

Análise do uso de faixas de pedestres com sinalização semafórica para travessias em dois locais de Manaus – AM.

Átila Sielskis Vieira Ermes¹; Jussara Socorro Cury Maciel²; Kirssia Matos Isaac Sahdo³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM - Campus Manaus Centro - Av. Sete de Setembro, 1975, Manaus - AM, 69020-120. Telefone: (92) 3621-6700. Departamento de Infraestrutura – DAINFRA, curso de Engenharia Civil¹²³

SINOPSE

A proposta desta pesquisa é coletar dados referentes às faixas de pedestre em dois pontos da cidade de Manaus que apresentam sinalização semafórica. Aplicaram-se os dados coletados no modelo Webster e analisaram-se os resultados. Concluiu-se que a faixas analisadas atendem às necessidades do pedestre e às exigências normativas, todavia, causam impactos às vias.

PALAVRAS-CHAVES

Mobilidade; Travessia; Sinalização semafórica.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização das cidades atingiu vários setores, principalmente os ambientais e socioeconômicos. Com o alto crescimento populacional nas últimas décadas, aumentou gradativamente a área das cidades, ocorrendo uma descentralização das atividades do cotidiano. A necessidade de se locomover no dia a dia requer uma boa mobilidade urbana, para que haja uma boa qualidade de vida, melhorando também a economia, devido a eficiência do transporte.

Vargas (2008) relata mobilidade como o ato de deslocar pessoas e bens em um espaço, em um tempo ideal, de forma confortável e segura para realização de suas atividades cotidianas. A lei 12.587/2012 (Brasil,2012) definiu como mobilidade urbana como condição em que se realizam os deslocamentos de pessoas e cargas no espaço urbano.

Com o sistema viário saturado, e o transporte público perdendo a eficiência, é notável a má qualidade dos ônibus em circulação na capital, o que só aumenta a escolha pelo transporte privado. De acordo com o Denatran (Departamento Nacional de Transito), no período de 2000 a 2010, a frota de veículos (ônibus, carros, caminhões, etc.) cresceu aproximadamente 119%, chegando a um total de 64.817.974 veículos registrados até dezembro de 2010.

Os dados do Censo IBGE (2010) apontam uma população no país formada por 190.732.694 pessoas. Fazendo uma análise, o país registrou em média um carro para cada 2,94 habitantes. Com a descentralização de atividades econômicas na Zona Central, surgiram vários estabelecimentos comerciais pela cidade, tais como supermercados, galerias, *Shopping Centers*, etc. O que gerou um aumento significativo no número de Polo Geradores de Viagens (PGV's).

Comparativos de veículos novos em Manaus

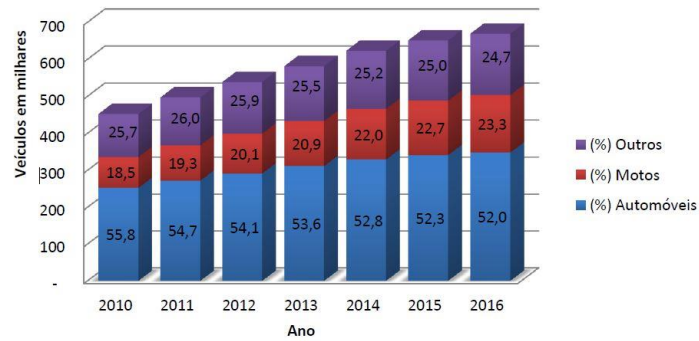


Figura 1: Comparativo de veículos novos em Manaus. Fonte: IBGE (2017).

Segundo Portugal e Goldner (2003), os Polos Geradores de Viagens (PGV's) são empreendimentos de distintas naturezas, que possuem em comum o objetivo de desenvolver atividades, econômicas ou não, e que possam gerar uma quantidade significativa de viagens, assim pode-se enquadrar, tanto os *Shopping Centers*, próximos a uma das faixas de pedestres a ser estudada, quanto ao Tribunal de Contas do Estado, próximo a outra faixa pedestre a ser estudada.

Segundo Kneib *et al.* (2010), a formação e consolidação de PGV's, podem gerar impactos positivos e negativos em relação à mobilidade viária, dependendo da infraestrutura do transporte coletivo, e o incentivo aos modos não motorizados, classificados como mobilidade urbana sustentável. As travessias de pedestres são onde ocorrem os principais atrasos de veículos e pedestres, e possuem grande risco de acidentes decorrentes da interação entre eles (Jacobsen, 2011).

O trânsito manauara é considerado violento devido a falta de sinalização adequada em alguns pontos da cidade e também a imprudência dos condutores e pedestres. Muitas vias já estão saturadas, não suportam a quantidade de veículos, e onde existem faixas de pedestres, os veículos não costumam parar para os pedestres, influenciando alguns pedestres a fazerem travessias com carros em movimentos, podendo ocorrer acidentes, fazer travessias em locais proibidos, causando acidentes. A travessia das vias é o momento onde ocorre o maior risco, fruto de conflitos potenciais com o tráfego veicular, especialmente nos locais, onde os pedestres não conseguem realizá-la, e um tempo razoável, de modo seguro (Braga, 1979).

No Brasil, as metodologias existentes para o tratamento de travessia de pedestres mais utilizados são: Federal Highway Administration (FHA, 1979), Departamento Nacional de Transportes (Denatran, 1979a e 1979b), Institution of Highway and Transportation (IHT, 1987) e Transportation Research Board (TRB, 1988). Mesmo muito bem elaboradas, são limitadas por diversos motivos, um deles é de terem sido derivadas de condições diferentes da nossa realidade. O Conjunto de parâmetros que participa da definição do fenômeno (visibilidade, segurança, fluidez), o mais importante para o trânsito brasileiro, não é bem incorporado por essas metodologias, além de não relacionam a multiplicidade de tipos de tratamentos, adotados pela prática atual, para solucionar o problema ou minimizá-lo

Desta maneira, este trabalho tem como finalidade estudar o impacto causado por uma faixa de pedestre com sinalização semafórica em dois pontos da cidade de Manaus. Ambas ficam localizadas em grandes avenidas e de extrema importância para o sistema viário da capital, por ligarem diferentes zonas. A primeira situa na Avenida Djalma Batista, avenida essencial para o trajeto Norte-Sul, cercada de estabelecimentos comerciais, e educacionais, 2 *Shopping Center*, a faixa liga um lado

da avenida a um terceiro Shopping. Entretanto, cerca de 150 metros antes, existe uma passarela, que liga um centro educacional, ao outro lado da avenida. A segunda situa na Avenida Ephigenio Salles, em frente ao Tribunal de Contas do Estado (TCE), ligando-o ao outro lado da avenida, onde existe uma farmácia, situada a alguns metros de um grande supermercado. Existem muitos PGV's próximos a essas faixas, o que gera muitas viagens, não só de carros, mas também de pedestres.

PROPOSIÇÕES

Fez-se um estudo e revisão bibliográfica a fim de obter os conceitos de: saturação do sistema viário, Polo Geradores de Viagens e funcionamento do ciclo semafórico de uma faixa pedestre. Selecionaram-se duas vias com grande fluxo de veículos da cidade de Manaus: Av. Djalma Batista e Av. Ephigênio Salles. Observou-se que cada uma das vias selecionadas possui um ponto onde há faixas de pedestre com sinalização semafórica, em regiões que apresentam congestionamento durante o dia.

Sabendo que a sinalização semafórica é projetada de acordo com a contagem volumétrica de pedestres e veículos, realizou-se uma visita à sede do ManausTrans, órgão da prefeitura responsável pela fiscalização e realização de atividades pertinentes ao trânsito da cidade de Manaus, a fim de solicitar dados acerca da contagem volumétrica de pedestres nos anos anteriores. Os dados disponibilizados pelo órgão são referentes à 09/05/2017 no primeiro ponto, Av. Djalma Batista em frente ao Plaza Shopping. E, 18/03/2014 no na Av. Ephigênio Salles, em frente ao Tribunal de Contas. Ressalta-se que esses foram os dados mais recentes obtidos pelo órgão.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
11:00 – 12:00	2853	2780	1051
11:15 – 12:15	2791	2720	1070
11:30 – 12:30	2836	2749	954
11:45 – 12:45	2888	2769	598
12:00 – 13:00	3049	2873	443
17:00 – 18:00	2683	2352	926
17:15 – 18:15	2651	2530	1055
17:30 – 18:30	2646	2470	1226
17:45 – 18:45	2586	2451	1316
18:00 – 19:00	2467	2432	1298

Tabela 1: Contagem dos veículos e pedestres da Av. Djalma Batista. Fonte: ManausTrans.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
06:30 – 07:30	2452	2681	241
06:45 – 07:45	2331	2751	251
07:00 – 08:00	2293	2729	242
07:15 – 08:15	2313	2723	217
07:30 – 08:30	2285	2632	187
17:00 – 18:00	2657	2844	113
17:15 – 18:15	2828	2932	82
17:30 – 18:30	2653	3013	72
17:45 – 18:45	2565	3071	69
18:00 – 19:00	2465	3054	76

Tabela 2. Contagem dos veículos e pedestres da Av. Ephigenio Salles. Fonte: ManausTrans.

Observou-se a necessidade de coletar dados *in loco* da contagem volumétrica a fim de comparar os dados antigos, 2014 e 2017, com os novos 2019. Contou-se, *in*

loco, a quantidade de pedestres e veículos que atravessaram os pontos selecionados durante 2 horas, em ciclos de 15 em 15 minutos, em dois momentos diferentes do dia, no horário de pico determinado pelo órgão ManausTrans, utilizando um contador manual. Também foi cronometrado o tempo de ciclo do semáforo (tempo vermelho, amarelo e verde). Os dados coletados foram armazenados em uma planilha eletrônica.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
11:00 – 11:15	598	555	198
11:15 – 11:30	614	561	195
11:30 – 11:45	623	569	209
11:45 – 12:00	646	591	183
12:00 – 12:15	667	614	174
12:15 – 12:30	694	619	170
12:30 – 12:45	734	636	158
12:45 – 13:00	715	624	147
TOTAL	5291	4769	1430

Tabela 3: Contagem de veículos e pedestres na Av. Djalma Batista no horário de 11:00 as 13:00. Dados coletados in loco.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
17:00 – 17:15	533	428	165
17:15 – 17:30	619	430	203
17:30 – 17:45	608	440	179
17:45 – 18:00	506	489	191
18:00 – 18:15	539	425	203
18:15 – 18:30	517	345	209
18:30 – 18:45	609	428	119
18:45 – 19:00	534	321	155
TOTAL	4465	3306	1424

Tabela 4: Contagem de veículos e pedestres na Av. Djalma Batista no horário de 17:00 as 19:00. Dados coletados in loco.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
06:30 – 06:45	601	611	31
06:45 – 07:00	629	626	39
07:00 – 07:15	632	635	43
07:15 – 07:30	647	656	61
07:30 – 07:45	679	696	47
07:45 – 08:00	659	684	51
08:00 – 08:15	622	671	49
08:15 – 08:30	598	624	44
TOTAL	5067	5203	365

Tabela 5: Contagem de veículos e pedestres na Av. Ephigenio Salles no horário de 06:30 as 08:30. Dados coletados in loco.

HORA	FLUXO		PEDESTRES
	CENTRO-BAIRRO	BAIRRO-CENTRO	
17:00 – 17:15	614	654	36
17:15 – 17:30	626	666	41
17:30 – 17:45	638	672	39
17:45 – 18:00	647	684	46
18:00 – 18:15	685	723	51
18:15 – 18:30	663	742	47
18:30 – 18:45	673	698	35

18:45 – 19:00	668	692	38
TOTAL	5214	5531	333

Tabela 6: Contagem de veículos e pedestres na Av. Ephigenio Salles no horário de 17:00 as 19:00. Dados coletados in loco.

Com os dados obtidos na pesquisa *in loco* foi possível analisá-los utilizando procedimentos listados no Manual de estudos de Tráfego do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT (2006), assim como o modelo Webster, apresentando as relações e comparativos pertinentes com os indicadores de tráfego, tais como, fator horário de pico (FHP), fluxo e grau de saturação, taxas de ocupação, níveis de serviço da via, além de propor alternativas para os problemas de fluxo identificados durante a coleta de dados.

A fim de visualizar o posicionamento dos pontos escolhidos em relação à extensão da via. Gerou-se um mapa por meio do software de Georreferenciamento, ArcGis.

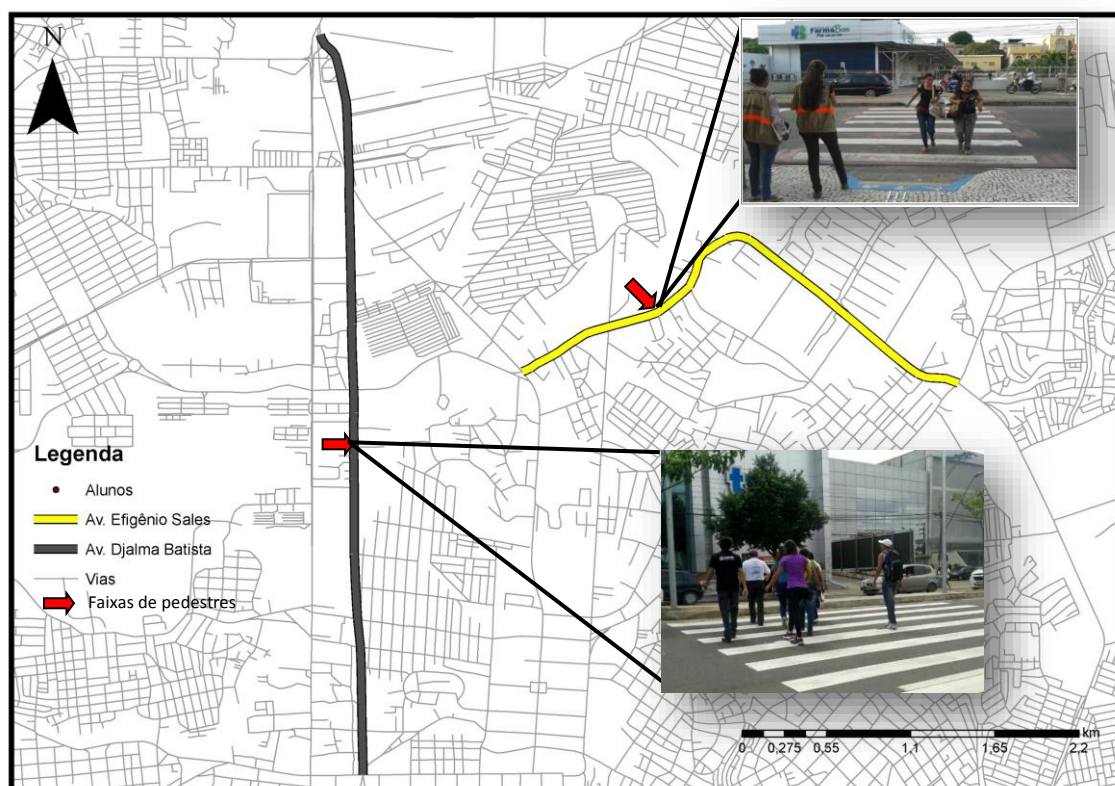


Figura 2: Mapeamento das faixas de pedestre selecionadas com sinalização semafórica. Fonte: Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo o conceito do Manual de Estudos de Tráfego (DNIT, 2006), o Fator Horário de Pico é o volume da hora de pico do período de tempo considerado, dividido pelo quádruplo do volume do período de quinze minutos da Hora de Pico com maior fluxo de tráfego, representada pela Equação (1):

$$FHP = \frac{VHP}{4 \times V15Max} \quad (1)$$

onde:

FHP = fator horário de pico;
VHP = volume da hora de pico;
V15Max = volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego dentro da hora de pico.

Observando as tabelas 3 e 4 é possível determinar o Fator horário de pico, FHP da Av. Djalma Batista. Analisando os valores, verificou-se que o horário de maior fluxo é das 12:00 as 13:00, somando o número de carros dentro do período de 1 hora, obtemos 2.810 veículos passando na via sentido centro – bairro. O V15Max é identificado no mesmo sentido, no período de 12:30 – 12:45, totalizando 734 veículos. Esse intenso fluxo nesse horário é resultante do período que inicia as aulas em uma escola e em algumas faculdades existentes nas proximidades, também horário em que as pessoas estão voltando para o trabalho após o almoço. Logo, o FHP da Av. Djalma Batista teve um resultado de 0.957, considerado alto, já que os valores de FHP nas áreas urbanas se situam geralmente no intervalo de 0,80 a 0,98. Valores acima de 0,95 são indicativos de grandes volumes de tráfego, algumas com restrição de capacidade durante a hora de pico (DNIT, 2006).

Observando as tabelas 5 e 6, foi determinado o FHP da Av. Ephigenio Salles. Verificou-se os valores, e constatou que o horário de maior fluxo é das 18:00 as 19:00, totalizando 2855 veículos nesse período de 1 hora. Fluxo intenso devido ao horário em que as pessoas saem do trabalho com destino as suas casas, e essa avenida é responsável por fazer uma ligação entre importantes zonas de Manaus. O V15 Max é identificado no mesmo período, que consta 742 veículos no período de 18:15 – 18:30. Logo o FHP da Av. Ephigênio Salles teve como resultado um valor de 0,961, considerado alto pelo DNIT.

Modelo Webster

Item	Sigla	Parâmetro	Fórmula
01	C_p	Capacidade de Atendimento de Aproximação sinalizada	$C_p = S \cdot \frac{gef}{C}$
02	gef	Tempo de verde efetivo	$gef = g + ta - li$
03	T_p	Tempo Perdido Total	$T_p = ta + li$
04	S	Fluxo de saturação	$S = 525 \cdot L$
05	y	Taxa de ocupação	$y = \frac{q}{S}$
06	X	Grau de saturação	$X = \frac{q}{C_p}$
		C – Tempo de Ciclo g – Tempo de Verde Normal	ta – Tempo de Amarelo li – Tempo perdido por fase L – Largura de aproximação q - Fluxo veicular

Tabela 7: Compilação dos parâmetros e fórmulas utilizados no modelo Webster. Fonte: Autores. Adaptação de Webster (1964 apud LACORTT, 2013).

De acordo com Webster (1964, apud, LACORTT, 2013), a Capacidade de Atendimento de Aproximação sinalizada, C_p , corresponde ao produto entre o Tempo de verde Efetivo, gef , e o Fluxo de saturação, S , dividido pelo Tempo de Ciclo, C , conforme o Item 01, Tabela 7, o resultado é em veículo por hora. Já o Item 02, Tempo de verde efetivo, gef , define-se pela soma entre o Tempo de Verde Normal, g , e o Tempo de Amarelo, ta , subtraídos pelo Tempo Perdido Por Fase, li . Ressalta-se que os valores do Tempo de Ciclo, C , e o valor do Tempo de Verde normal, g , foram estimados após pesquisa in loco. No Item 03, o Tempo Perdido Total, tp , diz respeito à soma do Tempo de Amarelo, ta , com o Tempo Perdido por Fase, li . O fluxo de

saturação, S, Item 04, Tabela 1, trata-se de uma aproximação que se estima pela largura da aproximação, ou seja, largura da via em metros. O resultado é medido em veículos por hora de tempo verde (v/htv). O item 05, Taxa de ocupação, y, é a razão entre: fluxo veicular, q, e fluxo de saturação, S. Por fim, o Grau de Saturação, X, item 06, corresponde à razão entre o Fluxo Veicular, q, e a Capacidade de Atendimento de Aproximação, Cp.

Como o semáforo situado nas faixas de pedestres é controlado manualmente, e os pedestres precisam acionar um botão para o semáforo liberar a travessia, os valores do tempo de Ciclo (C) e de tempo de verde normal (g) foram estimados após pesquisa in loco, acionando o botão, logo após o sinal de pedestres ficar vermelho, para encontrar o ciclo total menor possível.

Para a situação analisada na Av. Djalma Batista, estimou-se que o tempo de verde é em média 240 segundos, o de amarelo 4 segundos e o vermelho de 17 segundos, largura total da via de 9,3 metros (aproximadamente 3 metros cada faixa), e adotando o tempo perdido por fase de 3 segundos. Para a situação analisada na Av. Ephigenio Salles, estimou-se os mesmo valores adotados na Av. Djalma Batista, alterando apenas o tempo de vermelho para 14 segundos. Aplicando o modelo Webster, obtém-se os dados apresentados na Tabela 8 :

Parâmetros	para q = 2810	para q = 2855
S	4882,5	4882,5
gef	241	241
Cp	4457,1	4508,3
Tp	7	7
y	0,57	0,58
X	0,63	0,64

Tabela 8: Parâmetros pelo modelo Webster.

De acordo Webster (1964 *apud* LACORTT, 2013), o grau de saturação é um coeficiente que indica, dentro das condições reais de operação da interseção, 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, ocorre a formação de fila, o que gera um congestionamento em razão dos veículos que chegam e não são atendidos.

A Figura 2, mostra um gráfico, estabelecido pelo DNIT, com os critérios para implantação de uma passarela, como a quantidade de veículos e pedestres por hora. Analisando os valores obtidos nas contagens, nota-se que o ponto localizado na Av. Djalma Batista está dentro dos parâmetros para implantação de uma passarela.

Via	Volume nos dois sentidos da via (veículo/hora)	Volume total de pedestres cruzando em ambos os sentidos (pedestre/hora)
Mão dupla sem canteiro central ou com canteiro < 1,0 m de largura	600	250
Com canteiro centra ≥ 1,0 m de largura	1.000	250

Tabela 9: Critério para implantação de semáforos baseado no número de pedestres cruzando a via. Fonte: Autores. Adaptação Manual de semáforos DENATRAN, 1984

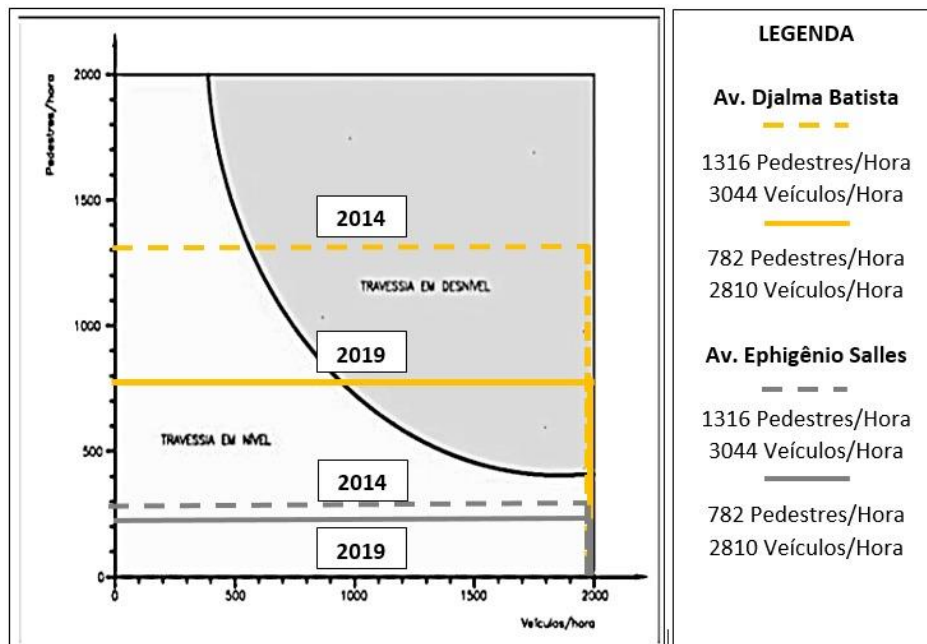


Figura 2: Comparativo das vias 2014 x 2019. Fonte: Autores. Adaptação Manual de travessias urbanas do DNIT.

Nota-se também que de acordo com o Manual de semáforos do DENATRAN, o número de pedestres por hora como critério para implantação de um semáforo em via, é de 250 pedestres/hora. Analisando a faixa de pedestre na Av. Ephigenio Salles, observa-se que de todos intervalos de hora obtidos na contagem de 2017, apenas em 1 intervalo, é encontrado um valor superior a 250, que chega a ser quase o mesmo valor, 251 pedestres. Levando em consideração aos outros valores obtidos em outros horários e nos valores obtidos nas contagens realizadas em 2019, não há nenhum valor dentro do critério para implantação do semáforo.

CONCLUSÃO

Com a análise dos dados, conclui-se algumas vias da cidade de Manaus necessitam de uma maior avaliação e estudo nos pontos críticos, afim de procurar melhores soluções, verificando a viabilidade das mesmas. No caso da Av. Djalma Batista, no ponto em frente ao Plaza Shopping nota-se que mesmo com a contagem realizada pelo ManausTrans em 2014, 5 anos atrás, o local já está dentro dos parâmetros para implantação de uma passagem de nível, e que a o semáforo gera um impacto no grau de saturação significativo. No caso da Av. Ephigenio Salles, ponto em frente ao Tribunal de Contas da União, a contagem de pedestres realizada em 2017 atende ao critério para implantação de semáforo do DENATRAN por 1 pedestre a mais. E com a contagem realizada em 2019, constatou que é inviável um semáforo no local, os números de pedestres diminuíram, e o volume de veículos aumentou

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Código de Trânsito Brasileiro. Anexo 1, Conceitos e Definições. Disponível em: <<http://www.ctbdigital.com.br/artigo/art4>>. Acesso em: 22 de abril de 2018.

DENATRAN (1984). Departamento Nacional de Transito. Manual de semáforos. 2. Ed. Brasília. Denatran: 1984.

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

COSTA, M. N. (2018). Shopping Center como atrativo de condomínios verticais e as influencias no tráfego viário.

DENATRAN (2001). Manual de procedimentos para o tratamento de polos geradores de tráfego. Brasília: Denatran/FGV.

JACOBSEN, A. C. (2011) Microssimulação da travessia de pedestres, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

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, p. 27-35.

LACORTT, M. (2013). Modelagem matemática para otimização do tráfego urbano semaforizado. Revista TEMA, v. 14, nº 3, São Carlos.

MANICA, F (2013). Polos Geradores de Viagem: Caracterização dos percentuais das categorias de viagens geradas por um empreendimento comercial na cidade de Porto Alegre. Porto Alegre.

MORRIS, J.M.; P. L. DUMBLE, e M. R. WIGAN (1979). Accessibility indicators for transport planning. Transportation Research, Part A, v.13, n.2, p.91-109.

MANAUSTRANS (2015) Plano de mobilidade de Manaus – PlanMobManaus. Manaus:Manaustrans. v. 1, 312f.

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

Sustainable Development Commission (SDC). What is sustainable development. Disponível em: <<http://www.sd-commission.org.uk/pages/what-is-sustainable-development.html>>. Acessado em 14 de julho de 2018.

VARGAS, H. C. (2008). Mobilidade Urbana nas Grandes Cidades. Texto completo, encaminhado para publicação na revista URBS, publicado com cortes, sob o título Mobilidade Urbana. URBS, São Paulo, nº. 47, ano XII, p 7-11, 2008. Acesso em 19 de maio de 2017.