



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS –
FATECS

PROGRAMA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS
PRINCIPAIS VIAS DE TRÁFEGO DA CIDADE DE ÁGUAS CLARAS –
DF

BRASÍLIA
2017



BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA

**AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS
PRINCIPAIS VIAS DE TRÁFEGO DA CIDADE DE ÁGUAS CLARAS –
DF**

Relatório final de pesquisa de Iniciação Científica
apresentado à Assessoria de Pós-Graduação e
Pesquisa pela Faculdade de Tecnologia e
Ciências Sociais aplicadas – FATECS

Orientação: Dr. Edson Benício de Carvalho
Júnior

**BRASÍLIA
2017**

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS NAS PRINCIPAIS VIAS DE TRÁFEGO DA CIDADE DE ÁGUAS CLARAS – DF

BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA – UniCEUB, PIC voluntário

brunalmeida_95@hotmail.com

EDSON BENÍCIO DE CARVALHO JÚNIOR – UniCEUB, professor orientador

edsonbenicio@gmail.com

Atualmente, há no mundo inteiro uma necessidade crescente de ações efetivas para a obtenção de uma melhoria na qualidade do ar ambiente, principalmente nos centros urbanos. A poluição do ar tornou-se um dos fatores que mais fortemente afetam a qualidade de vida da população, uma vez que ocasiona prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente em geral. A elevada motorização, o transporte individual, os congestionamentos de grandes extensões nos horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego, o maior gasto de combustível são questões que fazem parte da realidade dos centros urbanos. Esse é o caso da cidade de Águas Claras, onde a população quase triplicou em uma década. Esse rápido crescimento contribuiu para o agravamento de problemas relacionados ao tráfego de veículos. Nesse contexto, de aumento da emissão de poluentes gasosos em virtude do aumento do número de veículos, o presente trabalho avaliou os níveis de emissões atmosféricas, devido ao tráfego veicular, nas principais vias da cidade de Águas Claras. Para tanto, o método utilizado foi sustentado em contagens volumétricas do tráfego de veículos para se estimar as emissões atmosféricas. Após a contagem e classificação do tráfego foi realizada uma avaliação qualitativa. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento de dados em sites de organizações ligadas a pesquisas sobre preservação do meio ambiente, artigos, e inventários de emissão de gases. Foram utilizados valores dos fatores de emissão de monóxido de carbono (CO) para combustíveis fósseis. Cabe ressaltar que não existe um Monitoramento da Qualidade do Ar, na região analisada, por parte do órgão ambiental. Como resultado da contagem veicular foram verificados engarrafamentos significativos nos horários de pico nas principais vias da cidade. Além disso, verificou-se altas concentrações de CO provenientes do tráfego veicular sendo que quanto mais fluido o tráfego menor os níveis de emissão de CO por parte dos veículos. Cabe aqui uma ressalva de alerta para as autoridades, pois os dados indicam situação de potencial impacto à saúde das pessoas. Portanto, recomenda-se o monitoramento da qualidade do ar na região de forma a permitir a classificação dos níveis de qualidade do ar no intuito de prevenir situações graves que possam provocar riscos à saúde da população, principalmente nos meses de seca.

Palavras-Chave: Poluição atmosférica; Qualidade do ar; Tráfego veicular.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 Padrões De Qualidade Do Ar.....	8
3. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo Geral.....	11
3.2 Objetivos Específicos	11
4. METODOLOGIA.....	11
4.1 Contagens volumétricas	12
5. ANÁLISE DE DADOS.....	13
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
8. ANEXOS.....	28
8.1 Anexo 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE – CEVs.....	28
8.2 Anexo 2 – TABELA DE INTENSIDADE DE USO DE REFERÊNCIA	28

1. INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica destaca-se como grave problema ambiental com grandes consequências à saúde humana, à qualidade de vida e ao equilíbrio dos ecossistemas. A poluição atmosférica constitui-se em um problema que tende a agravar devido, sobretudo, ao desenvolvimento desequilibrado dos espaços urbanos e ao aumento significativo da mobilidade das populações, com o consequente incremento dos níveis de tráfego rodoviário (SILVA e MENDES, 2006).

Os poluentes liberados para a atmosfera, provenientes da combustão de gases dos veículos automotores, reagem com os componentes do ar ou entre eles e formam os denominados – poluentes secundários. Devido ao efeito de dispersão ocorrido durante o tempo de reação, a concentração dos poluentes secundários normalmente não atinge valores máximos junto à fonte. O seu impacto pode, no entanto, estender-se a grandes áreas não confinadas ao local das vias (SILVA e MENDES, 2006).

Segundo o EEA (2002) a maior parte dos derivados de petróleo consumidos no mundo, destina-se ao setor de transportes de pessoas e de cargas. Embora existam fontes alternativas com tecnologias desenvolvidas para obtenção de energia, os fatores econômicos prevalecem, uma vez que a energia gerada através da combustão de derivados de petróleo, em alguns países, ainda é mais econômica, se comparada com outras alternativas (LOUREIRO, 2005). As alternativas seriam, por exemplo, biocombustível, gás natural e utilização de motores elétricos nos veículos.

Notadamente, no Brasil o número de veículos automotores, principalmente nas áreas urbanas, cresce acentuadamente. Em 2012 a frota total de veículos automotores era de 76.137.125. Em 2001 havia aproximadamente 34,9 milhões de veículos. Houve, portanto, um incremento da ordem 28,5 milhões, ocorrendo, assim, um crescimento superior a 138,6% entre esses dois anos. Vale lembrar, que o crescimento populacional no Brasil, entre os dois últimos Censos demográficos (2000 e 2010), foi de 11,8%. O número de automóveis passou de pouco mais de 24,5 milhões, em 2001, para 50,2 milhões em 2012. Isso significa que a quantidade de automóveis exatamente dobrou, com um crescimento de 104,5% (INCT, 2013). No caso de Brasília (DF), a frota veicular era de pouco mais de 580.000 veículos no ano de 2000. Após uma década, aumentou para mais de 1.200.000, ou seja, a frota

mais que dobrou em apenas dez anos. Em 2015, a frota era de 1.622.396 veículos, ou seja, aumentou em pouco mais de 35% somente nos últimos 5 anos (DETRAN/DF, 2015).

Habermann (2012) destaca que tráfego elevado e congestionado, adensamento populacional das áreas urbanas e limitada dispersão de poluentes (corredores de prédios, inversões térmicas) potencializam os riscos à saúde da exposição aos poluentes atmosféricos, pois aumentam a emissão e concentração desses poluentes e o número de pessoas expostas a eles. Nos grandes centros urbanos, os índices de poluição do ar tornam-se elevados, por conta das emissões decorrentes da combustão dos motores de veículos que movimentam sua população. Esses níveis de emissão tornam-se parâmetros relevantes para o agravamento de problemas de saúde da população, em especial aqueles relacionados ao sistema respiratório e cardiovascular além de alguns tipos de neoplasias, associadas à liberação de poluentes gasosos e elementos particulados finos (MP), o que sugere, em função dos números, que o assunto seja tratado na forma de uma doença epidemiológica (FERREIRA et al., 2013).

Aqui cabe considerar que Águas Claras possui uma expressiva área verticalizada com formação de corredores de prédios. Com mais de 22 anos a área vertical da cidade de Águas Claras continua sendo um dos maiores canteiros de obras do Brasil, contando com 590 edifícios já construídos, 203 em construção e 289 lotes livres, totalizando aproximadamente 1.082 lotes. O crescimento de Águas Claras está relacionado ao sucesso de empresas da construção civil, que enxergaram o potencial da região e passaram a investir na edificação de prédios residenciais e comerciais.

Nesse contexto, de aumento da emissão de poluentes gasosos em virtude do aumento do número de veículos, o presente trabalho possui por objetivo avaliar o nível de emissão atmosférica de Monóxido de Carbono (CO), devido ao tráfego veicular, nas principais vias da cidade de Águas Claras. Com exceção dos fumantes, que possuem suas próprias fontes emissoras de CO, os demais habitantes dos grandes centros urbanos têm no trânsito intenso a sua maior fonte deste poluente pois o automóvel é a maior fonte de emissão deste poluente. Pessoas que passam várias horas do dia dentro de um automóvel, ou que tenham que andar a pé ou de bicicleta são os mais afetados. Porém os ambientes internos, como residências e

escritórios podem vir a sofrer os efeitos do CO proveniente do ambiente externo que entra pelo sistema de ventilação, ou que é produzido localmente por aquecedores a óleo, fumantes, churrasqueiras e fogão a gás (BRAGA et al., 2001). Coelho (2007 *apud* DAPPER, 2016) destaca que o monóxido de carbono (CO) é capaz de inibir a troca de oxigênio do sangue com os tecidos vitais e, em concentrações elevadas, pode provocar a morte por envenenamento, afetando principalmente o sistema cardiovascular e nervoso. Já Martins et al. (2001 *apud* DAPPER, 2016) encontraram associação de monóxido de carbono com atendimentos por infecções de vias aéreas superiores em São Paulo (SP).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

O transporte de pessoas e mercadorias é essencial para o desenvolvimento econômico e para o fácil acesso das pessoas aos locais de trabalho e de lazer, porém estão associados a ele problemas ambientais, principalmente pelo transporte rodoviário, que gera contaminantes da combustão dos motores, dos componentes veiculares (pastilhas de freio e embreagem, pneus, tanques de combustíveis) e do uso das vias (WHO, 2005).

Os problemas ambientais gerados pela poluição do ar nas cidades têm duas fontes: pontual e não pontual. Todavia, a principal fonte de poluição atmosférica ainda é a proveniente das fontes do tipo não pontual através da emissão de monóxido de carbono produzido pela frota de veículos. O crescimento dessa frota resultou do desenvolvimento da indústria automobilística e da expansão da malha rodoviária e da malha urbana das grandes cidades (SOMERS et al, 2004; SAMET e WHITE, 2004).

Os poluentes atmosféricos atingem os seres humanos e o meio ambiente. Na saúde da população exposta, os impactos manifestam-se principalmente através dos seguintes sintomas: dores de cabeça, palpitações no coração, vertigens, irritação dos olhos, nariz, garganta e pulmões; asma aguda e crônica, bronquite e enfisema; câncer; destruição de enzimas e proteínas (ozônio); degeneração do sistema nervoso central e doenças nos ossos, principalmente em crianças (chumbo). O material particulado causa irritação e entupimento dos alvéolos pulmonares. O monóxido de carbono é o contaminante do ar mais abundante da camada inferior da atmosfera. Outros poluentes são óxidos de nitrogênio, óxidos de enxofre, dióxidos

de enxofre, hidrocarbonetos, o ozônio (o mesmo que exerce um efeito benéfico na alta atmosfera, protegendo-nos dos raios ultravioletas), chumbo, aldeídos e material particulado (TORRES et al., 1997, MENG et al., 1997 e KATSOUYANNI, 2003).

2.1 Padrões De Qualidade Do Ar

Para o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) poluente atmosférico é qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: impróprio nocivo ou ofensivo à saúde; inconveniente ao bem-estar público; danoso aos materiais, à fauna e flora e prejudicial à segurança ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (CONAMA, 1990).

Os poluentes atmosféricos são emitidos a partir de fontes existentes e, subsequentemente, dispersados e muitas vezes transportados na atmosfera atingindo finalmente os vários receptores por deposição gravítica húmida (lavagem da chuva ou neve) ou deposição gravítica seca (através da adsorção de partículas). Em meio urbano as fontes poluidoras antropogênicas típicas são principalmente o tráfego automóvel e quando existente a atividade industrial (SILVA e MENDES, 2006).

No Brasil, o órgão nacional que limita os padrões de emissões atmosféricas é o CONAMA, o qual institui em sua política o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, este por sua vez, caracteriza-se em um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para a proteção da saúde e bem-estar das populações, através de limitações dos níveis de emissões de poluentes atmosféricos (CONAMA, 1989).

A estratégia básica do PRONAR é limitar, à nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle (CONAMA, 1989). Há dois tipos de Padrões de Qualidade do Ar: O primário e o secundário. O primeiro estabelece as concentrações de poluentes que se ultrapassados influenciam na saúde da população e podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. O segundo estabelece as concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito

adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente e, geral.

No art. 3º do PRONAR são estabelecidos os Padrões de Qualidade do Ar, para sete principais poluentes atmosféricos. São eles: Partículas Totais em Suspensão; Fumaça; Partículas Inaláveis; Dióxido de Enxofre, Monóxido de Carbono; Ozônio e Dióxido de Nitrogênio.

Para cada poluente medido é calculado um índice, que é um valor adimensional. Dependendo do índice obtido, o ar recebe uma qualificação, que é uma nota para a qualidade do ar, além de uma cor, conforme apresentado na tabela abaixo:

Tabela 1 – Índice de Qualidade do ar

Estrutura do índice de qualidade do ar							
Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2,5} (µg/m ³) 24h	O ₃ (µg/m ³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m ³) 1h	SO ₂ (µg/m ³) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

Quando a qualidade do ar é classificada como Boa, os valores-guia para exposição de curto prazo estabelecido pela Organização Mundial de Saúde, que são os respectivos Padrões Finais (PF) estabelecidos no DE nº 59113/2013, estão sendo atendidos.

Para efeito de divulgação, utiliza-se o índice mais elevado, isto é, embora a qualidade do ar de uma estação seja avaliada para todos os poluentes monitorados, a sua classificação é determinada pelo maior índice (pior caso). Esta qualificação do ar está associada a efeitos à saúde, portanto independe do padrão de qualidade/meta intermediária em vigor, e será sempre realizada conforme a tabela a seguir:

Tabela 2 – Índice de qualidade do ar e efeitos à saúde

Qualidade do ar e efeitos à saúde		
Qualidade	Índice	Significado
N1 – Boa	0 – 40	

N2 – Moderada	41 – 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
N3 – Ruim	81 – 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas) podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
N4 – Muito Ruim	121 – 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
N5 – Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Individualmente, cada poluente apresenta diferentes efeitos sobre a saúde da população para faixas de concentração distintas, identificados por estudos epidemiológicos desenvolvidos dentro e fora do país. Tais efeitos sobre a saúde requerem medidas de prevenção a serem adotadas pela população afetada. Segundo Ferreira *et al* (2013), nos grandes centros urbanos, os índices de poluição do ar tornam-se elevados, por conta das emissões decorrentes da combustão dos motores de veículos que movimentam sua população. Esses níveis de emissão tornam-se parâmetros relevantes para o agravamento de problemas de saúde da população, em especial aqueles relacionados ao sistema respiratório e cardiovascular além de alguns tipos de neoplasias, associadas à liberação de poluentes gasosos e elementos particulados finos (MP), o que sugere, em função dos números, que o assunto seja tratado na forma de uma doença epidemiológica.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os níveis de emissões atmosféricas, devido ao tráfego veicular, nas principais vias da cidade de Águas Claras.

3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar se os níveis de poluição atmosférica, nas principais vias de tráfego da cidade de Águas Claras, atendem aos padrões indicados na legislação brasileira;

4. METODOLOGIA

O método permitiu avaliar os níveis de emissão e de concentração do poluente atmosférico Monóxido de Carbono (CO) nas duas principais vias da cidade de Águas Claras (avenidas Araucárias e Castanheiras). O método foi sustentado em contagens volumétricas do tráfego de veículos e em uma metodologia para estabelecer níveis de emissão de poluentes, em conformidade com os previstos nas normas (IBAMA, 2011; FERREIRA et al., 2013), a partir de veículos com motores à combustão. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantamento de dados em sites de organizações ligadas a pesquisas sobre preservação do meio ambiente, artigos, e inventários de emissão de gases.

A metodologia para estabelecer níveis de emissão de poluentes foi estabelecida por Souza et al. (2013) conforme indicado na Equação 01.

$$E_{M,C,A,P} = \frac{\left(\sum_{M=1}^m \sum_{C=1}^n F_{C,A,M,C} \times I_{U_{AjustA,M,C}} \times F_{eP,A,M,C} \right)}{10^6} \quad \text{Eq. 1}$$

em que:

- E = Emissão atmosférica proveniente de veículos automotores, por ano calendário, poluente, ano modelo do veículo considerado e combustível utilizado;
- A = Ano calendário
- P = Poluente
- M = Ano modelo do veículo
- C = Combustível

- F_c = Frota circulante estimada, expressa em número de veículos, variando de acordo com o ano calendário, o ano modelo do veículo considerado e o combustível utilizado.
- I_u = Intensidade de uso ajustada, expressa em quilometragem anual percorrida (km/ano), variando de acordo com o ano calendário, o ano modelo do veículo considerado e o combustível utilizado.
- F_e = Fator de emissão, expresso em g/km, variando de acordo com o poluente a ser analisado, o ano calendário, o ano modelo do veículo considerado e o combustível utilizado.

Utilizando a Equação 1, foram simulados os níveis de emissões, para os volumes médios de veículos que circulam diariamente pelas Avenidas Araucárias e Castanheiras. O perfil da frota por tipo de veículo e o volume médio diário, para o ano de 2016, de veículos foram obtidos junto ao DETRAN/DF. O estudo considerou como premissa, que os veículos cumprem os níveis de emissão das normas do IBAMA (2011). A intensidade de uso ajustada foi obtida no relatório de emissões veiculares do Estado de São Paulo ano 2015 (CETESB, 2015). Foi utilizado uma média para 10 anos desse indicador, pois considerou-se a frota de veículos que trafegam na cidade de Brasília relativamente nova uma vez que a frota dobrou na última década (2006 – 2016) segundo dados estatísticos de crescimento da frota do DETRAN/DF. O Anexo 2 mostra a tabela utilizada para esse indicador.

4.1 Contagens volumétricas

A contagem volumétrica do fluxo de veículos leves e pesados nas avenidas Araucárias e Castanheiras foi realizada com dados provenientes dos dispositivos controladores eletrônicos de velocidade (CEV's), conhecidos popularmente como "pardais", que além de possibilitarem o registro de informações de infrações, permitem a aquisição de dados de volume de tráfego (motos, veículos pequenos, veículos médios, veículos grandes e indefinidos), gerando um relatório do fluxo de veículos a cada hora do dia. Os dados do CEV's foram obtidos junto ao DETRAN/DF e o Anexo 1 mostra as suas respectivas localizações.

5. ANÁLISE DE DADOS

A classificação do tráfego foi realizada por meio de contadores eletrônicos de velocidade (CEV's) nas avenidas castanheiras e Araucárias em Águas Claras – DF para o ano de 2016. Para o CEV situado na Av. Araucária no cruzamento com a Av. Pau Brasil a velocidade média anual foi de 47 km/h conforme indicado na Tabela 4 e Gráfico 1. Já o volume veicular para esse CEV foi de 770.106 veículos (Tabela 5 e Gráfico 2) com predominância de veículos leves (carros) transitando na via (Tabela 6 e Gráfico 3).

Tabela 4: Velocidade Média – CEV 1 Av. Araucárias

Av. Araucárias 300 m antes do cruzamento com Avenida Pau Brasil	
Mês	Velocidade Média (km/h) - 2016
1	50,0
2	48,0
3	47,7
4	45,3
5	43,7
6	44,1
7	43,3
8	42,2
9	42,9
10	43,2
11	40,4
12	43,0
Média anual	47,0

Gráfico 1: Velocidade Média – CEV 1 Av. Araucárias

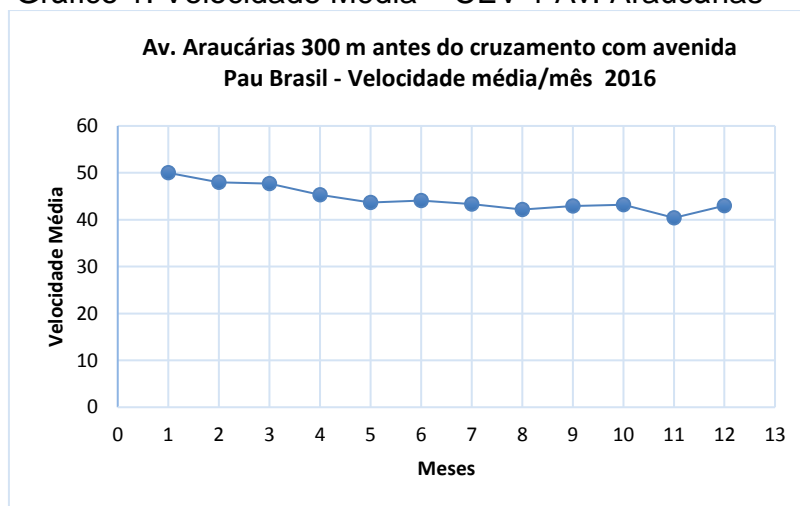


Tabela 5: Volume Veicular – CEV 1Av. Araucárias

Av. Araucárias 300 m antes do cruzamento com Avenida Pau Brasil	
Mês	Volume Veicular Total - 2016
1	661075
2	702330
3	787004
4	771287
5	801941
6	831728
7	796550
8	790378
9	813890
10	846716
11	682600
12	755774
Média anual	770106

Gráfico 2: Volume Veicular – CEV 1 Av. Araucárias

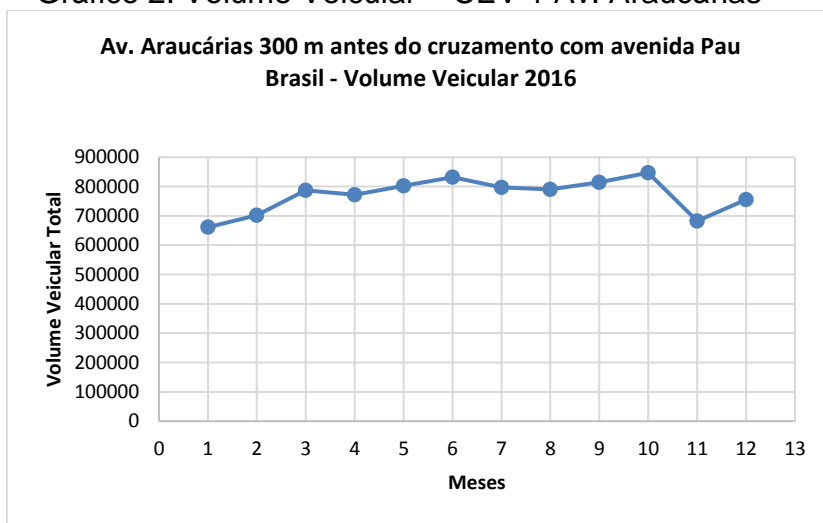
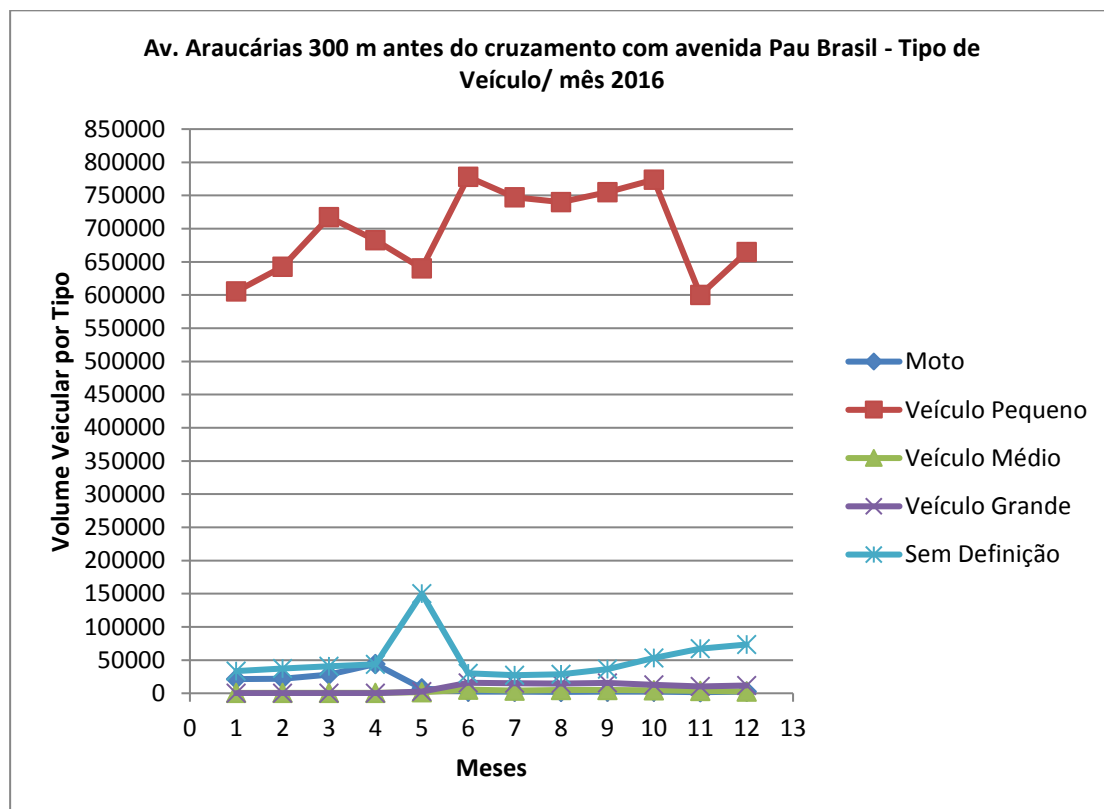


Tabela 6: Volume Veicular por Tipo – CEV 1 Av. Araucárias

Av. Araucárias 300 m antes do cruzamento com Avenida Pau Brasil – Volume Veicular					
Mês	Tipo de Veículo - 2016				
	Moto	Veículo Pequeno	Veículo Médio	Veículo Grande	Sem Definição
1	21562	605293	551	185	33484
2	21852	642555	620	203	37100
3	27988	717178	865	235	40738
4	43967	682747	793	190	43590

5	7562	640009	1510	2769	150091
6	2473	777896	5575	15796	29988
7	2381	747369	4217	15337	27246
8	2269	739805	5083	14473	28748
9	2544	754789	4901	15440	36216
10	2497	773820	4278	12736	53385
11	1594	600171	3442	10439	66954
12	2526	664988	2741	11949	73570

Gráfico 3: Volume Veicular por Tipo – CEV 1 Av. Araucárias



Já para o CEV situado na Av. Araucária no cruzamento com a Rua 35 a velocidade média anual foi de 40,2 km/h conforme indicado na Tabela 7 e Gráfico 4. O volume veicular foi de 860583 veículos (Tabela 8 e Gráfico 5) com predominância de veículos leves (carros) transitando na via (Tabela 9 e Gráfico 6) com picos de tráfego nos meses de março, junho e novembro de 2016. Atipicamente o tráfego teve os picos mais baixos nos meses de abril e outubro de 2016.

Tabela 7: Velocidade Média – CEV 2 Av. Araucárias

Av. Araucárias próx. ao cruzamento com a Rua 35 frente ao Res. Sevilha	
Mês	Velocidade Média (km/h) - 2016
1	43,9
2	43,6
3	43,5
4	41,4
5	40,9
6	40,3
7	39,2
8	38,7
9	39,3
10	35,9
11	39,3
12	36,6
Média anual	40,2

Gráfico 4: Velocidade Média – CEV 2 Av. Araucárias

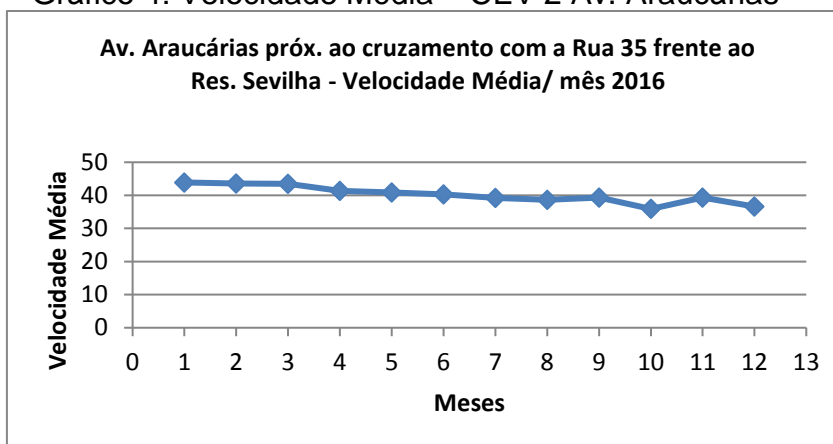


Tabela 8: Volume Veicular – CEV 2 Av. Araucárias

Av. Araucárias próx. ao cruzamento com a Rua 35 frente ao Res. Sevilha	
Mês	Volume Veicular Total- 2016
1	793148
2	815805
3	896621
4	829030
5	871992

6	905936
7	872877
8	893118
9	877968
10	828336
11	901563
12	840601
Média anual	860583

Gráfico 5: Volume Veicular – CEV 2 Av. Araucárias

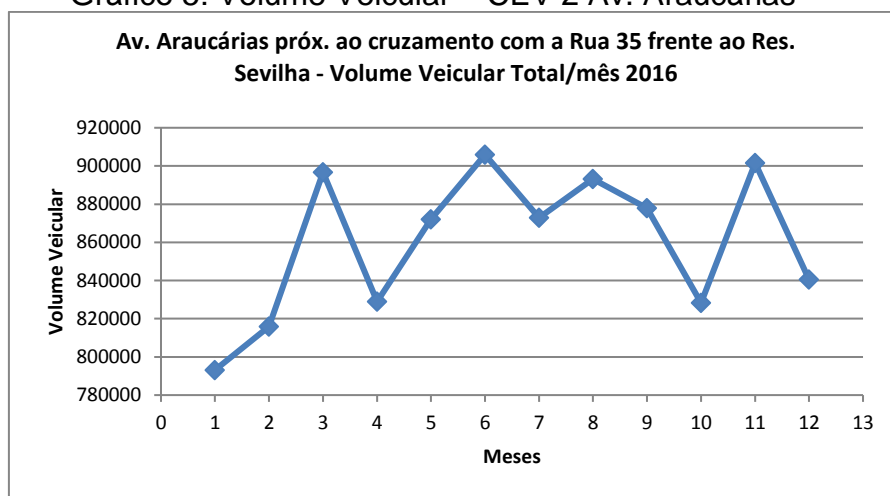
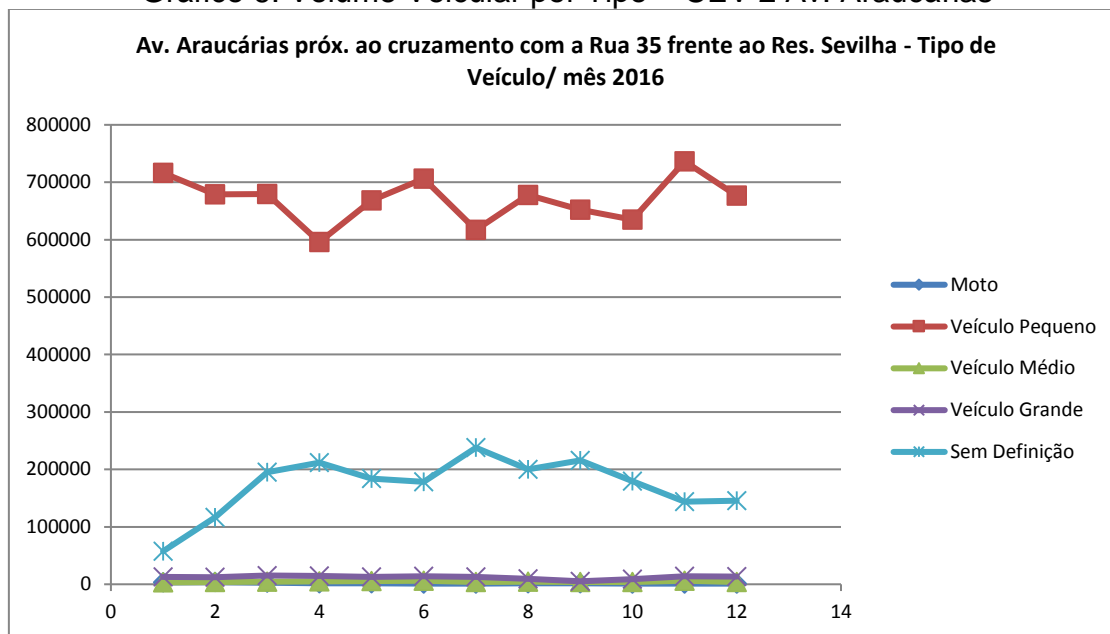


Tabela 9: Volume Veicular por Tipo – CEV 2 Av. Araucárias

Av. Araucárias próx. ao cruzamento com a Rua 35 frente ao Res. Sevilha - Vol. Veicular

Mês	Tipo de Veículo - 2016				
	Moto	Veículo Pequeno	Veículo Médio	Veículo Grande	Sem Definição
1	3314	716098	3299	13004	57433
2	3710	678965	4060	12526	116544
3	2591	679437	4485	15253	194858
4	1858	595877	5065	14279	211951
5	1394	668320	5626	12960	183692
6	1107	706339	6073	13851	178566
7	1172	617098	4017	12838	237752
8	1446	677611	4552	9272	200137
9	1469	652063	3651	5194	215591
10	1345	634649	4084	9010	179248
11	1325	736406	6170	13997	143665
12	1130	676899	3939	13341	145292

Gráfico 6: Volume Veicular por Tipo – CEV 2 Av. Araucárias



Para o CEV situado na Av. Castanheira próximo à quadra 105 a velocidade média anual foi de 44,5 km/h conforme indicado na Tabela 10 e Gráfico 7. O volume veicular foi de 669.982 veículos (Tabela 11 e Gráfico 8) com predominância de veículos leves (carros) transitando na via (Tabela 12 e Gráfico 9) com picos máximos de tráfego nos meses de agosto e outubro de 2016. Atipicamente o tráfego apresentou um pico mais baixo no mês de maio de 2016.

Tabela 10: Velocidade Média – CEV 3 Av. Castanheiras

Av. Castanheiras Qd 105 próx. Ao Texaco sentido Taguatinga Shopping	
Mês	Velocidade Média - 2016
1	44,7
2	44,7
3	44,1
4	44,4
5	27,8
6	44,3
7	44,1
8	43,4
9	42,5
10	43,3
11	44,0
12	45,0

Média anual	44,5
-------------	------

Gráfico 7: Velocidade Média – CEV 3 Av. Castanheiras

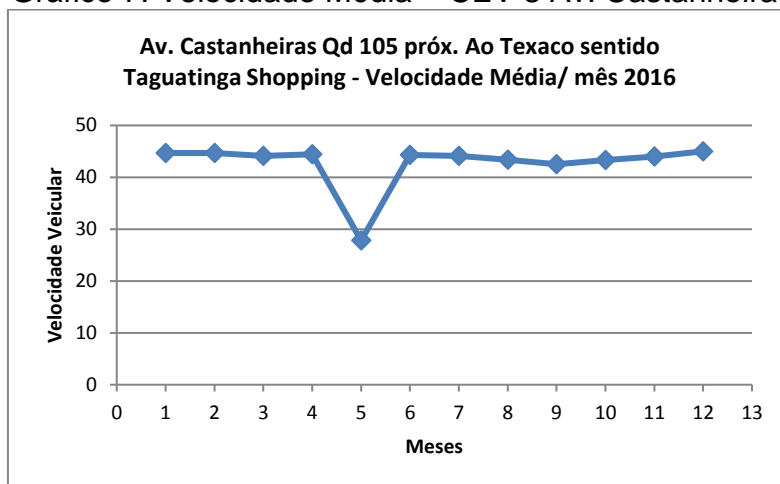


Tabela 11: Volume Veicular – CEV 3 Av. Castanheiras

Av. Castanheiras Qd 105 próx. Ao Texaco sentido Taguatinga Shopping	
Mês	Volume Veicular Total - 2016
1	609214
2	510021
3	713414
4	668452
5	449731
6	737634
7	712265
8	761532
9	727098
10	747621
11	706166
12	696641
Média anual	669982

Gráfico 8: Volume Veicular – CEV 3 Av. Castanheiras

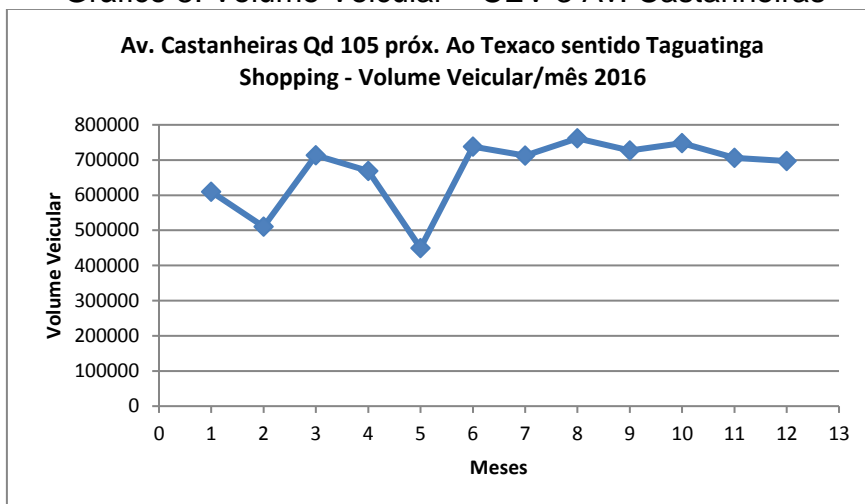
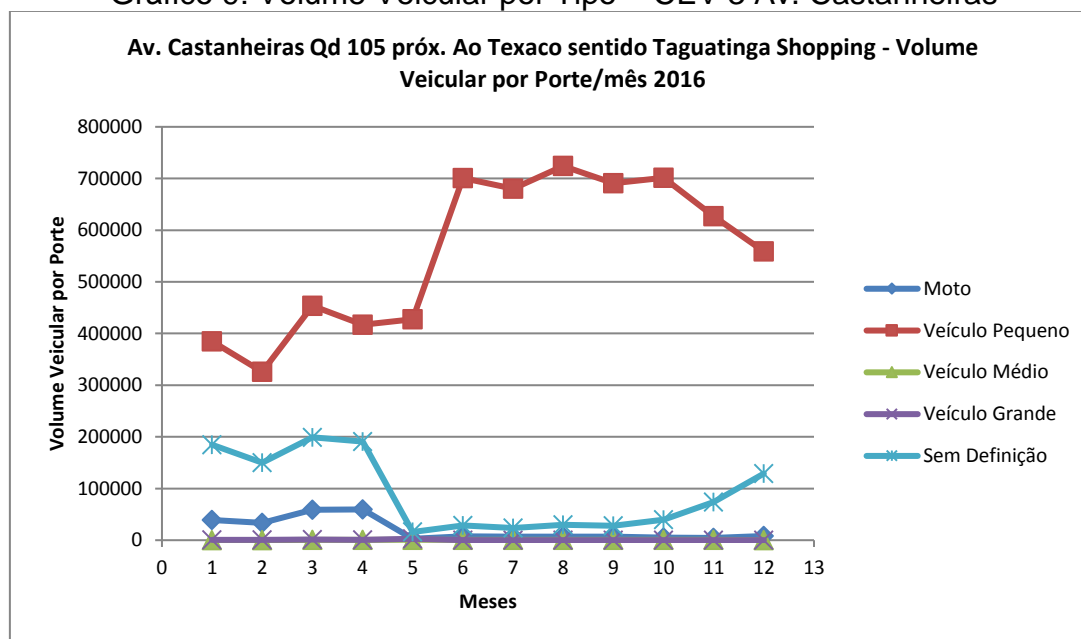


Tabela 12: Volume Veicular por Tipo – CEV 3 Av. Castanheiras

Av. Castanheiras Qd 105 próx. Ao Texaco sentido Taguatinga Shopping – Volume Veicular 2016					
Mês	Tipo de Veículo				
	Moto	Veículo Pequeno	Veículo Médio	Veículo Grande	Sem Definição
1	38887	384753	339	501	184734
2	33337	326006	355	554	149769
3	58820	453770	535	1173	199116
4	59523	416775	535	972	190647
5	2760	427432	897	2736	15906
6	7709	700485	753	144	28543
7	7183	680483	535	170	23894
8	6777	724031	808	216	29700
9	7166	690939	782	160	28051
10	5238	701481	745	322	39835
11	4430	627323	517	261	73635
12	7891	55910	263	236	129141

Gráfico 9: Volume Veicular por Tipo – CEV 3 Av. Castanheiras



Para o CEV situado na Av. Castanheiras próximo à quadra 107 a velocidade média anual foi de 36 km/h conforme indicado na Tabela 13 e Gráfico 10. Tanto na Tabela 13 quanto no gráfico 10 foi verificado uma incoerência no resultado do mês 10 e tráfego nulo nos meses 11 e 12. Isso ocorreu, provavelmente, devido a problemas técnicos nesse CEV. O volume veicular foi de 732.365 (média dos meses 01 a 09) veículos (Tabela 15 e Gráfico 11) com predominância de veículos leves (carros) transitando na via (Tabela 14 e Gráfico 12) com picos máximos de tráfego nos meses de junho a setembro de 2016.

Tabela 13: Velocidade Média – CEV 4 Av. Castanheiras

Av. Castanheiras Qd 107 próx. A Rua 35 sentido Taguatinga Shopping	
Mês	Velocidade Média - 2016
1	31,5
2	37,1
3	36
4	35,9
5	25,4
6	35,9
7	36,6
8	35,6
9	36,2

10	2,9
11	0,0
12	0,0
Média anual*	36,0

*Considerando somente os meses 01 a 09

Gráfico 10: Velocidade Média – CEV 4 Av. Castanheiras

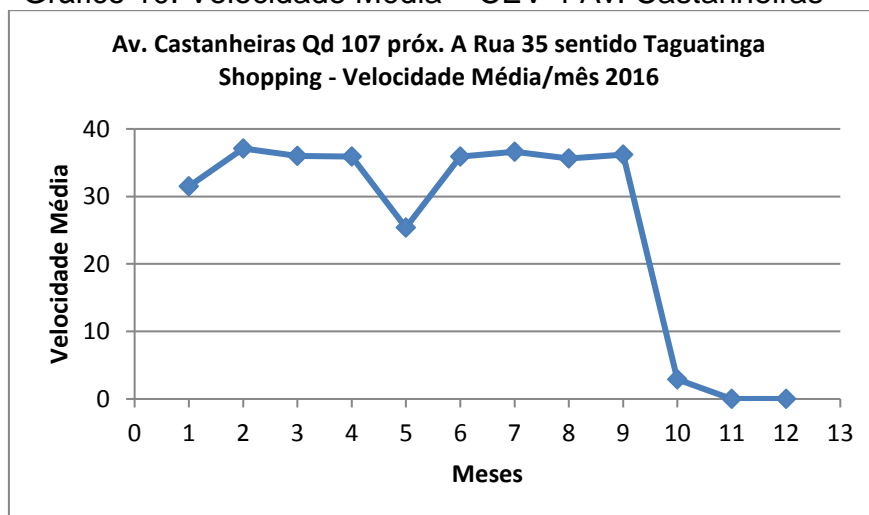


Tabela 12: Volume Veicular – CEV 4 Av. Castanheiras

Av. Castanheiras Qd 107 próx. A Rua 35 sentido Taguatinga Shopping	
Mês	Volume Veicular Total
1	669728
2	594248
3	769561
4	780238
5	555285
6	809886
7	788564
8	826245
9	797527
10	58640
11	0
12	0
Média anual*	732.365

*Considerando somente os meses 01 a 09

Gráfico 10: Volume Veicular – CEV 4 Av. Castanheiras

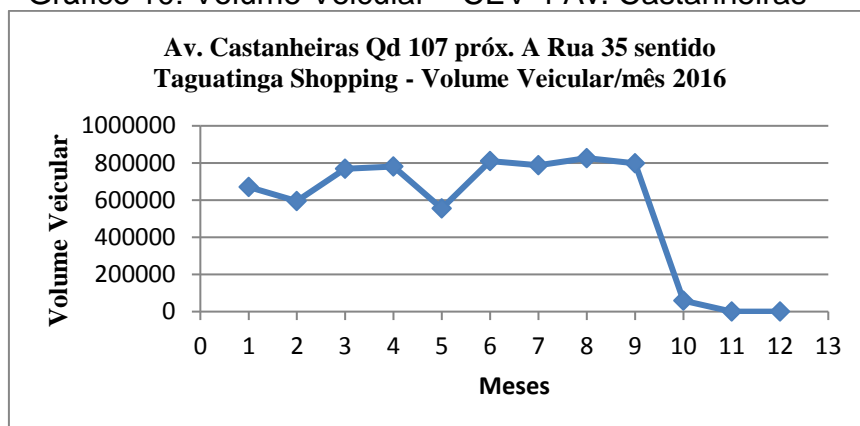
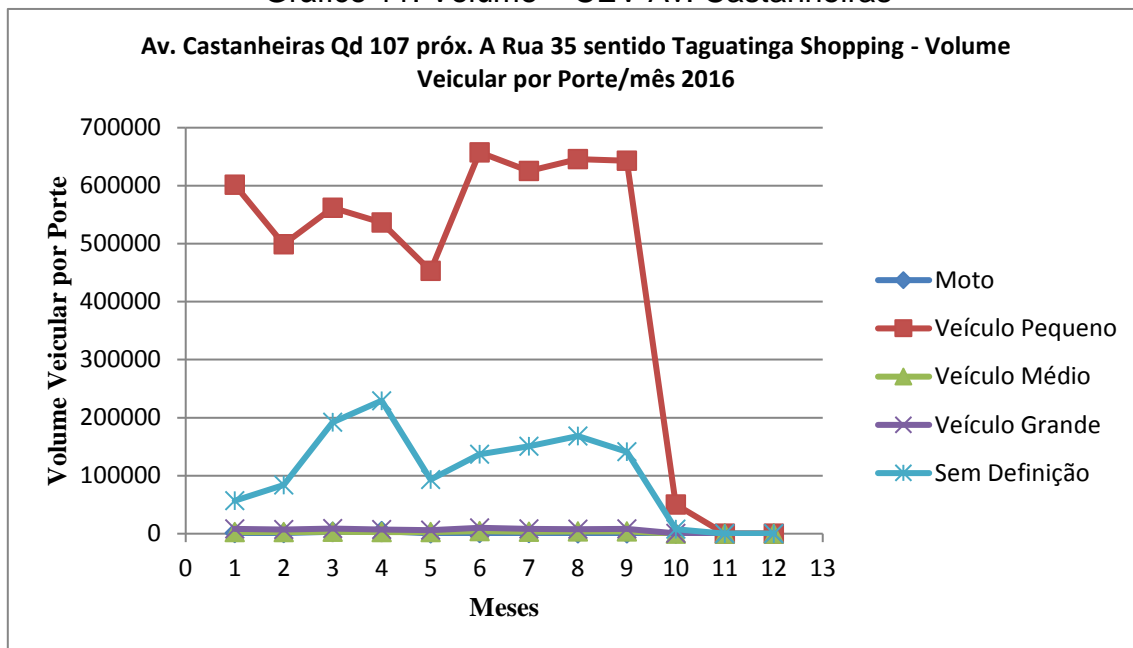


Tabela 12: Volume Veicular por Tipo – CEV 4 Av. Castanheiras
Av. Castanheiras Qd 107 próx. A Rua 35 sentido Taguatinga Shopping

Mês	Tipo de Veículo				
	Moto	Veículo Pequeno	Veículo Médio	Veículo Grande	Sem Definição
1	829	601571	2498	8206	56624
2	1356	499088	2688	7312	83804
3	3086	561977	3393	8771	192334
4	4414	536228	2865	7426	229305
5	575	452892	2608	6182	93028
6	861	657573	4366	10174	136912
7	928	625081	3542	8429	150584
8	745	645697	3874	7851	168078
9	773	642996	3846	8540	141372
10	44	50326	148	479	7643
11	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0

Gráfico 11: Volume – CEV Av. Castanheiras



O volume veicular determinado nas Avenidas Castanheiras e Araucárias mostrou-se bastante elevado, como mostrado nas Tabelas anteriores, com predominância de veículos leves transitando nas vias. A velocidade média na Av. Castanheira foi de 36 km/h e 44,5 km/h e na Av. Araucárias de 40,2 km/h e 47 km/h.

Considerando os dados do perfil da frota em circulação, por tipo de veículo e tipo de combustível, confrontados os níveis de emissão para diferentes condições de emprego a partir dos valores medidos por Willians (2013 apud FERREIRA et al., 2013), foram ajustados os fatores de emissão para quatro perfis adicionais de uso dos veículos além da marcha lenta, a saber: Acelerando (saindo da imobilidade); Desacelerando (imobilizando o veículo) e condução à velocidade média constante de 32 e 48 km/h. Além de níveis de emissão a baixa velocidade serem mais elevados, o volume de emissão em gramas por km do mesmo trajeto será muito maior. (Zang e Batterman, 2013).

A Tabela 13 mostra o resultado da aplicação da Eq. 01 para os perfis adotados apresentado a emissão média mensal de CO em gramas/km para cada as avenidas estudadas.

Tabela 13. Emissão média mensal de CO (g/km)

Local	Marcha lenta	Acelerando	Desacelerando	32 km/h	48 km/h
Fator	1,05	40,0	6,0	10,2	3,0
Av. Araucárias cruzamento Av. Pau Brasil	12.194	464.516	69.677	118.451	34.839
Av. Araucárias cruzamento Rua 35	13.761	524.215	78.632	133.675	39.316
Av. Castanheiras Qd. 105	9.691	369.163	55.374	94.136	27.687
Av. Castanheiras Qd. 107	8.799	335.187	50.278	85.473	25.139

Os valores expressos na Tabela 13 mostram a relação direta entre o aumento nas emissões de CO quando o condutor acelera o veículo em intercessões semaforizadas ou cruzamentos e quando ocorre a saturação da via. Desse modo, quanto mais fluído o tráfego menor os níveis de emissão de CO por parte dos veículos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como resultado da contagem veicular foram verificados engarrafamentos significativos nos horários de pico nas principais vias da cidade. Isso se deve ao elevado número de veículos e as retenções causadas pelas interseções semaforizadas. Além disso, verificou-se altas concentrações de CO provenientes do tráfego veicular. Cabe aqui uma ressalva de alerta para as autoridades, pois os dados indicam situação de potencial impacto à saúde das pessoas. Os resultados também indicaram a necessidade de se realizar estudos que garantam uma melhor fluidez de tráfego nas Avenidas Araucárias e Castanheiras com o intuito de minimizar os níveis de emissão de poluentes atmosféricos garantindo, assim, uma melhor qualidade do ar ambiente. Também recomenda-se o monitoramento da qualidade do ar na região de forma a permitir a classificação dos níveis de qualidade do ar no intuito de prevenir situações graves que possam provocar riscos à saúde da população, principalmente nos meses de seca.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIRD, C., 2002, *Química Ambiental*. 2 ed. Porto Alegre, Bookman.

DETRAN/DF. Estatísticas da frota de veículos registrados no Distrito Federal. Disponível em: http://www.detran.df.gov.br/images/03_marco_2016_frota.pdf

EEA, 2002, *Environmental Signals 2002 – Benchmarking the Millenium*, Environmental Assessment Report nº9, European Environmental Agency, Copenhagen, Denmark, p.149.

HABERMANN, M. Métodos de avaliação da exposição ambiental aos poluentes atmosféricos gerados por tráfego veicular. Tese (Doutorado). Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

INCT – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia (OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES) EVOLUÇÃO DA FROTA DE AUTOMÓVEIS E MOTOS NO BRASIL 2001 – 2012 (Relatório 2013). Disponível em: http://www.obsevatorioidasmetropoles.net/download/auto_motos2013.pdf

KATSOUYANNI, K. (2003). Ambienta ir pollution and health. *Br Med Bull* 68:143 – 156.

LAVACA, C. I. V., Avaliação da Qualidade do Ar. Capítulo 2. Emissões Atmosféricas – Livro de TGA. 2003. Disponível em: http://www.ambiental.ufpr.br/wp-content/uploads/2014/08/Livro_TGA-EA- cap 2_QUAL_AR.pdf

MENG, Z., DABDUB, D., SEINFELD, J. H. (1997). Chemical Coupling Between Atmospheric Ozone and Particulate Matter. *Science* 277: 116 – 119.

ONURSAL, B., GAUTAM. S. P., 1997 “Vehicular Air Pollution: Experiences from Seven Latin American”. *World Bank Technical Paper*, nº. 373.

SAMET and WHITE, Urbana ir pollution, heath and equity. *J, Epidemiol. Community Health*, January 1, 2004; 58(1): 3 – 5.

SOMERS, MCCARRY, MALEK, and J. S. Quinn Reduction of Particulate Air POLLution Lowers the Risk of Heritable Mutations in Mice, *Science*, May 14, 2004; 304 (5673): 1008 – 1010.

TORRES, A., UTELL, M.J., MOROW, P. E., VOTER, K.Z., WHITIN, J.C., COX. C., JOHN LOONEY, R. SPEERS, D.M., TSAI, Y., FRAMPTON, M.W. (1997). Airway Inflammation in Smokers and Nonsmokers with Varying Reponsiveness to Ozone. *Am J Crit Care Med* 156: 728 – 736.

WHO – World Health Organization. WHO air quality guidelines global update 2005: reporto n a working group meeting. Bonn. Germany. 2006.

Zhang K, E Batterman S. (2013). *Air Pollution and Health Risks Due to Vehicle Traffic*. *Science of the Total Environment*, Volumes 450-451. 2013. 307-316.

Souza, C., Silva, S., Silva, M. , D'Agosto, A.. *Inventory of Conventional Air Pollutants Emissions From Road Transportation For the State of Rio de Janeiro*. Energy Police, Volume 53. 2013. 125-135.

IBAMA (2011). *Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - Proconve/Promot*. 3ª ed. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis. 584p. (Coleção Meio Ambiente. Série Diretrizes - Gestão Ambiental, nº 3).

CETESB (2015) Emissões veiculares no Estado de São Paulo. Relatório 2015. Disponível em: [http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-v4 .pdf](http://veicular.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/35/2013/12/Relatorio-Emissoes-Veiculares-2015-v4.pdf). Acesso em 25 ago 2017.

BRAGA, A. et al. Poluição atmosférica e saúde humana. Revista USP, São Paulo, n.5, p.58-71, set./nov. 2001.

Ferreira, P. C. P., Ribeiro S. K., NASSI, C.D. A IMPORTÂNCIA DA FLUIDEZ DO TRAFEGO NA QUALIDADE DO AR: O CASO DAS AV. DAS AMÉRICAS E AYRTON SENNA NO RIO DE JANEIRO. XXVIII ANPET (Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes) 2013.

8. ANEXOS

8.1 Anexo 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DOS CONTROLADORES ELETRÔNICOS DE VELOCIDADE – CEVs



Figura 1. Mapa de localização dos CEV's

8.2 Anexo 2 – TABELA DE INTENSIDADE DE USO DE REFERÊNCIA

Intensidade de uso de referência				
Ano uso	Moto	VP	VM	VG
0	6403	8160	9110	31235
1	12807	17220	18220	62470
2	13078	15968	21110	58979
3	13243	15277	21914	55908
4	13313	15001	21277	53205
5	13293	14995	19843	50816
6	13192	15112	18255	48689
7	13019	15208	17160	46769
8	12781	15136	17199	45004
9	12486	15000	17500	43341
10	12142	15000	17500	41727
Media	12342	14734	18099	48922

Onde: VP = veículo pequeno / VM = veículo médio / VG = veículo grande