ambas as direções. Como a instituição atende crianças, recomendou-se a alteração no sentido de circulação da via de acesso à escola, passando de duplo sentido de circulação para sentido único.

Foi proposto também ao estabelecimento de ensino a inclusão de 36 vagas internas para automóveis, uma para carga e descarga, cinco para motocicletas e 7,90 m² de área destinada ao estacionamento de bicicletas, atendendo as recomendações da Lei Complementar nº 364, de 13 de janeiro de 2023 e a Lei nº 10.845, de 04 de novembro de 2022.

Além destas vagas, recomendou-se como medida mitigadora a implantação de 2 vagas para estacionamento de escolares. Essas vagas poderão ser utilizadas para qualquer tipo de veículo desde que fora do horário de entrada e saída de alunos do estabelecimento de ensino. Para tal, as vagas receberão a devida sinalização vertical.

Para segurança dos frequentadores da escola, também foi sugerida a implementação de uma área específica para Embarque e Desembarque de alunos, com um total de 201,40 m², conforme mostra a Figura 4.

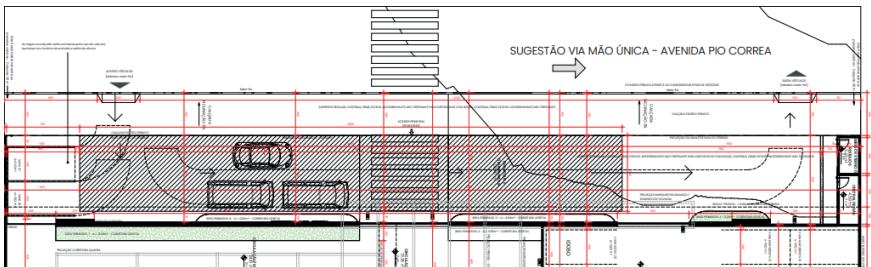


Figura 04 – Área para Embarque e Desembarque de alunos

Devido ao aumento do fluxo de veículos na região durante os períodos de entrada e saída de alunos da escola, sugere-se a implantação de sinalização adequada para o ambiente escolar, como Passagem Sinalizada de Escolares – Sinal A -33b, faixa de pedestre e Proibição de Estacionamento nas imediações da faixa de pedestre.

CONCLUSÕES

Esse trabalho teve como objetivo analisar os efeitos da instalação de uma escola de médio porte em um bairro residencial de Goiânia, no fluxo de veículos em vias adjacentes ao estabelecimento de ensino. A partir da aplicação de metodologias consolidadas tanto para o cálculo da geração de viagens para empreendimentos do tipo escola, quanto para a determinação do Nível de Serviço, foi possível observar que a região, por ser predominantemente residencial, sofreu pouco impacto devido à implantação da escola estudada.

Todavia, apesar do baixo impacto causado, foram propostas medidas mitigadoras tais como: mudança no sentido de circulação das vias, adequação da sinalização vertical e horizontal, inserção de vagas para ciclistas, motociclistas e vans escolares, estabelecimento de área para embarque e desembarque de alunos, entre outros.

Ressalta-se que o empreendimento beneficiará a comunidade na qual está sendo implementado, uma vez que há carência de estabelecimentos de ensino com o perfil da Escola na região. A implementação da Escola, além de reduzir a distância de viagens dos moradores dos condomínios da região, também provocará diminuição significativa no tempo de viagem, pois a escola atende o perfil da população que reside no seu entorno.

Além disso, a escola se constitui como um estabelecimento gerador de empregos (professores, administrativos, limpeza, entre outros), impactando positivamente o desenvolvimento econômico de Goiânia.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, A. C e KNEIB, E. C. (2017). Polos geradores de viagens e seus impactos na paisagem urbana: um estudo sobre o impacto de um Shopping Center em Goiânia – GO (Brasil). *Cuadernos de Geografia: Revista Colombiana de Geografia* 26 (1): 187–200. doi: 10.15446/rcdg.v26n1.49738, 2017.
- BARTER, P. Gestão de estacionamento nas ruas: um manual internacional. Transporte Urbano Sustentável, Documento Técnico #14, Deutsche Ministério Federal da Cooperação Econômica e do Desenvolvimento (BMZ) Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2016, Berlim, Alemanha, 2016.
- BRITO, L. M. L. Procedimentos Metodológicos para inserção da Mobilidade Urbana Sustentável no Processo de Licenciamento de Polos Geradores de Viagens. Dissertação de Mestrado- Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, 2019.
- BRASIL.** *Código de Trânsito Brasileiro: instituído pela Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997.* Brasília, DF: Presidência da República, [1997]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9503.htm. Acesso em: 7 maio 2025.
- BRASIL. Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano CXLIX, n. 3, p. 1, 4 jan. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12587.htm. Acesso em: 7 maio 2025.
- CAVALHEIRO, E. R. M., QUARESMA, C. C., & CONTI, D. M. O uso da luz de tráfego inteligente na mobilidade urbana sustentável: uma revisão sistemática da literatura. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, 17(2), 2021.
- CET-SP – Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo. Boletim Técnico nº 32: Polos Geradores de Tráfego. São Paulo: CET, 1983.
- CET-SP – Companhia de Engenharia de Tráfego. Pólos Geradores de Tráfego II: escolas, escritórios e shopping centers. Boletim Técnico nº 36. São Paulo: CET, 2000.
- Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAN). Manual de procedimentos para o tratamento de pólos geradores de tráfego. Brasília: DENATRAN/FGV, 2001.
- DE SOUSA, L. A. P. Estudo de supermercados como polos geradores de viagens. 2008. 71p. Projeto Final de Curso (Bacharel em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro - RJ, 2008.
- GOIÂNIA (Município). Lei nº 10.977, de 28 de junho de 2023. Dispõe sobre o instrumento do Estudo de Impacto de Trânsito no Município de Goiânia. Diário Oficial do Município: seção 1, Goiânia, GO, n. 8075, p. 1, 28 jun. 2023. Disponível em: https://www.goiania.go.gov.br/html/gabinete_civil/sileg/dados/legis/2023/lo_20230628_000010977.html. Acesso em: 7 maio 2025.
- JACQUES, M. A. P.; BERTAZZO, Â.; GALARRAGA, J.; HERZ, M. Nova abordagem para o estudo das viagens geradas nas instituições de ensino. *Transportes*, 18(1), 2010.
- KANG, C.; WU, X.; SHI, J.; YANG, C. Association between built environment characteristics and school run traffic congestion in Beijing, China, 2024. arXiv preprint arXiv:2411.11390. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2411.11390>. Acesso em: 7 maio 2025.

LA VIGNE, N. G. **Traffic congestion around schools**. Washington, DC: US Department of Justice, Office of Community Oriented Policing Services, 2007.

MARINO, F. U. Dois pedais, duas medidas: o papel da infraestrutura cicloviária na mobilidade por bicicletas no Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

OESTREICH, L.; LEMES, J. A.; MENNA, R. O.; TORRES, T. B.; RUIZ-PADILLO, A. Avaliação da Percepção da Segurança Viária no Entorno de Escolas Mediante uma Análise Estatística Fuzzy. In **CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET** (Vol. 31), 2017.

PORTEGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes. [S.I.]: Ed. Edgard Blucher, 2003.

PORTEGAL, Licinio da Silva (Org.). Polos geradores de viagens orientados à qualidade de vida e ambiental: modelos e taxas de geração de viagens. Rio de Janeiro: Interciência, 2012. 708 p. ISBN 978-85-7193-305-7.

SAYAGO, O. D. O.; BORSZCZ, D. C.; SANTOS, P. A. B.; BASTOS J. T. VELOCIDADES INSEGURAS NO ENTORNO DE UNIDADES DE SAÚDE E ESCOLAS. In: **PLURIS 2024 – 10º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável**, Guimarães, Portugal, 2024.

SILVA, L. R. Metodologia de delimitação da Área de Influência dos Polos Geradores de Viagens para estudos de Geração de Viagens – Um estudo de casos nos supermercados e hipermercados. Dissertação de Mestrado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 169p., 2006

SILVA, C. A. A.; FERNANDES, L. G. R. Análise dos Polos Geradores de Viagem do Tipo Instituição de Ensino Superior na Cidade de Juiz De Fora. Monografia (Curso de Engenharia Civil) –Faculdade Doctum Juiz de Fora, 2020.

SUN, W., GUO, D., LI, Q., & FANG, H. (2021). School runs and urban traffic congestion: Evidence from China. *Regional Science and Urban Economics*, 86, 103606

Institute of Transportation Engineers. Trip Generation Manual, 11^a ed., Washington, D.C.: ITE, 2021.

Regional Transportation Commission of Southern Nevada. School Trip Generation Study, Las Vegas, NV: RTC, 2020. Disponível em: https://www.rtcnv.com/projects-initiatives/wp-content/uploads/sites/4/2020/07/2020-06-30-SNV-School-Trip-Generation-Study_FINAL.pdf. Acesso em: 7 maio 2025.