



VII SINGEP

Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade
International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability

ISSN: 2317-8302

ANÁLISE DO FLUXO DE TRÁFEGO UM POLO GERADOR DE VIAGEM (PGV) EM UMA VIA COLETORA NA ZONA CENTRAL DA CIDADE DE MANAUS

IZABEL CRISTINA DE SOUZA COLARES

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

JUSSARA SOCORRO CURY MACIEL

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas

Agradeço à professora Jussara Socorro Cury Maciel pelo incentivo à pesquisa.



AN3LISE DO FLUXO DE TR3FEGO DE UM POLO GERADOR DE VIAGEM (PGV) EM UMA VIA COLETORA NA ZONA CENTRAL DA CIDADE DE MANAUS

Resumo

O fluxo de ve3culos 3 parte fundamental nas vias urbanas, pois 3 importante que haja o tr3fego adequado, considerando sua capacidade, sinaliza3o, vagas de estacionamento e entre outros fatores que contribuam para a redu3o de congestionamentos na cidade. Entretanto, o tr3nsito nas vias torna-se cada vez mais lento, principalmente em pontos que cont3m Polos Geradores de Viagens (PGVs), onde grande parte desses empreendimentos 3 respons3vel por gerar um grande volume de viagens e n3o possuem local para estacionamento ou vagas que atendam a demanda. O artigo tem como objetivo avaliar os frequentes impactos que o PGV apresenta em uma via coletora e analisar o fluxo e a capacidade de ve3culos no local atrav3s de dados t3cnicos como o Fator Pico Hor3rio, N3vel de Servi3o e Modelo Webster, relatando as dificuldades de trafegar em um determinado dia da semana e encontrar vagas de estacionamento pr3ximas ao local de estudo.

Palavras-chave: fluxo; tr3fego; Polos Geradores de Viagens.

Abstract

The flow of vehicles is a fundamental part of urban roads, because it is important that there is adequate traffic, considering their capacity, signs, parking spaces and other factors that contribute to the reduction of congestion in the city. However, traffic on the roads becomes slower, especially in points that contain Travel Generating Poles (PGVs), where a large part of these enterprises is responsible for generating a large volume of trips and do not have parking space or places that meet demand. The objective of this paper is to evaluate the frequent impacts that the PGV presents in a collection route and to analyze the flow and capacity of vehicles in the place through technical data such as the Peak Time Factor, Service Level and Webster Model, reporting the difficulties of traffic on a particular day of the week and find parking spots close to the study site.

Keywords: flow; traffic; Travel Generating Poles.



1. Introdução

O crescente número de empreendimentos que geram um grande volume de viagens e que não possuem local adequado para o estacionamento de veículos, vem sendo um problema constante nas vias urbanas. Estes empreendimentos são conhecidos como Polos Geradores de Viagens (PGVs) que se definem como locais ou instalações de distintas naturezas que geram potenciais impactos nos sistemas viários e de transportes (congestionamentos, acidentes e naturais repercussões no ambiente), como também no desenvolvimento socioeconômico e na qualidade de vida da população (REDPGV, 2018).

A cidade de Manaus passou por um processo de crescimento demográfico e migratório, principalmente entre as décadas de 70 e 90, decorrente da consolidação da Zona Franca de Manaus, havendo impactos diretos no sistema viário existente. Até 2015 a população chegou à 2.020.311 habitantes, fazendo com que o sistema viário ficasse cada vez mais saturado, principalmente o eixo Norte-Sul, quando comparado com o volume populacional das décadas anteriores (Costa & Maciel, 2017).

De acordo com Santos e Barbosa (2017), com o aumento populacional e a demanda por empregos, a zona central da cidade tornou-se um dos principais PGVs, localizando-se no Setor Urbano 01, de acordo com a lei de uso e ocupação do solo do município de Manaus, Lei 1.823 de janeiro de 2014, sendo uma “área de concentração de comércio e serviços, de verticalização média, predominância de usos comerciais, de serviços e incentivo ao uso residencial”. Para Portugal e Kneib (2010) estes Polos Geradores de Viagens (PGVs) de uso institucional e comercial são os mais relevantes na alteração da estrutura urbana, resultando fluxos intensos em determinados locais.

Próximo à zona central da cidade encontra-se o Santuário de Nossa Senhora Aparecida, no bairro N. Sra. Aparecida – Zona Sul de Manaus, localizado na Rua Alexandre Amorim, que serve como corredor viário para ligação dos bairros adjacentes ao Centro. Este local é tradicional na região e frequentado principalmente as terças-feiras há mais de cinquenta anos pelos fiéis, segundo matéria publicada no portal a12.com, por Carmem Silva, onde ocorre simultaneamente a feira itinerante que também é considerada tradicional pelos moradores locais. Entretanto o fluxo de veículos neste dia é bastante intenso, decorrente das pessoas que querem acessar o PGV e as que querem chegar ao bairro Centro.

Segundo Portugal e Goldner (2003), os Polos Geradores de Viagens (PGV's) são “empreendimentos de distintas naturezas que têm em comum o desenvolvimento de atividades em um porte e escala capazes de gerar um contingente significativo de viagens”, portanto não somente a igreja pode se enquadrar, outros polos geradores que se situam na via também contribuem para o fluxo no local.

É importante ressaltar o Plano Diretor Municipal que auxilia a estruturação do território e estabelece as diretrizes de ocupação do solo, portanto, servem de critério para a escolha do local, o tipo de PGV que pode ser implementado, o planejamento de transportes e de sua infra-estrutura, além da definição das classes de via nas quais os PGVs podem ser construídos (REDPGV, 2018).

As vias são caracterizadas de acordo com o Código de Trânsito Brasileiro-CTB, sendo as urbanas divididas na hierarquia como vias de trânsito rápido, arteriais, coletoras e locais.



Para a elaboração deste estudo é importante saber a definição das vias coletoras, portanto o CTB define como “aquela destinada a coletar e distribuir o trânsito que tenha necessidade de entrar ou sair das vias de trânsito rápido ou arteriais, possibilitando o trânsito dentro das regiões da cidade”.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos e o fluxo de tráfego da via coletora que liga o bairro Aparecida e adjacentes ao Centro de Manaus, em decorrência das dificuldades de estacionar e trafegar na via ou nas proximidades do Santuário de Nossa Senhora Aparecida, principalmente as terças-feiras, pois ocorre um evento religioso considerado tradicional na cidade há mais de cinquenta anos que atrai pessoas de diversos locais.

2. Metodologia

A pesquisa iniciou-se em uma aula na disciplina de Engenharia Transportes, quando se comentou sobre os impactos que os Polos Geradores de Viagens causam decorrente da demanda de pessoas que acessam o local e principalmente por aquele empreendimento não possuir estacionamento ou ser insuficiente. Portanto, o estudo teve início após verificar que em um determinado dia da semana, uma via apresenta problemas de acesso decorrentes de um empreendimento e uma feira tradicional.

A figura 1 promove uma visualização clara e antecipada em relação à localização do PGM (Santuário de Nossa Senhora Aparecida), além das zonas da cidade (círculo lilás) que possuem linhas de ônibus que trafegam na via do PGM, mostrando também, o trecho da via de acesso ao bairro Centro (círculo vermelho) que fica congestionado principalmente as terças-feiras.

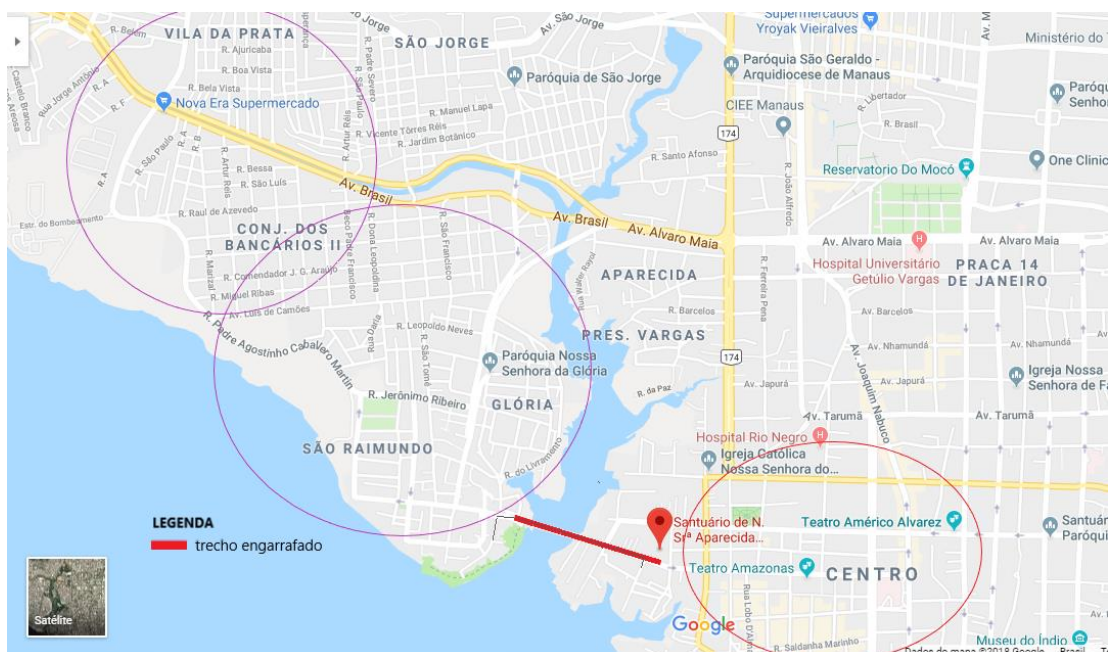


Figura 1: Localização do PGM.

Fonte: Google Maps, 2018.



Para a coleta de dados foram realizadas visitas ao local em dois dias da semana no período matinal para a contagem veicular, sendo a terça-feira (dia em que ocorre a novena na igreja) e outro dia qualquer que fizesse parte do cotidiano das pessoas que acessam a via, para efeitos comparativos. Foram realizadas também pesquisas *in loco* em relação ao tempo de ciclo de um semáforo que fica no cruzamento da rua Comendador Alexandre Amorim (via de estudo) com a rua Luiz Antony.

A análise foi dividida em etapas, utilizando o *HIGHWAY CAPACITY MANUAL (HCM)* 2010, para estudos de capacidade da via, nível de serviço e a estimativa do número médio de viagens atraídas na hora de pico, assim como adaptando e fazendo algumas considerações do Modelo Webster, é possível apresentar as relações e comparativos pertinentes com os indicadores de tráfego, tais como taxas de ocupação, fluxo e grau de saturação. Além da metodologia da CET- São Paulo (1983) e (2000), onde sugere uma avaliação do impacto em três níveis:

- i. Nas vias do entorno: contempla principalmente, as características físicas do projeto, como localização e dimensionamento dos acessos, suficiência de vagas de estacionamento, áreas de carga e descarga, local para embarque e desembarque.
- ii. Nas vias de acesso: utiliza-se uma metodologia que depende basicamente das seguintes variáveis: geração de viagens, divisão modal, área de influência e rotas de acesso utilizadas pelos usuários.
- iii. Na área: preocupa-se com o agrupamento de mais um polo na mesma área, quando trechos de vias ou interseções de acesso comum podem estar seriamente comprometidos.

Os resultados da análise serão apresentados em quadros comparativos e através de fotos e mapas do local e via de acesso.

2.1. Caracterização do local de estudo



Figura 2: Feira tradicional do Bairro N. Sra. Aparecida.

Fonte: Autor, 2018



Figura 3: Santuário de N.Sra. Aparecida.

Fonte: Google Maps, 2018.



O polo gerador de viagens a ser estudado é o Santuário de Nossa Senhora Aparecida, localizado no bairro N. Sra. Aparecida, no Setor Urbano 2, de acordo com a lei de uso e ocupação do solo do município de Manaus, Lei 1.823 de janeiro de 2014, sendo uma “unidade de uso diversificado, de verticalização baixa e densidade baixa, manutenção das atividades existentes, integração de atividades comerciais, de serviços e industriais, compatíveis com o uso residencial”.

A edificação fica localizada próxima à área central da cidade, onde estão situados os centros comerciais e escolas. A via que dar acesso ao local é utilizada por transporte público e particular, por ser uma via coletora, recebe o fluxo dos bairros adjacentes que necessitam trafegar pela rua do PGV para chegar ao bairro Centro.

O maior problema de trafegar por essa via encontra-se em um dia específico da semana, sendo a terça-feira, pois é o dia em que ocorre a novena na igreja e a feira que situa-se na rua ao lado, ambas são tradição do bairro e atraem pessoas de todas as zonas cidade. Conseqüentemente o trânsito torna-se lento, decorrente do fluxo de pessoas que querem acessar o local com veículos, mas não encontram estacionamento, pois as vagas que oferecem na igreja são insuficientes, portanto a maioria das pessoas acaba estacionando na via e às vezes no meio dela, interrompendo o fluxo e causando congestionamento apenas naquele local.

3. Resultados e Discussões

3.1. Determinação do Fator Horário de Pico (FHP)

O volume de tráfego ou de fluxo foi obtido através da contagem de veículos que acessavam a via do PGV. Foi determinado o Fator Pico Horário – FPH, onde o HCM determina dividir a hora de pico em intervalos de 15 minutos e fazer a contagem de veículos anotando-se o volume separadamente para cada intervalo. O maior volume deverá ser multiplicado por 4 e em seguida determinar o FPH que é a relação entre o volume de uma hora e o volume máximo de 15 minutos multiplicado por 4, ou seja,

$$FPH = \frac{V}{4 \times V_{15}} \quad (1)$$

Onde: FPH = fator hora pico

V = volume horário em veículos/hora

V₁₅ = volume durante o pico de 15 min em veíc./15 minutos

Para verificar a hora de pico matinal no trecho, pesquisaram-se os horários em que mais pessoas frequentavam a igreja, portanto através de um gráfico fornecido pelo site responsável por informações sobre o PGV, definiu-se o horário de 8 h as 9 h, pois de acordo com a figura 4, é o horário matinal mais frequentado na terça-feira. A contagem veicular realizada na segunda-feira foi escolhida por ser um dia normal no cotidiano de trabalho/escola, e também serviu como referência para a coleta de dados.

**Figura 4. Horários de pico de visitas à igreja.**

Fonte: Paróquia Nossa Senhora Aparecida.

Quadro 1:

Contagem veicular para determinação do FHP na terça-feira.

Horário	Quantidade de veículos acessando a via
8:10 – 8:25	300
8:25 – 8:40	309
8:40 – 8:55	322
8:55 – 9:10	346
Total de veículos/hora	1277
FPH	0,92

Nota. Fonte: Autor, 2018.

Quadro 2:

Contagem veicular para determinação do FHP na segunda-feira.

Horário	Quantidade de veículos acessando a via
8:15 – 8:30	246
8:30 – 8:45	201
8:45 – 9:00	237
9:00 – 9:15	247
Total de veículos/hora	931
FPH	0,94

Nota. Fonte: Autor, 2018.

Estes valores auxiliam na análise de nível de serviço da via, determinando se a mesma possui capacidade adequada para os veículos que ali trafegam. Portanto, fazendo-se a comparação da quantidade de veículos que acessam a via na terça-feira e na segunda-feira, verifica-se que o número de viagens geradas no primeiro quadro é maior quando comparado ao segundo, entretanto o FPH de ambos são similares, tendo como resultado o valor de 0,92 e 0,94, considerado normal para áreas urbanas, já que os valores nessas áreas geralmente situam-se entre 0,80 e 0,98. No entanto, próximo de 0,95, que é o valor indicativo de grande volume de tráfego (DNIT, 2006). As figuras 5 e 6 demonstram as diferenças de fluxo veicular na via em dias distintos.

**Figura 5. Via do PGV na segunda-feira.**

Fonte: Autor, 2018.

**Figura 6: Via do PGV na terça-feira.** Fonte: Autor, 2018.

3.2. Nível de serviço da via

O nível de serviço da via a ser estudada é definido de acordo com o *HCM* como uma medida qualitativa de vários fatores, estabelecidos apenas em função da: velocidade desenvolvida na via e a relação entre o volume de tráfego e a capacidade da via, ou seja, o FPH encontrado acima. São classificados 6 níveis de serviço, sendo de A (condições ideais de escoamento livre) até o F (congestionamento completo), determinados de acordo com a tabela abaixo:

Tabela 1:

Nível de serviço da via definido pelo *HCM*

Demanda/Capacidade	Nível de Serviço
Até 0,25	A
De 0,25 a 0,50	B
De 0,50 a 0,75	C
De 0,75 a 0,90	D
De 0,90 a 1,00	E
Sem significado numérico	F

Nota. Fonte: Adaptado de *Highway Capacity Manual* (2010).

Portanto, o nível de serviço da via coletora na segunda-feira e terça-feira indica-se no E, este nível supõe que o tráfego apresenta volumes próximos ou iguais à capacidade da via, além de velocidades baixas já que a ultrapassagem é impossibilitada devido a redução da largura da via em função dos veículos estacionados. As paradas são frequentes, sendo instáveis e forçadas as condições de circulação de acordo com o *HCM* 2010.



3.3. Modelo Webster

O fluxo de tráfego na via do PGV é apenas em um sentido, sendo o bairro-centro. Segundo Webster (1964 *apud* LACORTT, 2013), a capacidade de uma aproximação sinalizada (C_p), medida em veículos por hora, é o produto do fluxo de saturação (S) com o tempo de verde efetivo (gef), dividido pelo tempo de ciclo (C), ambos em segundos, conforme Equação (2):

$$C_p = S \cdot \frac{gef}{c} \quad (2)$$

O tempo de verde efetivo (gef) é a soma do tempo de verde normal (g) ao tempo de amarelo (ta), subtraídos do tempo perdido por fase (Ii), conforme Equação (3):

$$gef = g + ta - Ii \quad (3)$$

Os valores do tempo de Ciclo (C) e o valor do tempo de verde normal (g) foram estimados após pesquisa *in loco*. Outro conceito importante é o Tempo Perdido Total (Tp), e pode ser considerado como a soma do tempo de amarelo (ta) com o tempo perdido por fase (Ii), conforme Equação (4).

$$Tp = ta + Ii \quad (4)$$

O fluxo de saturação (S) de uma aproximação, medido em veículos por hora de tempo verde (v/htv), pode ser estimado pela Equação (5), em que L corresponde à largura da aproximação, ou seja, largura da via em metros, entretanto por não ser do tipo padrão e apresentar veículos estacionados na via, adota-se os termos de perda de largura útil na linha de retenção, através da Equação (6).

$$S = 525 \cdot L \quad (5)$$

$$p = 1,68 - 0,9x \left(\frac{z-7,6}{g} \right) \quad (6)$$

Sendo: P = perda de largura, em metros (m);

Z = distância entre a linha de retenção e o primeiro veículo estacionado, em metros;

G = tempo de verde de aproximação, em segundos.

A taxa de ocupação (y) de uma dada aproximação é a relação entre o fluxo veicular (q) e o fluxo de saturação (S), sendo que os fluxos veiculares adotados serão os maiores volumes da hora pico (VHP). O valor dessa taxa de ocupação é calculada pela Equação (7):

$$y = \frac{q}{S} \quad (7)$$

O grau de saturação (X), definido como sendo a divisão entre o fluxo veicular (q) e a capacidade de atendimento de uma aproximação (C_p), conforme Equação (8):

$$X = \frac{q}{C_p} \quad (8)$$

Para a situação analisada na via do PGV, estimou-se que o tempo de verde é em média de 20 segundos, que o tempo de amarelo de são 3 segundos e o vermelho é de 42 segundos, L de 10 metros menos a perda de largura devido a veículos estacionados ($L = 8,32$ m aproximadamente), e adotando Ii de 3 segundos, obtém-se os dados apresentados na Tabela 2, a seguir:



Tabela 2:

Parâmetros Modelo Webster

Parâmetros	Para q = 1277	Para q = 931
S	4368	4368
gef	20	20
Cp	1344	1344
Tp	6	6
y	0,29	0,21
X	0,95	0,69

Nota. Fonte: Autor, 2018.

De acordo Webster (1964 *apud* LACORTT, 2013), o grau de saturação é um coeficiente que indica o quanto a demanda está próxima da capacidade horária de escoamento. Quando o grau de saturação for superior a 1, significa que a solicitação é maior que a capacidade de atendimento da aproximação, ou seja, gera um congestionamento em razão dos veículos que chegam e não são atendidos. Nos dados analisados o grau de saturação na terça-feira, com a ocorrência da novena e feira é muito maior quando comparado ao da segunda-feira, portanto, comprova uma retenção de fluxo na via.

3.4. Vagas de estacionamento

A área construída do estabelecimento é de 2000 m² de acordo com informações fornecidas, sua capacidade é para 400 pessoas sentadas. As vagas de estacionamento oferecidas encontram-se na área externa do local contando com 2 vagas para idosos e 2 vagas para portadores de necessidades especiais. De acordo com a lei de uso e ocupação do solo do município de Manaus, Lei 1.823 de janeiro de 2014, a quantidade de vagas para uma edificação tipo igreja e templos religiosos é 1 vaga/8 m² de área útil. Portanto, as vagas que a igreja oferece estão dentro das normas de mobilidade, mas são insuficientes para a demanda no local no dia em que ocorre a novena e a feira, deixando seus frequentadores sem acesso a essas vagas.

Para melhor visualização dos Polos Geradores de Viagens (escola e fórum de justiça) construídas dentro da área de influência de outro Polo Gerador de Viagens (igreja), foi utilizado imagens em terceira dimensão do software livre Google Earth, conforme Figura 7.



Figura 7. Localização dos PGVs na via.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018

Observando-se o local, especificamente na terça-feira a quantidade de veículos que necessitam acessar o PGV é alta, então grande parte deles acaba estacionando na rua, ou alguns param no meio da via para desembarque, com isto acarretando no fluxo da via. As figuras a seguir mostram as vagas disponíveis na igreja.



Figura 8. Vagas de idosos na área externa do PGV.

Fonte: Autor, 2018.



Figura 9. Vagas de deficientes físicos na área externa do PGV.

Fonte: Autor, 2018.

A partir da análise de fluxo realizada e as vagas de estacionamento insuficientes ofertadas pela igreja, verificou-se um local próximo ao PGV que poderia servir como



estacionamento rotativo e ajudar na fluidez do trânsito, em decorrência das pessoas que procuram por vagas próximas à igreja. Portanto, verificou-se que no bairro existe um galpão que pertence à escola de samba Mocidade Independente de Aparecida, localizado em uma rua atrás da igreja, sendo este galpão repleto de vagas de estacionamento inutilizadas que poderiam servir para ajudar nos problemas de tráfego ocorrentes na terça-feira.



Figura 10. Alternativa de estacionamento rotativo.

Fonte: Adaptado de Google Earth, 2018.

4. Conclusão

Por meio da pesquisa de campo e os modelos de capacidade e fluxo da via, verificou-se que o Polo Gerador de Viagens apresentou os três níveis de impactos avaliados, constatando número de vagas insuficientes, grande geração de viagens e a influencia de outros polos geradores na via.

A coleta de dados constatou que o fluxo na via na terça-feira e segunda-feira são similares, pois apresentou nível de serviço E para ambos os dias que foram feitas as contagens de veículos, com a diferença da quantidade de veículos estacionados na rua no dia que ocorre a novena, pois neste dia a largura da via torna-se mais ocupada pelos dois lados para ser usada como estacionamento. Além de apresentar resultados maiores em relação à taxa de ocupação e grau de saturação, constatando o tamanho do impacto gerado pelo maior fluxo veicular devido à realização do evento.

O fluxo permaneceu o mesmo nos dois dias devido a quantidade de PGVs no local, tais como a Escola Estadual Nossa Senhora Aparecida, Fórum dos Juizados Especiais – Des. Mário Verçosa, consultórios odontológicos, Hospital São Lucas, Colégio Militar de Manaus e uma unidade de energia elétrica da Manaus Energia. Portanto, a ocorrência da novena e da feira representam fatores que podem contribuir para o congestionamento na via, mas não são únicos, a própria via tem características de corredor viário, uma vez que recebe fluxo dos bairros adjacentes à Aparecida, por isso a via, por meio do Modelo Webster apresentou uma capacidade próxima do seu limite.



O presente estudo pode ser aproveitado para soluções práticas aos efeitos negativos do adensamento urbano com relação ao trânsito local, além da alternativa de possuir um local para estacionamento rotativo, deve-se instaurar também, melhorias no transporte público, investimentos em infraestrutura, entre outras soluções que podem contribuir para decisões futuras relacionadas ao fluxo no local.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa, M. K. , & Rodrigues, F. C. S. (2017). *Eficiência do tempo de ciclo de sinalização semafórica em Manaus/AM*. In: **21º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito da ANTP**. Recuperado em 22 de abril, 2018 de <http://www.antp.org.br/biblioteca/>

Companhia de Engenharia de Tráfego (1982) **Polos Geradores de Tráfego**. Boletim Técnico N°32. Prefeitura de São Paulo.

Costa, M.N., & Maciel, J. S. C. (2017). Shopping Center como Atrativo de Condomínios Verticais e as Influências no Tráfego Viário. *Anais do XXXI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Recife.

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2006). *Manual de estudos de Tráfego*. Rio de Janeiro: DNIT/IPR.

Highway Capacity Manual (2010). **Transportation Research Board**. Whashington, DC, EUA.

Lacortt, M. (2013). *Modelagem matemática para otimização do tráfego urbano semaforizado*. **Revista TEMA**, v. 14, n° 3, São Carlos.

Lei N° 1.838, de 16 de janeiro de 2014 (2014). Dispõe sobre as normas de uso e ocupação do solo no município de Manaus e estabelece outras providências. Diário Oficial, Brasília, 2014.

Kneib, E. C., Silva, P. C. M., &Portugal, L. S. (2010) *Impactos decorrentes da implantação de pólos geradores de viagens na estrutura espacial das cidades*. **Revista Transportes**, v. XVIII, n. 1, pp. 27-35.

Portugal, L.S. & Goldner, L.G. (2003) *Estudo de Pólos Geradores de Tráfego e de seus Impactos nos Sistemas Viários e de Transportes*. Editora Edgard Blucher.

REDPGV - Rede Ibero-Americana de Estudo em Pólos Geradores de Viagens (nd). Recuperado em 19 de abril, 2018, de <http://redpgv.coppe.ufrj.br>.