

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

JOÃO CARLOS KOYAMA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL – PR POR MEIO DE ANALISADOR PORTATIL DE
GASES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2014

JOÃO CARLOS KOYAMA

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE
CASCAVEL – PR POR MEIO DE ANALISADOR PORTATIL DE
GASES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão II, do Curso Superior de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ambiental – DAAMB – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Ambiental,

Orientador: Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araujo.

CAMPO MOURÃO
2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Campo Mourão
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Departamento Acadêmico de Ambiental - DAAMB
Curso de Engenharia Ambiental



TERMO DE APROVAÇÃO

MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE CASCAVEL – PR POR MEIO DE ANALISADOR PORTATIL DE GASES

por

JOÃO CARLOS KOYAMA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 13 de agosto de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a banca examinadora considerou o trabalho APROVADO.

JOSÉ HILTON BERNARDINO DE ARAÚJO
Orientador

CRISTIANE KREUTZ
Membro Titular

RAFAEL MONTANHINI SOARES DE OLIVEIRA
Membro Titular

“O termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental”.

RESUMO

Koyama, João C. **Monitoramento da qualidade do ar no município de Cascavel – PR por meio de analisador portátil de gases.** 2014. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

O setor automobilístico tem aumentado constantemente no Brasil, o que contribui para uma maior quantidade de veículos em trânsito pelas ruas. As emissões decorrentes dos meios de transportes terrestres têm impactos significativos na qualidade do ar e na saúde humana. O presente trabalho teve como objetivo monitorar e analisar as concentrações dos poluentes atmosféricos emitidos por fontes móveis em cinco pontos distribuídos de forma estratégica ao longo do município de Cascavel, Paraná durante o período 12 de março a 2 junho de 2014. Além disso fazer a quantificação do número de veículos para fazer um banco de dados atualizado que poderá servir para melhorias no trânsito do município. Foi constatado que apesar de serem registradas algumas medições com concentrações superiores as estabelecidas pela Resolução Conama 03/1990, as frotas de veículos que circularam durante as medições não foram fator determinante na emissão dos poluentes, porém o estado de manutenção dos veículos foi identificado como um dos fatores que interferem na qualidade do ar. As variáveis climáticas também influenciaram na quantificação e monitoramento dos poluentes.

Palavras chaves: Emissão atmosférica, monóxido de carbono, trânsito.

ABSTRACT

Koyama, João C. **Monitoring of air quality in Cascavel - PR using a portable gas analyzer**. 2014. 78 sheets. Final Project (Bachelor in Environmental Engineering) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

The automobile sector has increased steady in Brazil, which contributes to a greater amount of vehicles in the streets. Emissions from the means of transportation have significant impacts on air quality and human health. The present study aimed to monitor and analyze the concentrations of air pollutants emitted by mobile sources in five points distributed strategically throughout Cascavel city in Paraná from March 12th to June 2nd, 2014. Besides quantification of the number of vehicles was made in order to have an updated database that can be used for traffic improvements in the city. It was found that although some measurements recorded higher concentrations than the ones established by CONAMA Resolution 03/1990, the vehicles which passed during the measurements were not a determining factor in the emission of pollutants. However, their bad maintenance was identified as one of the factors that affects air quality. The climate changing also influenced in the quantification and monitoring of pollutants.

Key words: air emission, carbon monoxide, traffic.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, por ter dado saúde e força ao longo de todo caminho percorrido e também todas as pessoas que estiveram ao meu lado me apoiando, que sem duvidas foram fundamentais para essa conquista.

Quero agradecer em especial a minha família que me deu suporte por todos esses anos, e aos meus amigos que me auxiliaram nas minhas coletas de dados em campo e sempre torceram por mim.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo que através do seu conhecimento me auxiliou na realização desse trabalho. E a todos os professores do curso que foram tão importantes na minha vida acadêmica.

Aos meus companheiros de republica que ao longo de tantos anos juntos acabaram por formar uma nova família.

E aos meus amigos de graduação que estiveram comigo por todos esses anos e que irão continuar presentes na minha vida com certeza.

LISTA DE SIGLAS

CO ₂	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono
SO ₂	Dióxido de enxofre
NO ₂	Dióxido de nitrogênio
N ₂	Gás nitrogênio
H ₂ S	Gás sulfídrico
O ₂	Oxigênio
HC	Hidrocarbonetos
(R-CHO)	Aldeídos
NO _x	Óxidos de nitrogênio
COHb	Carboxiemoglobina
MP	Material particulado
COV	Compostos orgânicos voláteis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
PROCONVE	Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores
SEMA	Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
PCPV	Plano de Controle de Poluição Veicular
DETRAN-PR	Departamento Estadual de Trânsito do Paraná

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Cascavel – PR.	30
Figura 2 - Localização dos pontos de amostragem no município de Cascavel– PR.	31
Figura 3 - Detector de gás portátil, modelo Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies.	32
Figura 4 – Comparação percentual de veículos cadastrados no DETRAN/PR e obtidas no presente trabalho.	36
Figura 5 – Ponto de monitoramento localizado no entroncamento da BR 277, PR 369 e PR 467 com a Avenida Brasil.	37
Figura 6 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1.	38
Figura 7 – Ponto de monitoramento localizado na rotatória que liga a Avenida Rocha Ponto com a Rua Pedro Castro Nepeel.	39
Figura 8 – Comparação percentual em cada dia de amostragens no Ponto 2.	40
Figura 9 – Ponto de monitoramento localizado no cruzamento da rua Rio Grande do Sul com a rua Duque de Caxias.	41
Figura 10 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3.	42
Figura 11 – Ponto de monitoramento localizado no cruzamento da rua Jorge Lacerda com a rua Recife.	43
Figura 12 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 4.	45
Figura 13 – Ponto de monitoramento localizado no entroncamento da Avenida Tancredo Neves e Rua Tito Muffato com a BR 277.	46
Figura 14 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 5.	47
Figura 15 – Concentração de CO no dia 24/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.	51
Figura 16 – Concentração de CO no dia 21/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.	52
Figura 17 – Concentração de CO no dia 26/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.	53
Figura 18 – Concentração de CO no dia 25/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.	54
Figura 19 – Concentração de CO no dia 22/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.	55
Figura 20 – Concentração de CO no dia 27/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.	56
Figura 21 – Concentração de CO no dia 26/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.	58
Figura 22 – Concentração de CO no dia 23/04/2012 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.	59
Figura 23 – Concentração de CO no dia 28/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.	60
Figura 24 – Concentração de CO no dia 27/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4.	62
Figura 25 – Concentração de CO no dia 24/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4.	63
Figura 26 – Concentração de CO no dia 29/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4.	64
Figura 27 – Concentração de CO no dia 28/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.	66

Figura 28 – Concentração de CO no dia 25/04/2014e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.	67
Figura 29 – Concentração de CO no dia 30/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– Principais poluentes da atmosfera agrupados de acordo com o grupo químico de origem.....	19
Quadro 2– Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar. .	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre a porcentagem de carboxiemoglobina (COHb) no sangue e efeitos nocivos.....	22
Tabela 2 – Padrões primários e secundários.	26
Tabela 3 – Quantidade de veículos registrados no município de Cascavel de acordo com seu porte.....	29
Tabela 4 – Quantidade de veículos registrados até o mês de março de 2014, no município de Cascavel – PR, de acordo com seu porte.....	29
Tabela 5 – Quantidade de veículos quantificados nos 5 pontos amostrais.....	35
Tabela 6 – Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de março de 2014.	35
Tabela 7 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto1.	37
Tabela 8 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2. ...	40
Tabela 9 - Total de veículos contabilizados pro grupo, data e horário no Ponto 3. ...	42
Tabela 10 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 4. .	44
Tabela 11 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 5. .	46
Tabela 12 - Temperaturas aferidas nos dias de medição (continua).....	48
Tabela 13 - Número total de detecções registradas pelo aparelho medidor de gases durante as medições em cada ponto.	49

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO DE LITERATURA	16
3.1 Poluição atmosférica	18
3.1.1 Classificação das fontes de poluição ambiental	19
3.2 Poluentes na atmosfera.....	20
3.3 Efeitos da Poluição na Saúde	20
3.4 Fenômenos Atmosféricos Causados Pela Poluição do Ar	23
3.5 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas	25
3.6 Poluições causadas por Veículos Automotores	28
3.7 Frota de Veículos no município de Cascavel – PR	28
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
5.1 Estudo de caso Realizado em Campo Mourão – PR	34
5.2 Fluxo de Veículos	35
5.3 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 1.....	36
5.4.1 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 2.....	39
5.4.2 Amostragem do fluxo de veículos no Ponto 3	41
5.4.3 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 4.....	43
5.4.4 Amostragem do fluxo de Veículos no ponto 5	45
5.5 Temperatura aferida nos dias de Monitoramento	48
5.6 Emissões atmosféricas.....	48
5.6.1 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 1	50
5.6.2 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 2	53
5.6.3 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 3	57
5.6.4 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 4	61
5.6.5 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 5	65
6 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	71

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil vem sofrendo uma forte mudança com o crescimento desordenado dos ambientes urbanos, as cidades cresceram em consequência do êxodo rural provocado principalmente pela mecanização da agricultura ou pela substituição das atividades agrícolas pelas pastagens.

Desta forma há constantes migrações de pessoas da zona rural para a zona urbana em busca de melhores condições de vida. Nas cidades as populações acabam por aumentar sua renda, e a aquisição de veículos automotores passa a ser, geralmente, a primeira opção de compra. Somente no ano de 2009 houve um aumento de 20% na comercialização de veículos automotores (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA 2010).

Nos grandes centros urbanos e industriais são comuns os dias em que a poluição do ar atinge níveis críticos, provocada pelo lançamento de gases na atmosfera oriundas dos escapamentos dos veículos, das chaminés das fabricas e das queimadas, que lançam constantemente no ar grandes quantidades de substâncias prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Estas emissões geram problemas ambientais como a degradação de florestas e da camada de ozônio, agravamento do efeito estufa e a ocorrência de chuvas ácidas.

Atualmente, a poluição do ar é um dos maiores problemas que afeta a saúde pública, causando problemas aos seres humanos, animais e plantas (OGA et al., 2008).

Segundo Freitas (2006), devido ao crescimento do setor automobilístico, a quantidade de veículos transitando pelas cidades contribuem bastante para a poluição do ar, devido a queima de combustíveis em seus motores.

A poluição atmosférica pode ser causada por duas fontes, chamadas de fixas ou móveis. Os veículos (fontes móveis) são um dos principais responsáveis por estas emissões devido ao grande número que circulam nos centros urbanos.

Vale ressaltar que, embora existam fontes fixas e móveis de emissores de poluentes, os gases tendem a se dispersar no ambiente, podendo vir a poluir áreas próximas ou mais distantes da fonte.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 3, de 28 de junho de 1990, na esfera federal, dispõe sobre os padrões de qualidade do ar que se

ultrapassadas as concentrações máximas podem afetar a saúde e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais como obras públicas.

No Brasil foram adotadas medidas como o Programa Nacional de Controle de Poluição por Veículos Automotores (PROCONVE) com a finalidade de reduzir os níveis de poluição veicular.

Desta forma, este trabalho visa acompanhar e monitorar as emissões de poluentes atmosféricos em pontos estratégicos do município de Cascavel, estado do Paraná, e comparar os dados com a legislação vigente relacionada com padrões de qualidade do ar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar as concentrações dos poluentes atmosféricos emitidos por veículos automotores presentes no ar de Cascavel-PR, tais como gás sulfídrico (H_2S), monóxido de carbono (CO), oxigênio (O_2) e gases combustíveis, comparando os valores obtidos nas medições com os padrões pertinentes que as legislações especificam.

2.2 Objetivos específicos

- Quantificar o número de veículos durante as amostragens;
- Monitorar as emissões de: gás sulfídrico (H_2S), monóxido de carbono (CO), oxigênio (O_2) e gases combustíveis;
- Apresentar sugestões de medida de controle da poluição atmosférica no Município;
- Obter parâmetros da qualidade do ar, avaliando as condições e o que pode ser sugerido para contornar as situações fora das normas legais dos órgãos ambientais, quando o nível de poluentes estiver acima do permitido.

3 REVISÃO DE LITERATURA

O processo de crescimento das cidades se acelerou por duas razões a necessidade de mão de obra nas indústrias e a redução no número de trabalhadores no campo. No Brasil, calcula-se que 84,35% da população habitam as cidades, contra 15,35% que ainda residem em ambientes rurais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, 2010).

No Brasil, a partir do século XX, começaram os crescimentos desenfreados nos grandes centros urbanos, causados pelo desenvolvimento industrial nas cidades do sudoeste, e pela criação de Brasília (BELLEI, 2001).

Contudo, o crescimento populacional urbano e industrial, ao lado da falta de fiscalização de proteção ao meio ambiente acarretou na poluição e degradação do meio ambiente urbano.

Segundo Lombardo (1985), a crescente urbanização constitui uma preocupação de todos os profissionais e segmentos ligados à questão do meio ambiente, pois as cidades avançam e apresentam um crescimento rápido e sem planejamento adequado, o que contribui para uma maior deterioração do espaço urbano.

Segundo Valle (2004) poluição ambiental pode ser definida como toda ação ou omissão do homem que pela descarga de material ou energia atuando sobre as águas, o solo, o ar, causa um desequilíbrio nocivo, seja ele de curto, ou longo prazo sobre o meio ambiente.

Devido à expansão da indústria automobilística, a poluição atmosférica urbana se torna cada vez maior. Os principais efeitos negativos causados pela poluição atmosférica são a destruição da camada de ozônio, as chuvas ácidas, o aquecimento global, as inversões térmicas e o *smog* (LOPES, 2003; LORA, 2002).

O meio ambiente sendo de extrema importância para as condições de geração e manutenção da vida, quando sofre ações externas modificadoras, passa a ser um agente de impacto a saúde. A poluição do ar pode causar danos à saúde, aos materiais, às propriedades da atmosfera, à vegetação bem como à economia (DERÍSIO, 2007).

De acordo com Lombardo (1985) a qualidade da vida humana está diretamente relacionada com a interferência da obra do homem no meio natural

urbano. A natureza humanizada, através das modificações no ambiente alcança maior expressão nos espaços ocupados pelas cidades, criando um ambiente artificial.

Conforme Cavalcanti (2010) os efeitos da poluição do ar sobre a população podem variar conforme o tipo e as concentrações dos poluentes, os volumes aspirados, o tempo de exposição e as condições fisiológicas de cada organismo.

Os veículos automotores são um dos principais causadores de poluição atmosférica em todo mundo. Em grandes centros urbanos, os veículos automotores contribuem com emissões atmosféricas que, dependendo da região, podem afetar de forma significativa a qualidade do ar (TEIXEIRA et al. 2008).

Os veículos automotores têm tido uma participação ativa no crescimento acelerado da poluição, principalmente no Brasil que privilegia o transporte rodoviário (AZUAGA, 2000).

As emissões provenientes dos automóveis são àquelas que mais se dispersam e têm maior dificuldade no controle. Para o acompanhamento destas emissões devem ser consideradas uma série de fatores, tais como alteração do perfil da frota e as novas tecnologias que chegam ao mercado, fazendo com que os carros mais novos acabem por emitir menos poluentes (AZUAGA, 2000).

De acordo com Silva (2008) para se determinar a qualidade do ar em um ambiente urbano, é necessário levar em conta vários fatores, entre eles os sistemas de fontes fixas (cuja caracterização pode ser uma indústria emitindo poluentes por sua chaminé) e fontes móveis (caracterizado por veículos automotores emitindo gases provenientes da queima do combustível).

Algumas resoluções padronizam a quantidade de poluentes emitidos na atmosfera. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 03 de junho de 1990, na esfera federal, dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e que se ultrapassadas as concentrações máximas podem afetar a saúde e o bem estar da população e causar danos à flora e fauna (BRASIL, 1990).

Nesta resolução é disponibilizada a classificação dos padrões da qualidade em primários e secundários. Os primários são definidos pelas concentrações de poluentes, que quando ultrapassadas, podem afetar a saúde humana; os secundários são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população e da natureza.

O estabelecimento de metas para a redução da emissão de gases e materiais particulados por fontes móveis no Brasil, constituídas por veículos automotores, iniciou-se em 1986, quando o CONAMA instituiu, por meio da Resolução nº 18, de 6 de maio daquele ano, o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, fixando prazos, limites máximos de emissão e estabelecendo exigências tecnológicas para veículos automotores, nacionais e importados (BRASIL, 1986).

No estado do Paraná há um padrão estabelecido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, denominado Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV. Este plano foi instituído no ano de 2011 e atende todos os objetivos previstos da Resolução CONAMA nº018 e estabelece a classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar buscando melhorar a qualidade de vida das pessoas, e também, preservar a qualidade do ar e tornar um meio ambiente mais sustentável (PARANÁ, 2010).

O nível de poluição atmosférica é determinado pela quantificação das substâncias poluente presentes no ar. Segundo a Companhia Estadual do Estado de São Paulo (CETESB), o grupo de poluentes considerados como indicadores mais abrangentes da qualidade do ar são compostos por monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado e ozônio, mais o dióxido de nitrogênio.

Dentre os componentes citados, o monóxido de carbono é o principal poluente emitido pelos veículos automotores, devido a sua combustão incompleta nos motores dos mesmos. Vale ressaltar também, que pelo mesmo motivo, os gases dióxido de enxofre e dióxido de nitrogênio contribuem com a poluição atmosférica. Os veículos são responsáveis por cerca de 75% de todo o monóxido de carbono liberado por fontes artificiais, em uma escala mundial (FERNÍCOLA; LIMA, 1979, OGA et al., 2008).

3.1 Poluição atmosférica

Como uma definição básica, a poluição do ar começa a partir da presença ou lançamento (emissão) no ambiente de substancias em concentrações que possam

interferir na saúde, segurança e bem estar da população, ou no pleno uso e gozo da sua propriedade (DERISÍO, 2007).

Segundo Assunção (1998), poluente atmosférico é qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa e de energia que, presentes na atmosfera podem torna-la poluída.

A classificação da poluição do ar se dá devido a quantidade de substâncias presentes na atmosfera. Como a variedade de substâncias que podem alterar a qualidade do ar é muito grande, há um agrupamento dos poluentes de acordo com a sua composição química, conforme mostra o Quadro 1 a seguir (OGA et al., 2008).

Compostos de enxofre	Compostos de nitrogênio	Compostos orgânicos	Monóxido de carbono	Compostos halogenados	Material particulado	Ozônio
SO ₂	NO ₂	Hidrocarbonetos	CO	HCl	Mistura de compostos no estado sólido ou líquido	O ₃
SO ₃	NO ₃	Alcoóis		HF		Formaldeído
H ₂ S	NH ₃	Aldeídos		Cloretos		Acroleína
Mercaptanas	HNO ₃	Cetonas		Fluoretos		Nitratos de peroxiacila
Sulfatos	Nitratos	Ácidos orgânicos				

Quadro 1– Principais poluentes da atmosfera agrupados de acordo com o grupo químico de origem.

Fonte: Adaptado de Cetesb (2014) e Oga et al. (2008).

3.1.1 Classificação das fontes de poluição ambiental

Naturais – Provenientes de fenômenos da natureza: atividade vulcânica, incêndios florestais não causados pelo homem, processos microbiológicos, mare vermelha, acúmulo de arsênio em animais marinhos ou água.

Antropogênicas – Decorrentes das atividades humanas: doméstica e urbana (esgoto e lixo doméstico, veículos automotores), industrial (esgoto e lixo industrial, queima de combustível) e agropecuária (queimadas fertilizantes e praguicidas) (OGA, 2003)

Móveis – Veículos automotores

Estacionarias – ou fixas, indústrias.

3.2 Poluentes na atmosfera

Os poluentes são classificados em primários e secundários. Primários são aqueles emitidos diretamente na atmosfera por uma fonte não identificável. Secundários são aqueles produzidos no ar, pela interação de um ou mais poluentes primários com as constituintes normais da atmosfera (LORA, 2002, OGA, 2003, CETESB, 2012a).

No processo de determinação de qualidade do ar, sistematicamente limita-se o número de poluentes em estudo, em função da sua importância e dos recursos naturais e humanos disponíveis. De forma geral o grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar são (DERISIO, 2007, OGA et al., 2008, MANZOLI, 2009):

- Dióxido de enxofre: É um gás cuja percepção é mais fácil se comparado ao monóxido de carbono, pois pode apresentar uma coloração amarela ou incolor, e principalmente pelo seu odor característico de enxofre (OGA et al., 2008).
- Monóxido de carbono: O monóxido de carbono tem como característica ser um gás inodoro e incolor, e é classificado toxicologicamente como um gás asfixiante químico, pela sua atuação no sangue formando a carboxiemoglobina (OGA et al., 2008).
- Dióxido de nitrogênio: É um gás marrom avermelhado, com forte odor e muito irritante, são formados por reações de oxidação atmosférica do nitrogênio durante a combustão (OGA et al., 2008).
- Outros poluentes conhecidos presentes na atmosfera são os materiais particulados (MP), chumbo (Pb), ozônio (O₃), compostos orgânicos voláteis

3.3 Efeitos da Poluição na Saúde

Dentre as diversas formas de degradação ambiental, a poluição do ar atmosférico é uma das que mais prejuízos traz à civilização.

Segundo Oga et al., (2008) a poluição do ar é atualmente um dos maiores problemas de saúde pública, afetando a saúde dos seres humanos, de outros animais e das plantas.

Os efeitos da poluição do ar sobre a saúde podem provocar doenças agudas, crônicas, encurtamento da vida, dano ao crescimento, alteração de importantes funções fisiológicas, tais como ventilação do pulmão, transporte de oxigênio pela hemoglobina, funções do sistema nervoso e sintomas adversos, tal como irritação sensorial, desconforto, odor e prejuízo a visibilidade (DERÍSIO, 2007).

O ar que se respira habitualmente deve obedecer a determinadas características que o tornem adequado para a função respiratória. Altas concentrações de poluentes estão relacionadas com o aumento da mortalidade nas regiões afetadas, assim como o agravamento do estado de saúde dos pacientes com doenças respiratórias (LORA, 2002).

Segundo Figueredo (2009), a poluição do ar atmosférico por monóxido de carbono, óxidos nitrogenados de combustíveis sólidos e líquidos, tetra-etil-chumbo, dióxido de enxofre e outros poluentes são responsáveis por alterações climáticas e problemas de saúde humana.

O monóxido de carbono é considerado um poluente altamente tóxico, pois ele agride diretamente a saúde da população. Ele afeta diminuindo a capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. Isto ocorre devido a maior afinidade do monóxido de carbono se ligar à hemoglobina, cerca de 210 vezes mais em relação ao oxigênio. Tal reação (que forma a carboxiemoglobina) provoca alterações nervosas de comportamento, e também, alterações no miocárdio (LORA, 2002).

A carboxiemoglobina (COHb), pode chegar à uma concentração de 0,5% em indivíduos não fumantes, e o limite máximo que o ser humano aguenta pode chegar a 2%. Em casos de intoxicação aguda, pode levar o indivíduo a morte, pois o sangue (hemoglobina e mioglobina), não consegue mais transportar o oxigênio, devido a maior afinidade com o monóxido de carbono causando anoxia tecidual (OGA et al., 2008).

As concentrações de carboxiemoglobina e os efeitos que trazem ao homem podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação entre a porcentagem de carboxiemoglobina (COHb) no sangue e efeitos nocivos.

[COHb]	Efeitos nocivos ao homem
< 1%	Nada observável.
1 – 2%	Leve alteração no comportamento.
2 – 5%	Efeitos sobre o SNC: - diminuição da capacidade de distinguir espaço/ tempo, - falhas na acuidade visual, - alterações nas funções motoras.
>5%	Alterações cardiovasculares.

Fonte: Adaptado de Passareli (2003) e Oga et al. (2008).

O óxido de enxofre possui efeitos altamente prejudiciais à saúde da população, esse componente é emitido principalmente por veículos automotores a diesel. Segundo Oded Grajew (2008), o material particulado fino, resultante da combustão do enxofre, é responsável por graves doenças pulmonares e pela morte prematura (sobretudo de crianças e idosos) de cerca de 3.000 pessoas por ano na cidade de São Paulo e de 10 mil nas principais regiões metropolitanas do país.

Os efeitos do dióxido de enxofre na saúde humana estão intimamente associados à solubilidade desses gases nas paredes do aparelho respiratório. O dióxido de enxofre promove o aumento da resistência à passagem do ar e ao aumento da produção de muco, e também agrava as doenças respiratórias e pode produzir danos aos tecidos do pulmão (DERÍSIO, 2007).

Segundo Oga et al. (2008), os demais compostos derivados do enxofre, quando demitidos podem formar os chamados aerossóis (como por exemplo, o sulfato, o bissulfato e o ácido sulfúrico), que quando inalados chegam a causar irritações no trato respiratório.

Já o material particulado é uma mistura variada de partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar. A sua disposição no sistema respiratório varia conforme as dimensões das partículas. Quando se encontra na região traqueo-bronquial e pulmonar, é considerada típica de inalação de partículas menores que 10UM, sendo as que causam maior efeito adverso a saúde humana. Estes efeitos podem coincidir no aumento de incidências de doenças respiratórias, bronquiais

crônicas, constrição dos brônquios, diminuição da função pulmonar e, aumento da mortalidade (OGA et al., 2008, LORA, 2002).

Segundo LORA (2002), existem cinco classificações de materiais particulados, elencados em:

- Poeiras, cuja dimensão varia entre 0,01um a 100um, e pode ser emitida por desagregação mecânica;
- Fumos, com diâmetro menos que 0,1um, e é gerado por processo de combustão, sublimação ou fundição;
- Fumaça, cujo diâmetro é menos que 0,5um, é derivado da combustão de matéria orgânica;
- Nevoas, que são partículas líquidas, gerados por quaisquer processos mecânicos, onde não há uma definição do tamanho de suas partículas,
- Neblina, que são partículas líquidas provenientes da condensação de vapores, sem definição do tamanho médio de suas partículas.

O dióxido de nitrogênio é formado por reações de oxidação atmosférica do nitrogênio durante a combustão. O NO₂ quando inalado, atinge porções periféricas dos pulmões devido ao seu caráter lipofílico e seus efeitos tóxicos estão relacionados ao seu poder oxidante. Os principais efeitos tóxicos do NO₂ são irritação das vias aéreas, enfisema pulmonar a longo prazo e, em intoxicações agudas, edema pulmonar (OGA et al., 2008).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) os centros urbanos poluídos são os que mais registram casos de doenças respiratórias e de câncer de pulmão (5% dos casos) em decorrência da poluição. Além disso, tais dados revelam que, no mundo, entre dois milhões e quatro milhões de pessoas morrem por ano com doenças decorrentes da poluição do ar.

3.4 Fenômenos Atmosféricos Causados Pela Poluição do Ar

Além dos efeitos nocivos diretamente verificados na saúde humana a poluição atmosférica é responsável pela intensificação e provocação de certos fenômenos, como por exemplo, a destruição da camada de ozônio, o efeito estufa, a chuva

ácida, a inversão térmica, o smog e o aquecimento global. Tais fenômenos possuem tanto relações diretas quanto indiretas com as mudanças climáticas, provocando devastações ambientais e problemas de saúde que, cada vez mais, se alastram geograficamente pelo mundo (CARVALHO, 2009).

A destruição da camada de ozônio é um problema grave no que tange aos efeitos climáticos, porque não havendo a integridade desta camada, a Terra não terá a proteção de sua camada natural contra as radiações solares extremamente perigosas, os raios UVB e UVA (raios ultravioletas).

Um dos maiores causadores da destruição da camada de ozônio são os gases denominados clorofluorcarbonetos (CFC's), encontrados em refrigeradores, condicionadores de ar, espumas isolantes, extintores de incêndio e aerossóis (FIGUEREDO, 2009).

As principais consequências desta destruição seriam: o aumento do registro de pessoas com câncer de pele, prejuízos na agricultura e também na vida aquática (OGA et al, 2008).

Com relação à chuva ácida, essa é causada devido a emissão dos poluentes diretamente na atmosfera proveniente da queima dos combustíveis fósseis, carvão, dióxidos de enxofre e nitrogênio. Os danos causados à flora, à fauna, aos recursos hídricos e ao patrimônio cultural estão entre as principais consequências da chuva ácida, visto que esta tem um altíssimo potencial corrosivo (OGA et al., 2008, CARVALHO, 2009).

O efeito estufa se torna um problema quando ocorre um aumento exagerado das emissões antrópicas de gases do efeito estufa (GEE), dentre eles o dióxido de carbono, cuja principal origem é a queima de combustíveis fósseis. Isto se pode exemplificar nas mudanças climáticas do planeta, causando um aumento da temperatura superficial, aumento da ocorrência de furacões, tufões e ciclones. Ainda são previstas alterações nos padrões de chuvas, podendo até ocorrer o desaparecimento de ilhas, cidades litorâneas, derretimento das geleiras, aumento das inundações e secas extremas (OGA et al, 2008).

O fenômeno da inversão térmica ocorre quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, fazendo com que haja dificuldades na dispersão dos poluentes atmosféricos. Como resultado disto, forma-se outro fenômeno, chamado de "smog", que pode ser entendido como um acúmulo dos poluentes

atmosféricos causados pela inversão térmica. Estes poluentes formam as neblinas, principalmente nos períodos mais frios do ano (OGA et al., 2008).

Conforme a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1990), do Estado de São Paulo, a reação de hidrocarbonetos emitidos pela queima dos combustíveis fósseis (principalmente pela gasolina), junto com os óxidos de nitrogênio (NO_x), acabam formando uma névoa marrom que se denomina como “smog”, e acaba ocorrendo quando há grandes concentrações de ozônio (O₃) na atmosfera.

As consequências deste fenômeno ao homem são irritação nos olhos e nas vias respiratórias, o que diminui a defesa contra os microrganismos presentes no ar (OGA et al., 2008).

3.5 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas

Algumas resoluções padronizam as quantidades de poluentes emitidos na atmosfera. O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 03 de junho de 1990, na esfera federal, dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e que se ultrapassadas as concentrações máximas podem afetar a saúde e o bem estar da população e causar danos à flora e fauna (BRASIL, 1990).

Para efeitos dessa resolução ficam também estabelecidos conceitos que classificam os padrões da qualidade em primários e secundários. Os primários são definidos pelas concentrações de poluentes, que quando ultrapassadas, podem afetar a saúde humana; os secundários são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população e da natureza. Os padrões primários e secundários da qualidade do ar estão descritos na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Padrões primários e secundários.

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partícula Total em	24 horas	240	150
Suspensão	1 ano	8	60
Fumaça	24 horas	150	100
	1 ano	60	40
Partículas Inaláveis	24 horas	150	150
	1 ano	50	50
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	24 horas	365	100
	1 ano	80	40
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	40.000	40.000
	8 horas	10.000	10.000
Ozônio (O ₃)	1 hora	160	160
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	1 ano	100	100

Fontes: Adaptado, CONAMA Resolução N° 03/90.
SEMA Resolução N° 054/06.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou dois programas nacionais, objetivando o controle da qualidade do ar em relação à poluição emitida por veículos automotores: o Programa Nacional de Controle da Qualidade do ar (PRONAR) e o Programa de Controle do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

No ano de 1989, foi implantado, a partir da Resolução CONAMA 005/89, o Programa Nacional de Controle da Qualidade do ar (PRONAR). A finalidade desse programa é:

- garantir uma melhoria na qualidade do ar,
- garantir o atendimento aos padrões estabelecidos e
- garantir o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas (Vasques 2009).

Assim, a estratégia adotada pelo PRONAR, foi a de reduzir, em âmbito nacional, as emissões de poluentes reservando o uso dos padrões de qualidade do ar somente como ação complementar.

A resolução CONAMA no. 18 de 06 de maio de 1986, institui em caráter nacional o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, cujos objetivos são (BRASIL, 1986):

- Reduzir os níveis de emissão de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos padrões de Qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos;
- Promover o desenvolvimento tecnológico nacional, tanto na engenharia automobilística, como também em métodos e equipamentos para ensaios e medições da emissão de poluentes.
- Criar programas de inspeção e manutenção para veículos automotores em uso;
- Promover a conscientização da população com relação à questão da poluição do ar por veículos automotores;
- Estabelecer condições de avaliação dos resultados encontrados;
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos colocados a disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras a atmosfera.

No estado do Paraná há um padrão estabelecido pela Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA, denominado Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV. Este plano foi instituído no ano de 2011 e atende todos os objetivos previstos da Resolução CONAMA nº018 e traz a seguinte classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar (Quadro 2):

Índice de qualidade do ar	Classificação	PTS 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Fumaça 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	PI 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	SO ₂ 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	O ₃ 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	CO 24 h ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	NO ₂ 24 hr ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
0 – 50	Boa	0 – 80	0 – 60	0 – 50	0 – 80	0 – 80	0 – 4,5	0 – 100
>50 – 100	Regular	>80 – 240	>60 – 150	>50 – 150	>80 – 365	>80 – 160	>4,5 – 9,0	>100 – 320
>100 – 200	Inadequada	>240 – 375	>150 – 250	>150 – 250	>365 – 800	>160 – 400	>9,0 – 15	>320 – 1130
>200 – 300	Má	>375 – 625	>250 – 420	>250 – 420	>800 – 1600	>400 – 800	>15 – 30	>1130 – 2260
>300 – 400	Péssima	>625 – 875	>420 – 500	>420 – 500	>1600 – 2100	>800 – 1000	>30 – 40	>2260 – 3000
>400	Crítica	>875	>500	>500	>2100	>1000	>40	>3000

Quadro 2– Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar.

Fonte – Plano de Controle de Poluição Veicular (2011).

3.6 Poluições causadas por Veículos Automotores

Os veículos automotores produzem mais poluição atmosférica do que qualquer outra atividade humana isolada, variando de acordo com as características de cada cidade e tipo de combustível usado (AMARAL, 2011).

Cabe salientar que fatores como o tipo de motor, sua regulação, manutenção e modo de dirigir influenciam na quantidade de poluentes emitidos. Além disso, os veículos podem poluir mesmo sem estar funcionando, pois com o motor desligado ocorre a evaporação de combustível pelo suspiro do tanque e no sistema de carburação do motor, sendo grande parte desses vapores lançada para a atmosfera (TEIXEIRA et al., 2009).

Situações das vias de tráfego como valetas, obstáculos, localização de semáforos, parada de ônibus, geometria das vias, qualidade da pista de rolamento também interferem muito nos padrões das emissões de poluentes (MANZOLLI, 2008).

Segundo Teixeira et al. (2009), em regiões congestionadas o tráfego de veículos responde por cerca de 90% das emissões de CO, 80 a 90% das emissões de NOx, hidrocarbonetos e uma boa parcela de particulados. Veículos pesados (ônibus e caminhões) são responsáveis pela maior fração de óxidos de nitrogênio e de enxofre, enquanto veículos leves (automóveis de passeio), movido a gasolina e álcool, são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

3.7 Frota de Veículos no município de Cascavel – PR

De acordo com os anuários estatísticos, elaborados pelo Departamento Estadual de trânsito do Paraná (DETRAN-PR), no ano de 2010, o município de Cascavel registrou um total de 148.034 veículos, sendo classificada de uma forma adaptada a original encontrada na classificação do DETRAN conforme a tabela 3.

Desta forma, para os veículos leves compreendem-se os automóveis de passeio em geral, para os veículos médios as camionetas e utilitários e, para os veículos pesados ônibus e caminhões.

Tabela 3 – Quantidade de veículos registrados no município de Cascavel de acordo com seu porte.

Veículos	Quantidade	%
Motocicletas	31.582	21,34
Leves	84.411	57,02
Médios	15.349	10,37
Pesados	16.692	11,27
TOTAL	148.034	100,00

Fonte: DETRAN-PR (2010).

Até o mês de março de 2014, o próprio DETRAN-PR, registrou um aumento de aproximadamente 23,4% dos veículos registrados, comparados com a quantidade registrada no ano de 2010 (tabela 4). Este aumento pode estar relacionado com a melhor qualidade de vida da população cascavelense, bem como o aumento do poder aquisitivo, aliados aos incentivos fiscais que o governo subsidia.

Tabela 4 – Quantidade de veículos registrados até o mês de março de 2014, no município de Cascavel – PR, de acordo com seu porte.

Veículos	Quantidade	%
Motocicletas	37.412	19,37
Leves	111726	57,84
Médios	23328	12,09
Pesados	20681	10,70
TOTAL	193.147	100,00

Fonte: DETRAN – PR (2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no município de Cascavel (Figura 1), localizada na região oeste do Estado do Paraná.

Segundo a prefeitura de Cascavel (2014), o município situa-se no terceiro planalto do estado, na região oeste paranaense, com uma altitude média de 785 metros. Possui as seguintes coordenadas geográficas: latitude 24° 57' 21" sul, 53° 27' 19" oeste. A cidade de Cascavel possui uma extensão de 2.100,831 Km² e uma população de 286.205 habitantes (IBGE, 2013).



Figura 1: Localização do município de Cascavel – PR.
Fonte: Wikipédia, 2014.

Foram selecionados cinco pontos distintos na área urbana do município para amostrar a qualidade do ar, conforme é demonstrado na Figura 2. A seleção dos pontos foi determinada de maneira estratégica, sendo 3 deles espalhados pelo centro da cidade e dois deles nos acessos e saída para a mesma.



Figura 2: Localização dos pontos de amostragem no município de Cascavel– PR.
Fonte: Bing Maps, 2014.

- O ponto 1 localiza-se no entroncamento da BR 277, PR 369 e PR 467 com a avenida Brasil, local de intenso movimento por se tratar do principal local de acesso e saída de veículos.
- O ponto 2 localiza-se na avenida Rocha Ponto com a rua Pedro Castro Nepeel, local de acentuado movimento de automóveis em razão da presença do lago municipal de cascavel.
- O ponto 3 localiza-se no cruzamento da rua Rio Grande do Sul com a rua Duque de Caxias no centro da cidade, local de maior movimento de automóveis durante o dia devido a grande presença do setor de comercio na região.
- O ponto 4 fica na rua Jorge Lacerda com a rua Recife local próximo ao *shopping* JL e uma via de acesso de veículos da PR 467.
- O ponto 5 localiza-se no entroncamento da Avenida Tancredo Neves e Rua Tito Muffato com a BR 277, saída para a cidade de Foz do Iguaçu.

Para detectar e quantificar as concentrações dos gases poluentes foi utilizado o equipamento detector de gás portátil, modelo Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies (Figura 3), o qual apresenta a concentração momentânea dos poluentes H_2S , e CO em concentração em partes por milhão (ppm), e O_2 e gases combustíveis, em porcentagem (%).



Figura 3: Detector de gás portátil, modelo Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies.

As aferições foram efetuadas nos horários onde há maior concentração de veículos, entre 07:00 e 08:00 horas, 12:00 e 13:00 horas e 17:00 e 18:00 horas, sempre de segunda à sexta, respeitando o horário nacional de Brasília-DF. Estas medições foram realizadas no período desde o mês de março de 2014 até o mês de junho de 2014.

Nos locais de monitoramento além do medidor portátil, foi utilizado prancheta, ficha de campo e caneta para a anotação. Como a cidade de Cascavel é uma das cidades mais populosas do Paraná e com intenso movimento de veículos, para anotar com melhor precisão a quantidade de veículos foi necessário o auxílio de outra pessoa.

Os veículos foram separados em quatro categorias: pesados que compreenderão os ônibus e caminhões; os médios que compreenderão as camionetes e utilitários; os leves que compreenderão os veículos de passeio; e também as motocicletas; que transitaram durante o período das amostragens para relacionar com a quantidade emitida de poluentes atmosféricos.

Para análise das situações favoráveis ou inconformidades foi utilizado como base o padrão de qualidade do ar referente à emissão de Monóxido de Carbono (CO), disposto na Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentam-se os dados obtidos nas pesquisas realizadas a campo, onde foram contabilizadas a quantidade de veículos que trafegavam durante a amostragem, e o monitoramento de alguns parâmetros da qualidade do ar nos pontos selecionados.

5.1 Estudo de caso Realizado em Campo Mourão – PR

O trabalho desenvolvido por Amaral (2011) objetivou diagnosticar a poluição atmosférica em três pontos estratégicos na cidade de Campo Mourão – PR, utilizando para isto um analisador portátil de gases modelo Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies, e comparar os dados obtidos com a Resolução CONAMA 03/1990, bem como monitorar a quantidade de veículos.

A autora detectou, dentre os três pontos escolhidos para amostragem, seis picos de concentração de monóxido de carbono acima do permitido pela legislação (maior ou igual a 35 ppm em um período de uma hora). E durante a amostragem foram contabilizados um total de 13.379 veículos que trafegaram pelos três pontos.

Ao final do trabalho, a autora pode concluir que a emissão de poluentes não é fator direto do fluxo de veículos em cada local, e sim do estado de manutenção de cada veículo.

O trabalho desenvolvido por Balbinoti et al., (2012), que teve como objetivo acompanhar as concentrações dos gases H₂S (ppm), CO (ppm), O₂ (%), e gases combustíveis na cidade de Campo Mourão – PR, e para tal, foram escolhidos quatro pontos distintos, sendo dois na área central da cidade, outros dois em uma área periférica.

Para detectar, foi utilizado um medidor de gases portátil manual modelo Gas Alert Micro da BW Technologies, o qual detectou concentrações de monóxido de carbono acima do permitido segundo a Resolução CONAMA 03/90, os demais gases não foram detectados.

O autor detectou dentre os quatro pontos de amostragens, 72 picos de concentração de monóxido de carbono acima do permitido pela legislação (maior ou igual a 35 ppm em um período de uma hora).

Ao final do trabalho, o autor afirma que o tráfego de veículos em dois pontos dentre os quatro analisados ficaram com a qualidade inadequada, e que pelos dados obtidos o número de veículos não foi fator determinante na emissão de monóxido de carbono (CO).

5.2 Fluxo de Veículos

O total de veículos contabilizados durante as 15 amostragens, registraram um total de 62.542 veículos, conforme a Tabela 5.

Desta forma para veículos leves compreendem-se automóveis de passeio, veículos médios as camionetes e utilitários, veículos pesados os ônibus e caminhões e as motocicletas.

Tabela 5 – Quantidade de veículos quantificados nos 5 pontos amostrais.

Tipo de veículo	Quantidade de veículos	%
Motocicletas	11.512	18,41
Veículos leves	37.873	60,56
Veículos médios	8.510	13,60
Veículos pesados	4.647	7,43
Total	62.542	100,00

Conforme as estatísticas fornecidas pelo DETRAN/PR, no município de Cascavel, até o mês de março do presente ano, foram registrados 193.147 veículos, dispostos conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de março de 2014.

Tipo de veículo	Quantidade de veículos	%
Motocicletas	37.412	19,37
Veículos leves	111.726	57,84
Veículos médios	23.328	12,09
Veículos pesados	20.681	10,70
Total	193.147	100,00

Fonte: DETRAN-PR (2014). (adaptado).

Ao se comparar os valores encontrados durante a realização do trabalho com os valores fornecidos pelo DETRAN/PR, pode-se observar que durante as amostragens foram contabilizados aproximadamente 32% dos veículos registrados pelo DETRAN/PR, essa diferença nos números encontrados pode acontecer devido à população utilizar trajetos diferentes onde foram instalados os postos de observação e também a existência de veículos cadastrados que não estão em uso.

A comparação percentual dos veículos contabilizados nas amostragens, com a quantidade de veículos de veículos registrados pelo município, pode ser melhor observada na Figura 4.

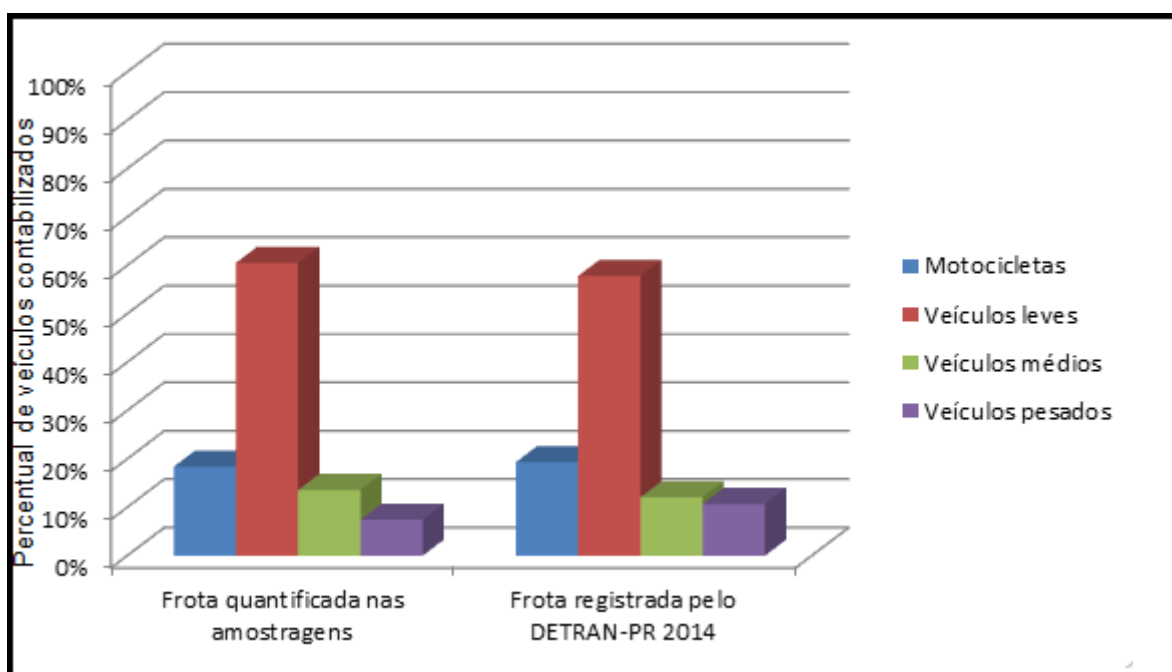


Figura 4 – Comparação percentual de veículos cadastrados no DETRAN/PR e obtidas no presente trabalho.

5.3 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 1

A localização do ponto 1 (Figura 5), fica no entroncamento da BR 277, PR 369 e PR 467 com a avenida Brasil, se trata de um local de acesso de veículos para a cidade de Cascavel.



Figura 5 – Ponto de monitoramento localizado no entroncamento da BR 277, PR 369 e PR 467 com a Avenida Brasil.

A quantidade de veículos que trafegavam durante as aferições realizadas no ponto 1, está ilustrada no Quadro 3.

Tabela 7 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto1.

Data	24/03/2014			21/04/2014			26/05/2014			Total
Horários(1)	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	
Motos	272	234	263	260	217	281	196	247	291	2.261
Leves	1122	987	1193	1146	1034	1137	1197	1021	1257	10.094
Médios	221	269	191	275	229	272	207	285	278	2.127
Pesados	184	162	167	176	141	186	145	152	164	1.477
Total (2)	1799	1652	1814	1857	1621	1876	1745	1705	1990	
Total (3)	5265			5354			5440			
CO(ppm)(4)	289/3	194/1	397/4	264/2	153/0	397/3	358/4	462/2	307/1	

Notas:

- (1) corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) representa quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas destas estavam acima do nível mínimo exigido pelo CONAMA (igual ou superior 35 ppm).

O período de monitoramento teve duração de 1 hora a partir de cada horário descrito na Tabela 8. Neste período pode-se observar o fluxo de veículos e conjuntamente analisar a qualidade do ar com auxílio do medidor portátil de gases.

Por se tratar de um entroncamento de intenso movimento não foi possível contabilizar o número total de veículos que trafegavam no entroncamento, por conta disso o aparelho foi posicionado em um ponto de entrada e saída de veículos da cidade onde foram contabilizados os veículos que passavam pelo aparelho.

A comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1 pode ser melhor observada na Figura 6.

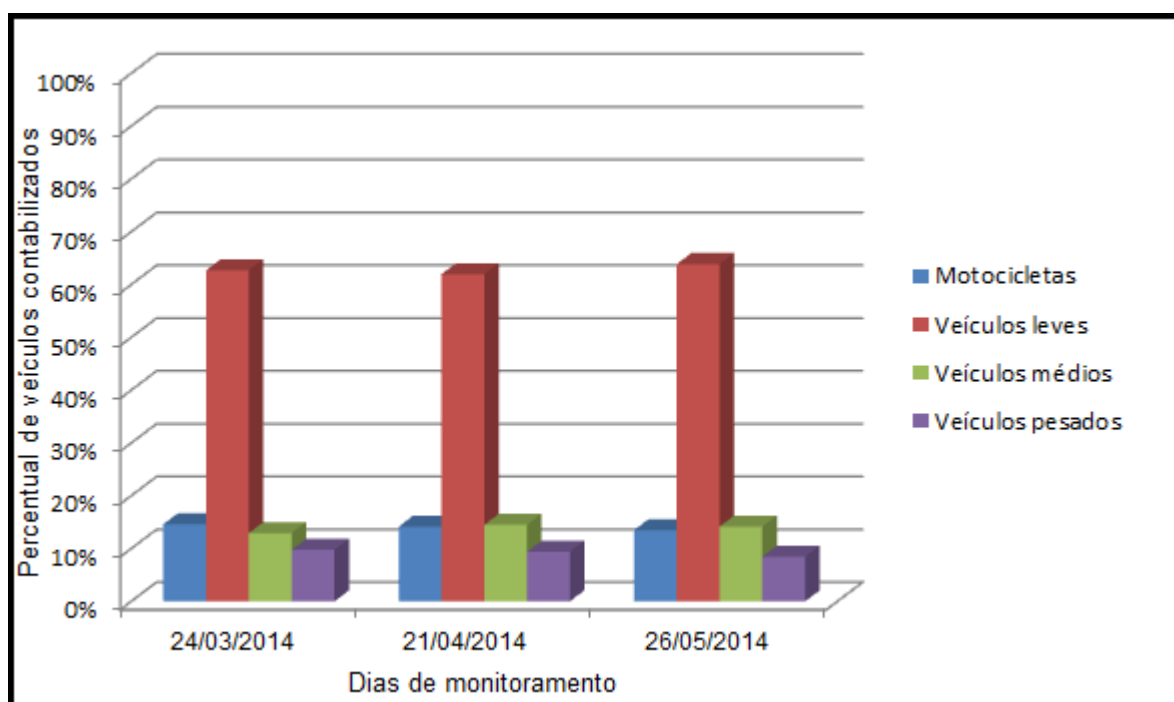


Figura 6 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1.

Conforme descrito no Quadro 3, os números contabilizados foram semelhantes durante os três dias de monitoramento, com fluxo de veículos intenso em todos os horários de medição.

Dentre as amostras realizadas neste ponto, ocorre a predominância da quantidade dos veículos leves (automóveis de passeio, de pequeno porte em geral) seguido das motocicletas e com os veículos médios em terceiro.

Por se tratar de um local de acesso e saída da cidade observou-se um grande número de veículos pesados em comparação aos pontos centrais da cidade (Ponto 2,3 e 4).

5.4.1 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 2

O ponto 2 (Figura 7), fica localizado na rotatória que liga a Avenida Rocha Ponto com a Rua Pedro Castro Nepeel.



Figura 7 – Ponto de monitoramento localizado na rotatória que liga a Avenida Rocha Ponto com a Rua Pedro Castro Nepeel.

A quantidade de veículos que trafegavam durante as aferições realizadas no ponto 2, pode ser observada a seguir (Quadro 4).

Tabela 8 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2.

Data	25/03/2014			22/04/2014			27/05/2014			Total
	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	
Horários(1)										
Motos	180	289	342	167	275	331	115	226	298	2223
Leves	443	486	522	421	465	589	397	433	512	4268
Médios	145	154	132	112	98	125	107	122	110	1105
Pesados	51	48	71	47	61	65	53	67	63	526
Total (2)	819	977	1067	747	899	1110	672	848	983	
Total (3)		2863			2756			2503		
CO(ppm)(4)	27/0	9/0	43/0	15/0	12/0	51/0	38/1	20/0	59/0	

Notas:

(1) corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.

(2) representa a quantidade de veículos contabilizados por período.

(3) representa quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.

(4) os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas destas estavam acima do nível mínimo exigido pelo CONAMA (igual ou superior 35 ppm).

A comparação percentual entra as amostragens no Ponto 2 pode ser melhor observada na Figura 8.

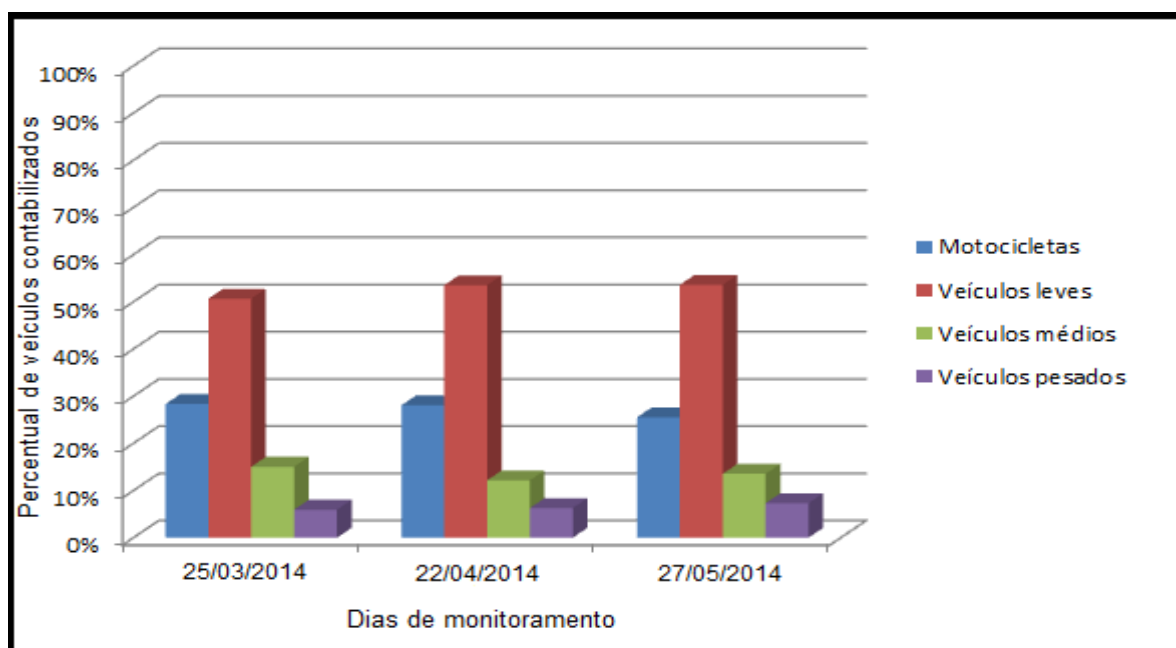


Figura 8 – Comparação percentual em cada dia de amostragens no Ponto 2.

Conforme apresentado na Tabela 9, devido o ponto 2 estar localizado no centro da cidade o fluxo de veículos predominante foi veículos leves e motocicletas. A diferença na quantidade de veículos pesados que transitaram em relação ao

Ponto 1, é devido à restrição de trânsito de veículos pesados em alguns locais da área central do município.

Constatou-se um aumento no número de veículos nos horários entre 17:00 e 18:00, isso pode ser explicado pelo fato do ponto localizar-se próximo ao lago municipal de Cascavel.

As temperaturas nos dois primeiros dias em geral ficaram próximas dos 28°C, com tempo seco e ensolarado, já no dia 27/05/2014 foram registradas temperaturas mínima de 10°C no período das 7:00 as 8:00 horas, fator que não influenciou de forma significativa no numero de veículos contabilizados.

5.4.2 Amostragem do fluxo de veículos no Ponto 3

O ponto 3 (Figura 9), localiza-se no centro do município, no cruzamento da rua Rio Grande do Sul com a rua Duque de Caxias.



Figura 9 – Ponto de monitoramento localizado no cruzamento da rua Rio Grande do Sul com a rua Duque de Caxias.

A quantidade de veículos que foram contabilizados durante a realização das amostras pode ser observada na Tabela 10 a seguir.

Tabela 9 - Total de veículos contabilizados pro grupo, data e horário no Ponto 3.

Data	26/03/2014			23/04/2012			28/05/2014			Total	
Horários(1)	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00		
Motos	287	332	394	221	375	340	207	294	312	2762	
Leves	740	867	891	766	851	840	712	847	791	7305	
Médios	127	178	184	112	147	141	128	111	165	1293	
Pesados	63	68	65	59	61	72	61	69	73	591	
Total(2)	1217	1445	1534	1158	1434	1393	1108	1321	1341		
Total (3)		4196			3985			3770			
CO ppm(4)	77/0	80/1	90/2	73/0	52/0	41/0	97/1	71/0	62/3		

Notas:

- (1) corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) representa quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas destas estavam acima do nível mínimo exigido pelo CONAMA (igual ou superior 35 ppm).

A comparação percentual entra as amostragens no Ponto 3 pode ser observada na Figura 10.

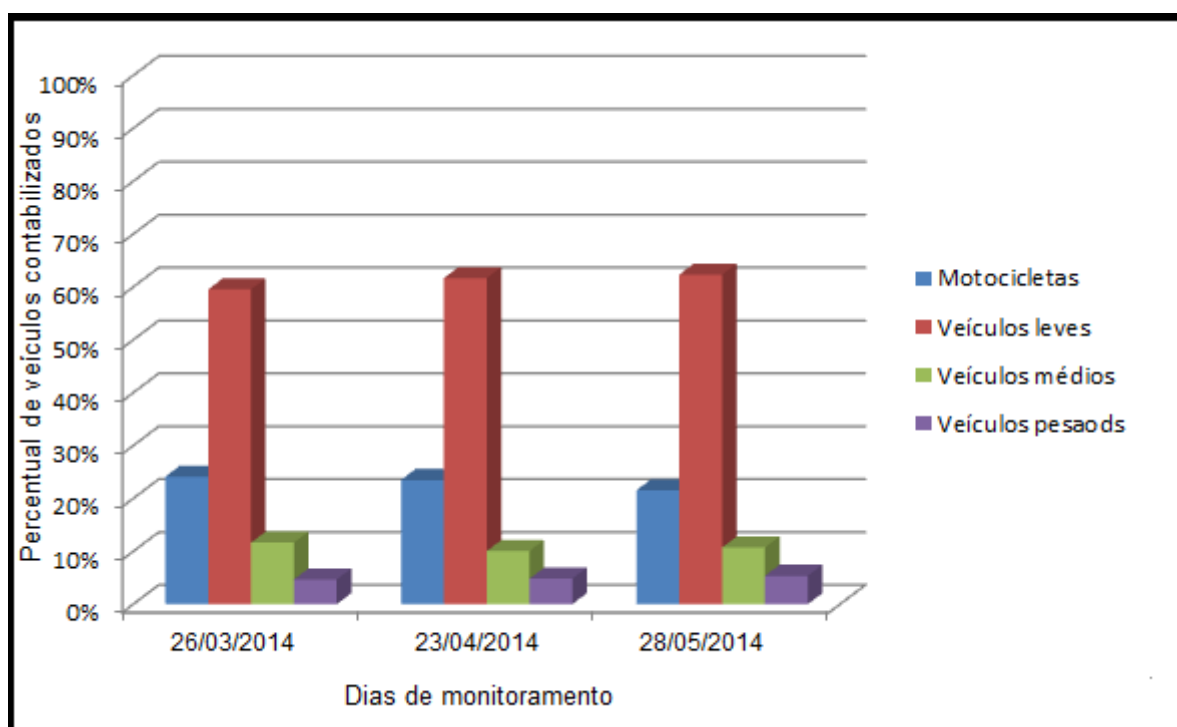


Figura 10 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3.

Pode-se notar a dominância do fluxo de automóveis leves. Isto se dá, pois este local é caracterizado por ser uma área comercial de intenso movimento. As motocicletas aparecem como segundo veículo em maior quantidade. Com relação ao fluxo de veículos pesados foram semelhantes ao encontrado no ponto 2.

Por se tratar de um local de comércio e poucas residências verificou-se um intenso movimento de veículos em todos os períodos de monitoramento, com uma maior intensidade no horário do almoço (12:00 às 13:00) e ao final do expediente (17:00 as 18:00), fator esse que pode estar relacionado as pessoas se deslocarem a seus domicílios, ou desenvolverem eventuais outras atividades, e o retorno a suas residências após o expediente respectivamente.

5.4.3 Amostragem do fluxo de Veículos no Ponto 4

O ponto 4 (Figura 11), está localizado no cruzamento da rua Jorge Lacerda com a rua Recife.



Figura 11 – Ponto de monitoramento localizado no cruzamento da rua Jorge Lacerda com a rua Recife.

O ponto 4 foi posicionado ao lado do shopping JL local de intenso movimento, e em uma via de acesso de veículos que chegam a cidade através da PR-467.

Durante a realização das amostras, o Ponto 4 apresentou as seguintes quantidades de veículos que trafegavam, (Tabela 11).

Tabela 10 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 4.

Data	27/03/2014			24/04/2014			29/05/2014			Total
Horários(1)	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	
Motos	232	294	309	245	312	297	172	227	264	2352
Leves	710	784	722	694	763	795	721	793	720	6702
Médios	170	134	191	118	137	121	107	153	142	1243
Pesados	47	39	44	37	42	51	39	47	45	391
Total (2)	1159	1251	1266	1094	1254	1264	1039	1220	1171	
Total (3)	3676			3612			3430			
CO ppm (4)	91/0	42/0	88/1	89/1	56/0	103/3	175/3	81/1	72/1	

Notas:

- (1) corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) representa quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas destas estavam acima do nível mínimo exigido pelo CONAMA (igual ou superior 35 ppm).

As semelhanças de tráfego existentes entre os pontos 3 e 4 se dá, pois ambos estão localizados em regiões centrais da cidade em locais de intenso movimento.

A comparação percentual entra as amostragens no Ponto 4 pode ser observada na Figura 12.

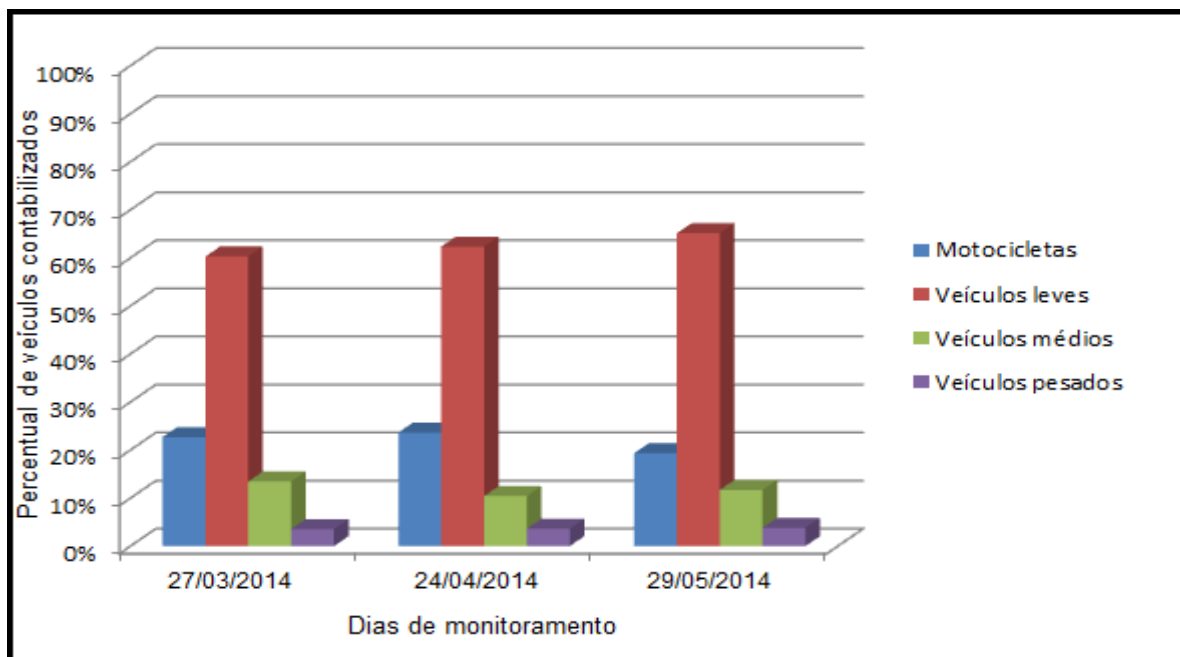


Figura 12 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 4.

Os valores de tráfego nesse ponto são semelhantes ao ponto 3. Ouve uma dominância do fluxo de automóveis leves com as motocicletas em segundo lugar novamente.

Com respeito ao fluxo de veículos pesados pode-se observar uma redução nos números contabilizados em relação aos Pontos 2 e 3, pode-se atribuir isso ao fato de os motoristas de veículos pesados não costumemente utilizar essa via por não se tratar de um trajeto vantajoso para alcançar a outra extremidade da cidade. E também ao fator de essa via não ser rota de muitas linhas de ônibus.

No dia 29/05/2014, relatou-se temperaturas de 8°C no horário das 7:00, fato esse que pode estar relacionado a diminuição no número motocicletas nesse período de medição em comparação aos outros dias, com a temperatura baixa parte da população pode optar por utilizar outro tipo de veículo para se deslocar.

5.4.4 Amostragem do fluxo de Veículos no ponto 5

O ponto 5 (Figura 13), localiza-se no entroncamento da Avenida Tancredo Neves e Rua Tito Muffato com a BR 277, saída para a cidade de Foz do Iguaçu.



Figura 13 – Ponto de monitoramento localizado no entroncamento da Avenida Tancredo Neves e Rua Tito Muffato com a BR 277.

A localização do ponto 5 é caracterizada por ser um local de acesso e saída da cidade de Cascavel, por veículos que trafegam pela rodovia BR-277. Verificou-se que o fluxo de veículos foi intenso durante os três dias de amostragem, independente do horário da aferição. A quantidade de veículos que trafegaram durante a realização das amostras está disposta na Tabela 12 a seguir.

Tabela 11 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 5.

Data	28/03/2014			25/04/2014			30/05/2014			Total
Horários(1)	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	7:00	12:00	17:00	
Motos	203	274	191	297	233	311	129	105	171	1914
Leves	911	1045	1127	1140	1021	1094	975	1179	1012	9504
Médios	285	211	344	311	297	379	324	270	321	2742
Pesados	175	194	162	121	190	207	189	223	201	1662
Total (2)	1574	1724	1824	1869	1741	1991	1617	1777	1705	
Total (3)		5122			5601			5099		
CO ppm(4)	221/4	173/1	373/3	182/2	214/1	321/3	435/4	276/2	317/2	

Notas:

(1) corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.

(2) representa a quantidade de veículos contabilizados por período.

(3) representa quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.

(4) os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas destas estavam acima do nível mínimo exigido pelo CONAMA (igual ou superior 35 ppm).

A comparação percentual entre as amostragens no Ponto 5 pode ser melhor observada na Figura 14.

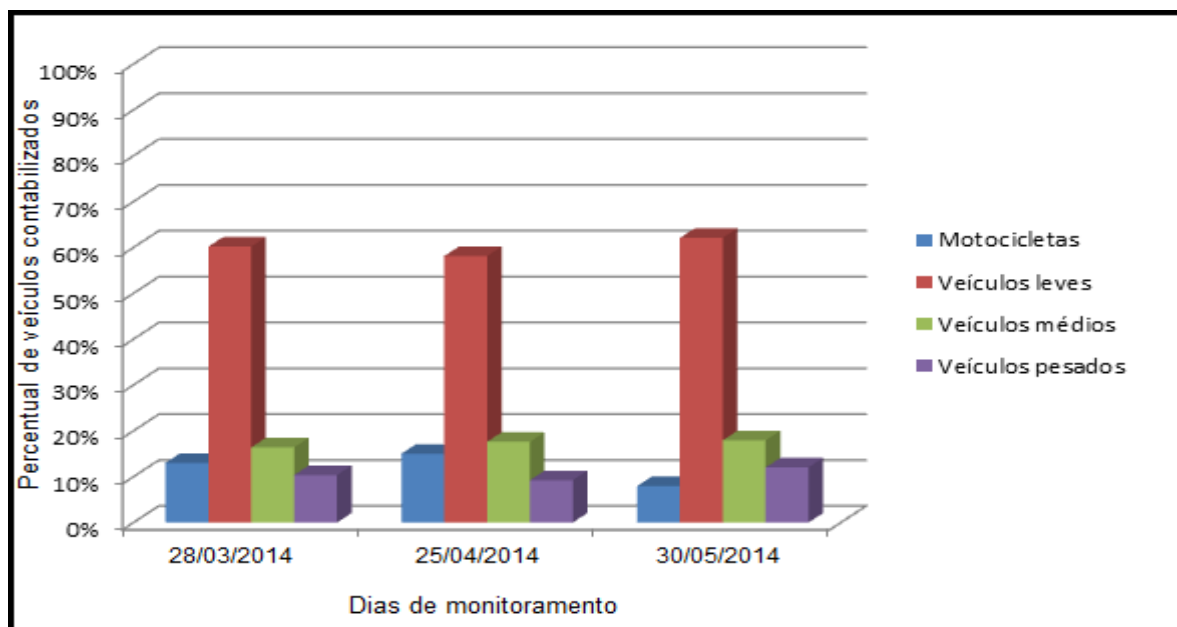


Figura 14 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 5.

Durante a medição neste ponto, ocorreu a predominância de veículos leves (automóveis de passeio de pequeno porte em geral), seguido de veículos médios diferente do ocorrido nos pontos 2, 3 e 4 onde o número de motocicletas foi superior ao de veículos médios, isso pode se dar pelo fato de os motociclistas preferirem utilizar outras vias com menor intensidade de movimento de veículos médios e pesados.

O ponto supracitado apresentou o maior fluxo de veículos pesados, fato que pode estar relacionado à Avenida Tancredo Neves ser a via de acesso e saída de ônibus que se dirigem/deixam a rodoviária municipal de Cascavel, além do intenso movimento de caminhões.

As temperaturas nos dois primeiros dias em geral ficaram próximas dos 27°C, com tempo seco e ensolarado, Já no dia 30/05/2014 registrou-se mínima de 6°C no período entre 7:00 e 8:00 horas, embora a ocorrência desse fator não houve significativas mudanças no número de veículos contabilizados.

5.5 Temperatura aferida nos dias de Monitoramento

Na Tabela 7 pode-se observar as temperaturas registradas nos dias em que foram feitas as coletas de dados, em suas respectivas datas e períodos.

Tabela 12 - Temperaturas aferidas nos dias de medição (continua)

Pontos	7:00-8:00	12:00-13:00	17:00-18:00
Ponto 1 (24/03/2014)	22°C	30°C	28°C
Ponto 1 (21/04/2014)	23°C	28°C	28°C
Ponto 1 (26/05/2014)	9°C	15°C	13°C
Ponto 2 (25/03/2014)	21°C	30°C	27°C
Ponto 2 (22/04/2014)	22°C	29°C	26°C
Ponto 2 (27/05/2014)	10°C	17°C	14°C
Ponto 3 (26/03/2014)	23°C	29°C	28°C
Ponto 3 (23/04/2012)	21°C	30°C	27°C
Ponto 3 (28/05/2014)	12°C	20°C	17°C
Ponto 4 (27/03/2014)	21°C	29°C	28°C
Ponto 4 (24/04/2014)	23°C	30°C	27°C
Ponto 4 (29/05/2014)	8°C	16°C	15°C
Ponto 5 (28/03/2014)	21°C	30°C	27°C
Ponto 5 (25/04/2014)	22°C	28°C	26°C
Ponto 5 (30/05/2014)	6°C	14°C	12°C

5.6 Emissões atmosféricas

A concentração de gás sulfídrico (H₂S) foi nula durante todas as amostragens. Segundo Andrade et al., (2009), a justificativa dessa ocorrência se da pela reação do H₂S com o oxigênio atmosférico, assim formando o dióxido de enxofre (SO₂), o qual não é detectado pelo equipamento utilizado. O oxigênio permaneceu com valor inalterado de 20,9% em todas as coletas de dados.

De acordo com a Resolução CONAMA 03/1990, as detecções que apontarem concentrações maiores ou igual a 35 partes por milhão (ppm), estariam impróprias a saúde e bem estar da saúde humana. Na Tabela 14 está descrito o numero de detecções registradas em cada ponto de amostragem.

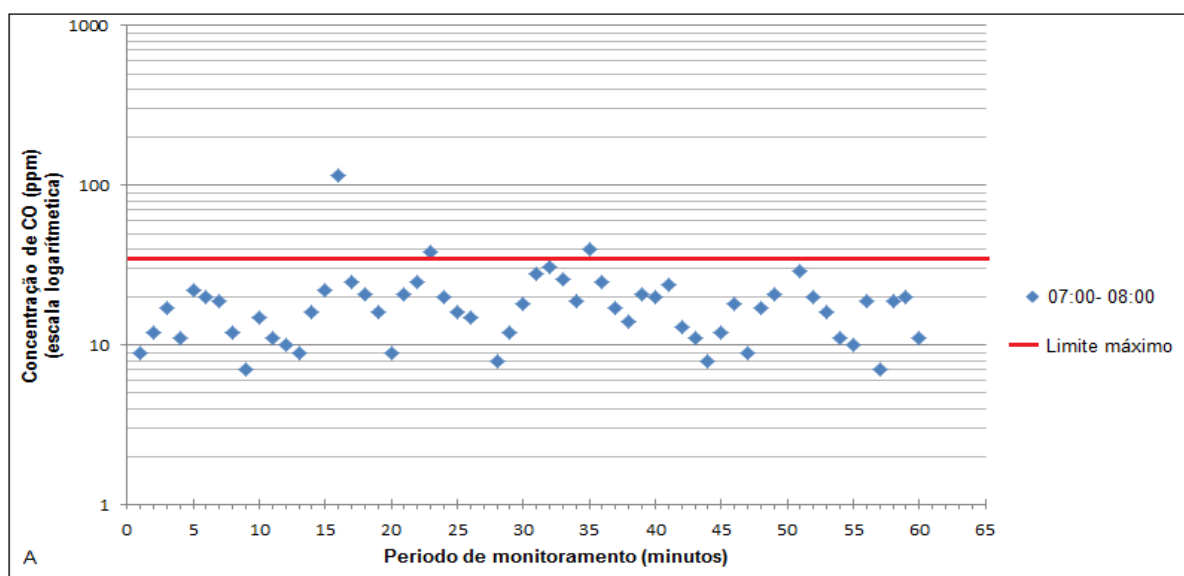
Tabela 13 - Número total de detecções registradas pelo aparelho medidor de gases durante as medições em cada ponto.

Local	Número de detecções registradas pelo medidor portátil de gases
Ponto 1	2.821
Ponto 2	274
Ponto 3	643
Ponto 4	797
Ponto 5	2.512
Total	7.047

5.6.1 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 1

Durante as medições realizadas no entroncamento da BR 277, PR 369 e PR 467 com a Avenida Brasil, o medidor de gás portátil obteve a maior incidência de gás detectado, a presença de um semáforo localizado em uma das vias de acesso ao entroncamento obriga os motoristas a pararem completamente seus automóveis, exigindo assim mais dos seus motores ao arrancarem.

Os veículos em piores condições de manutenção conjunto com o tempo que o mesmo ficou imóvel justificam os altos índices de poluição. As Figuras 15, 16 e 17 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens no Ponto 1.



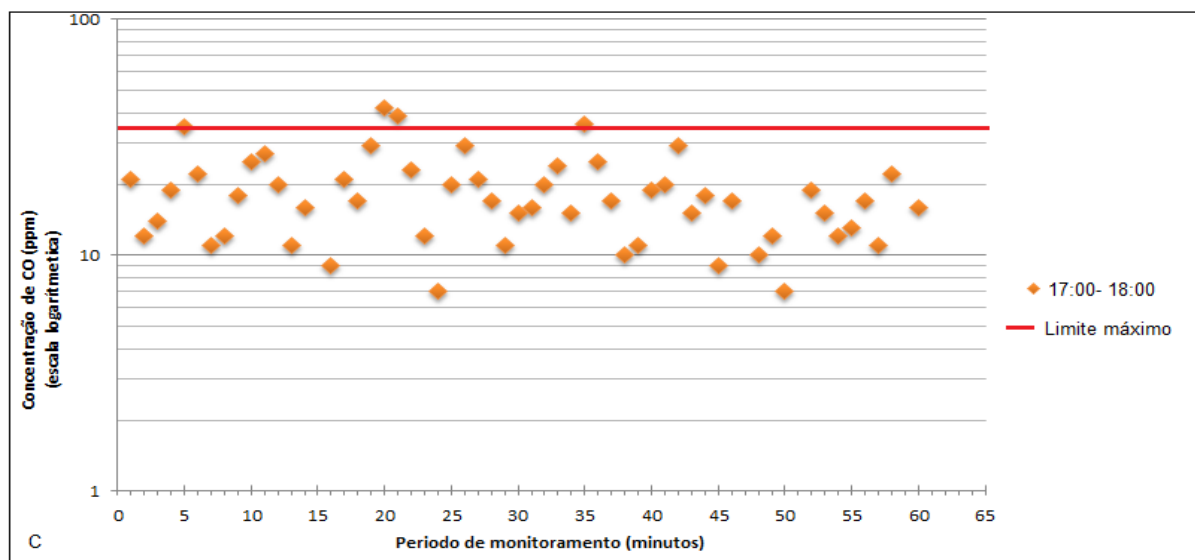
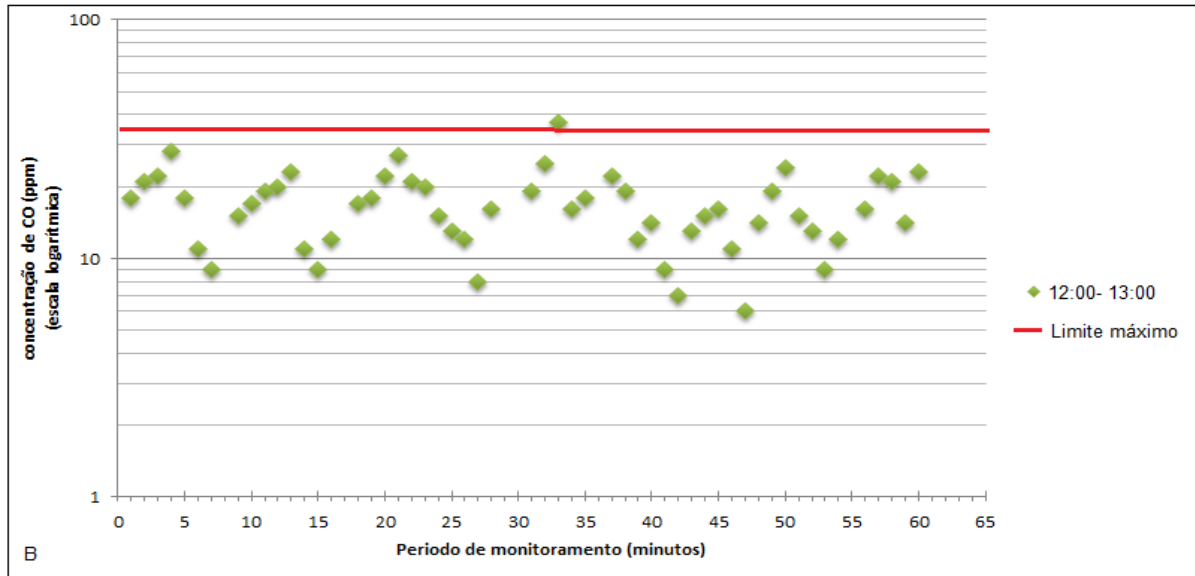
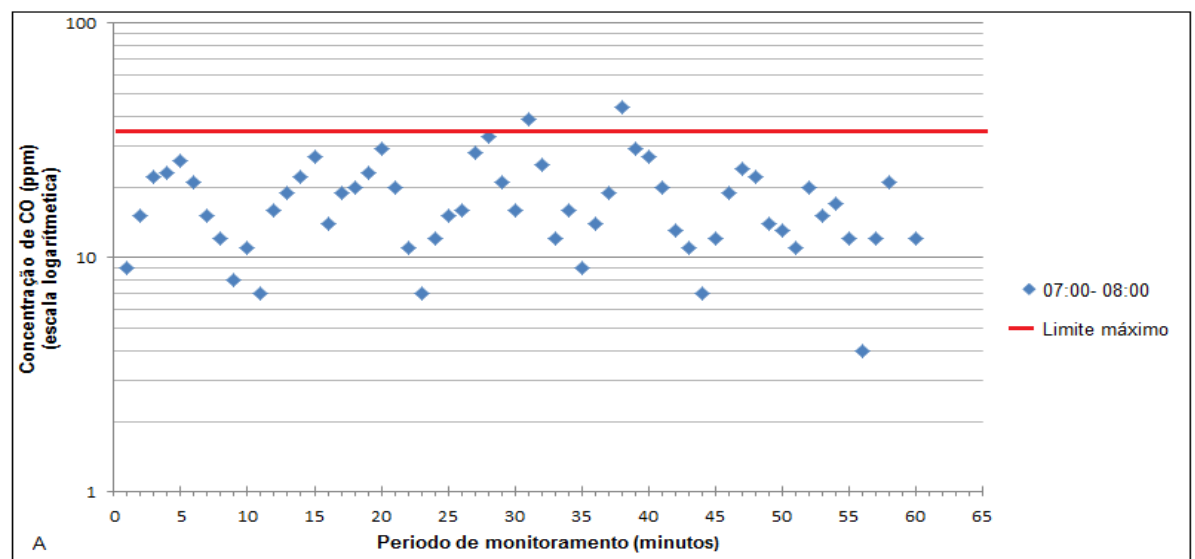


Figura 15 – Concentração de CO no dia 24/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.



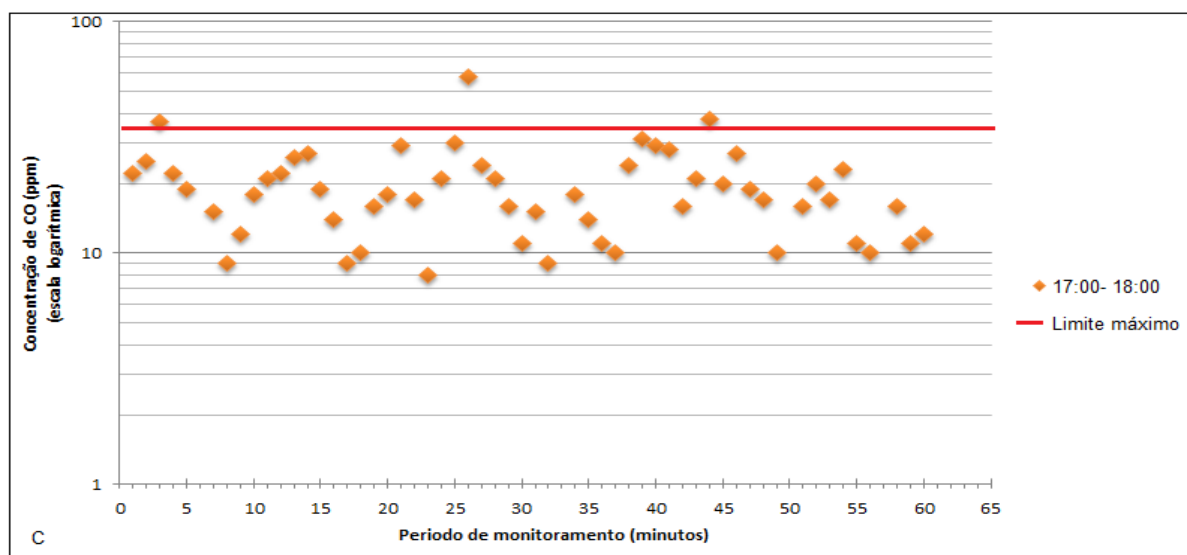
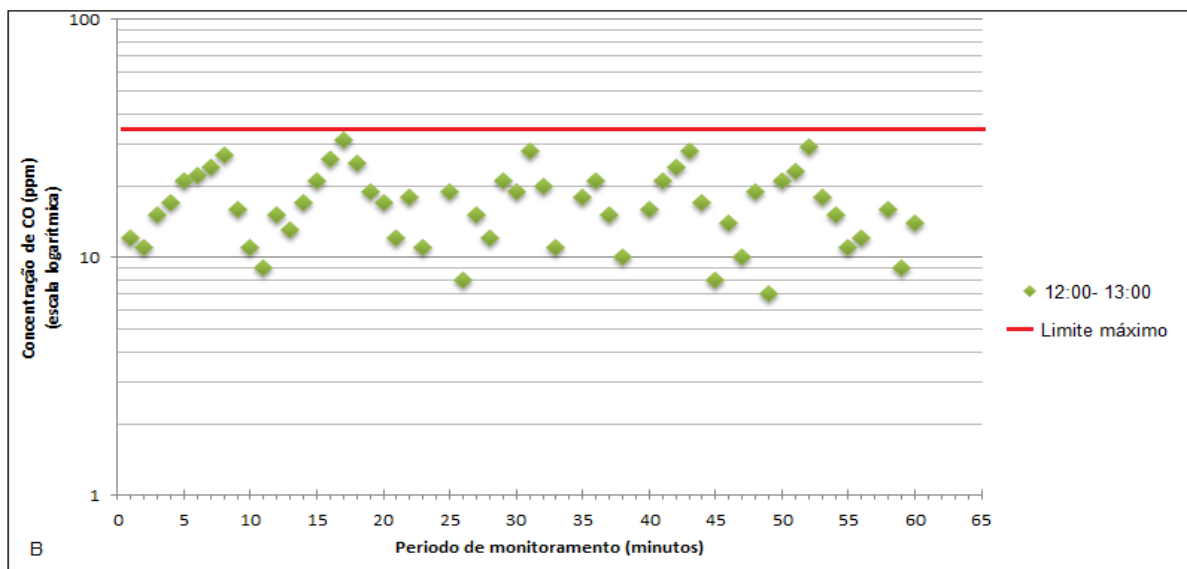
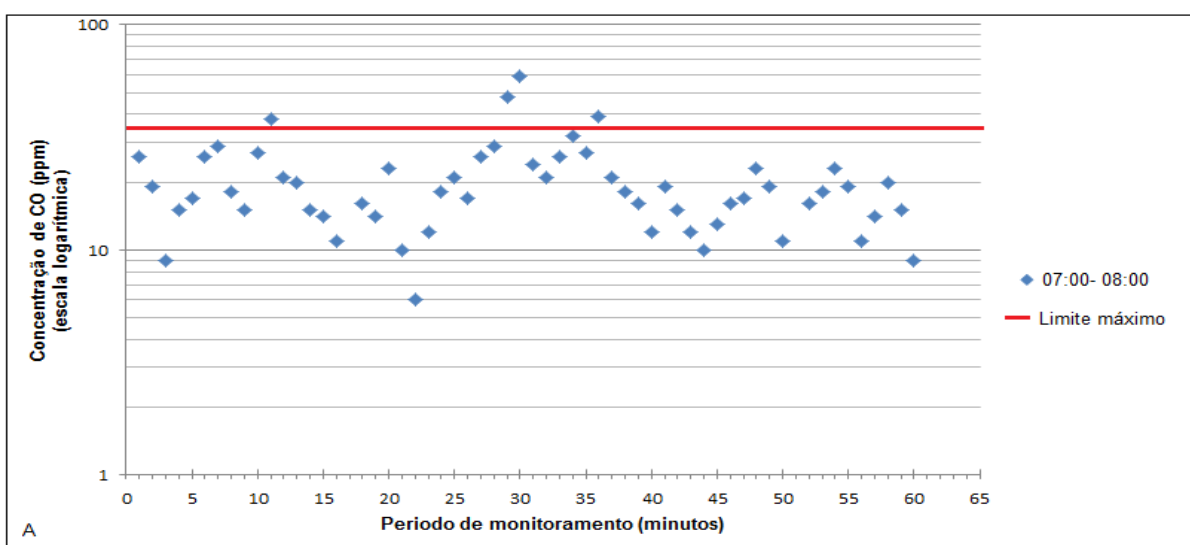


Figura 16 – Concentração de CO no dia 21/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.



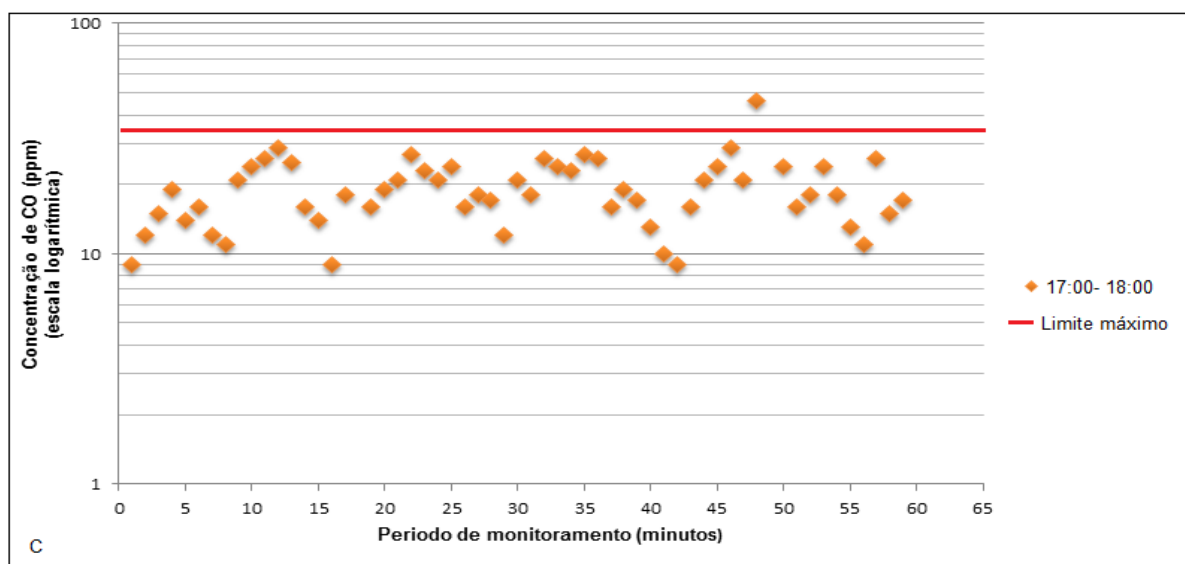
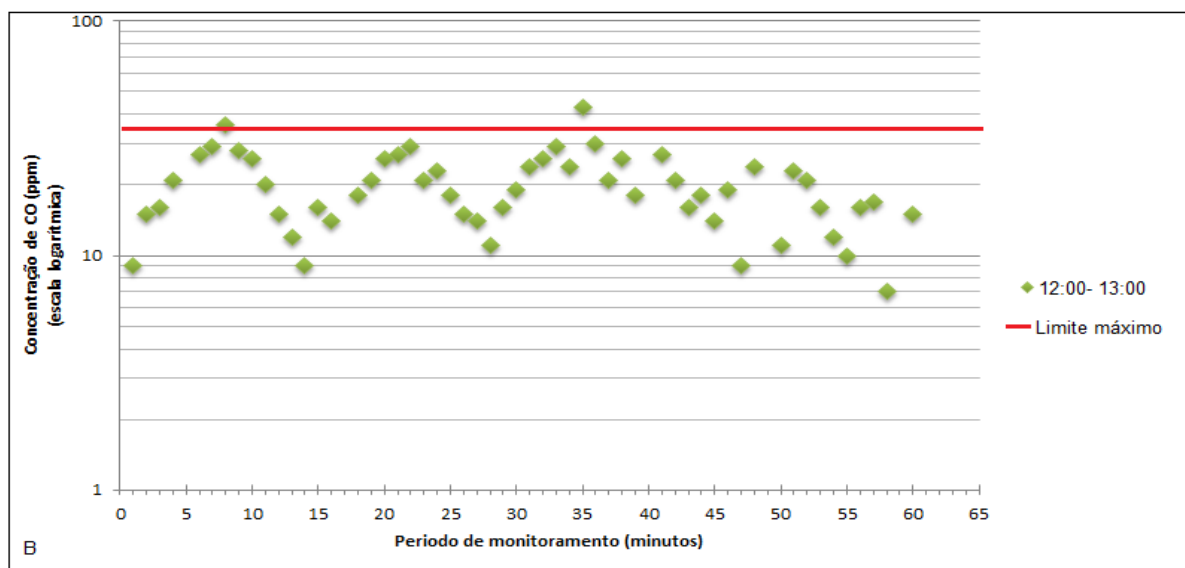


Figura 17 – Concentração de CO no dia 26/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 1.

5.6.2 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 2

Durante as medições realizadas na rotatória que liga a Avenida Rocha Pombo com a Rua Pedro Castro Nepeel, o medidor de gás portátil obteve a menor incidência de gás detectado, fato que pode ser explicado por se tratar de uma rotatória contínua, onde não há engarrafamento de automóveis. As Figuras 18, 19 e 20 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens no Ponto 2.

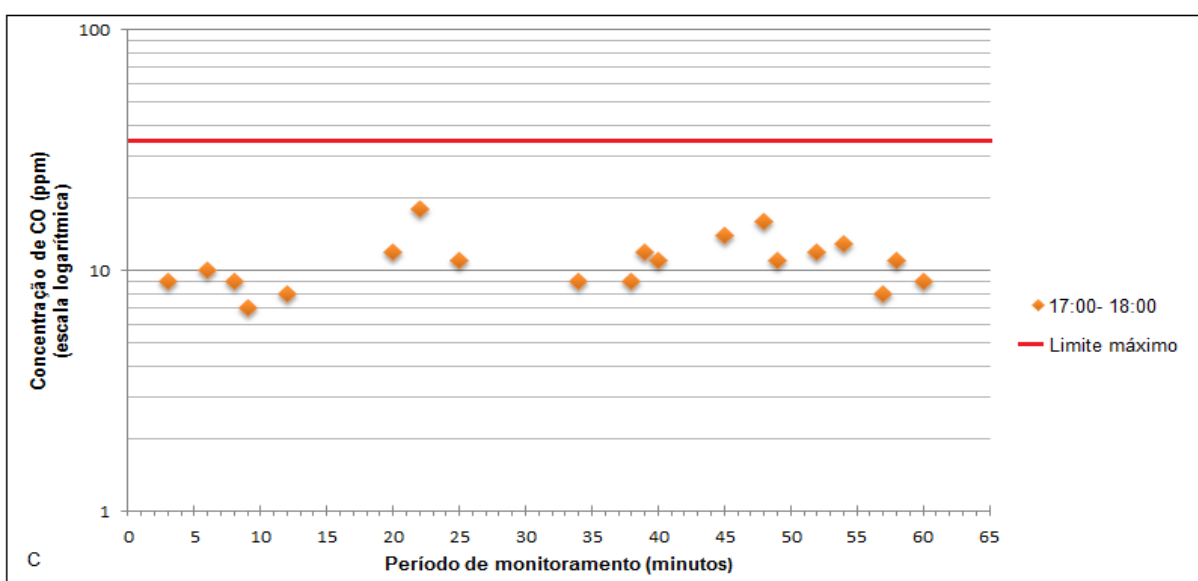
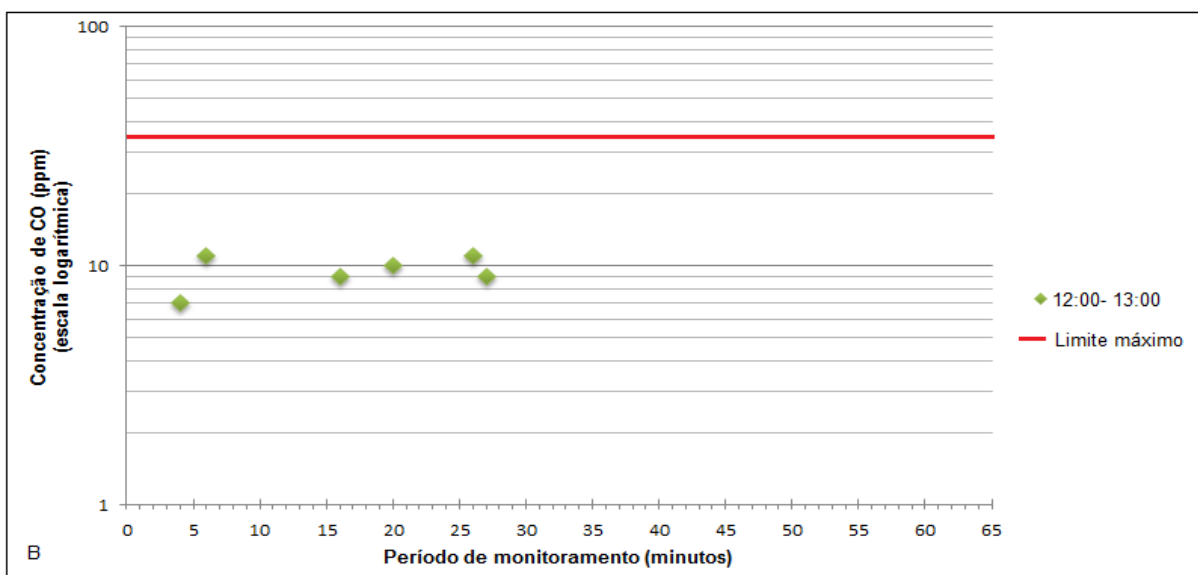
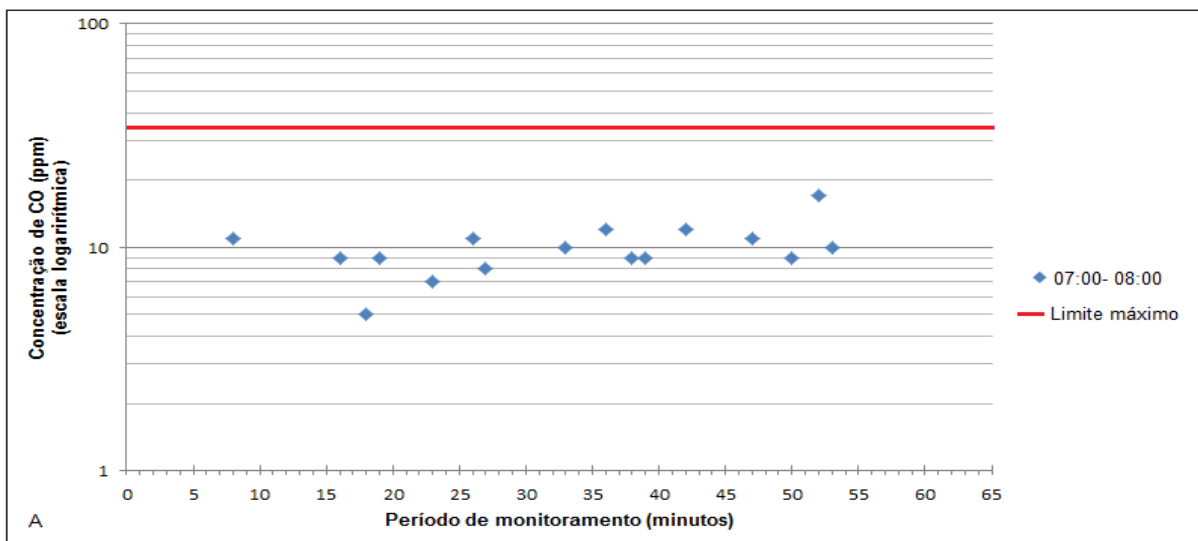


Figura 18 – Concentração de CO no dia 25/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.

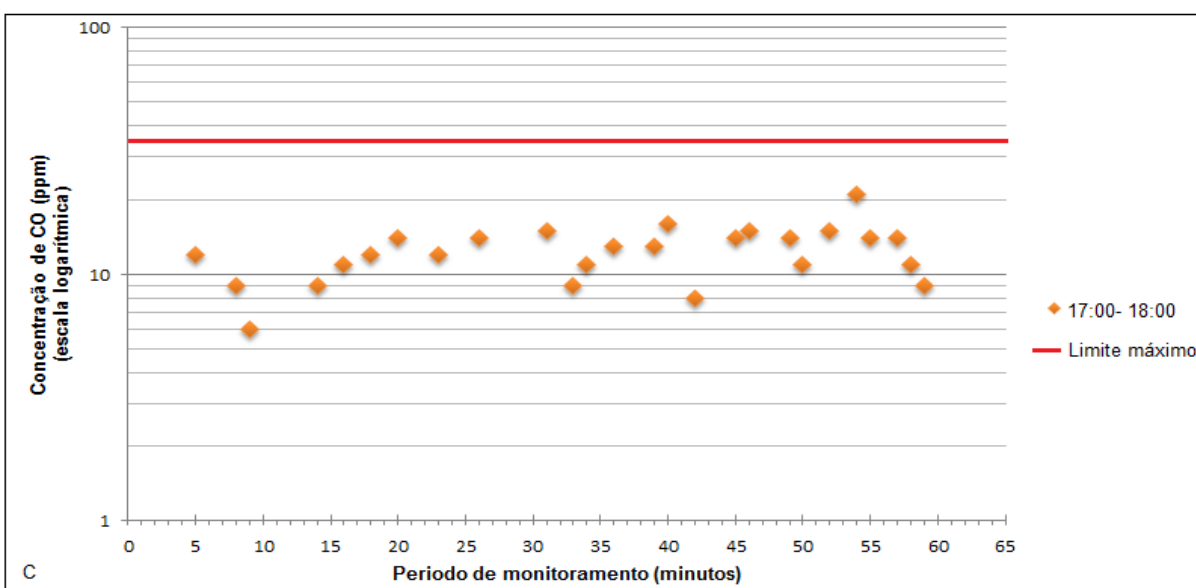
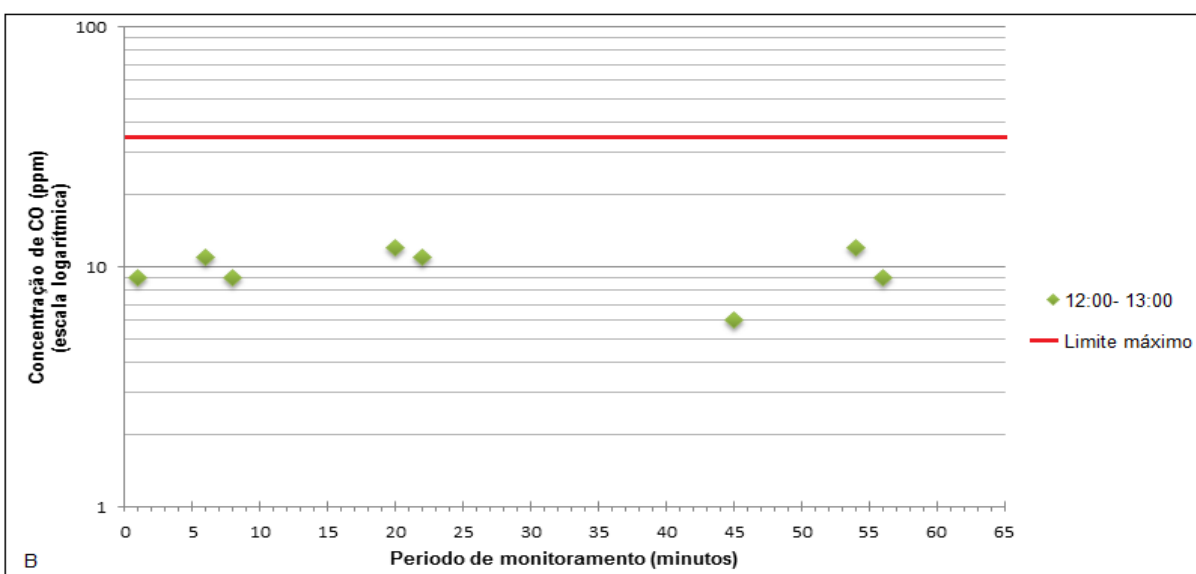
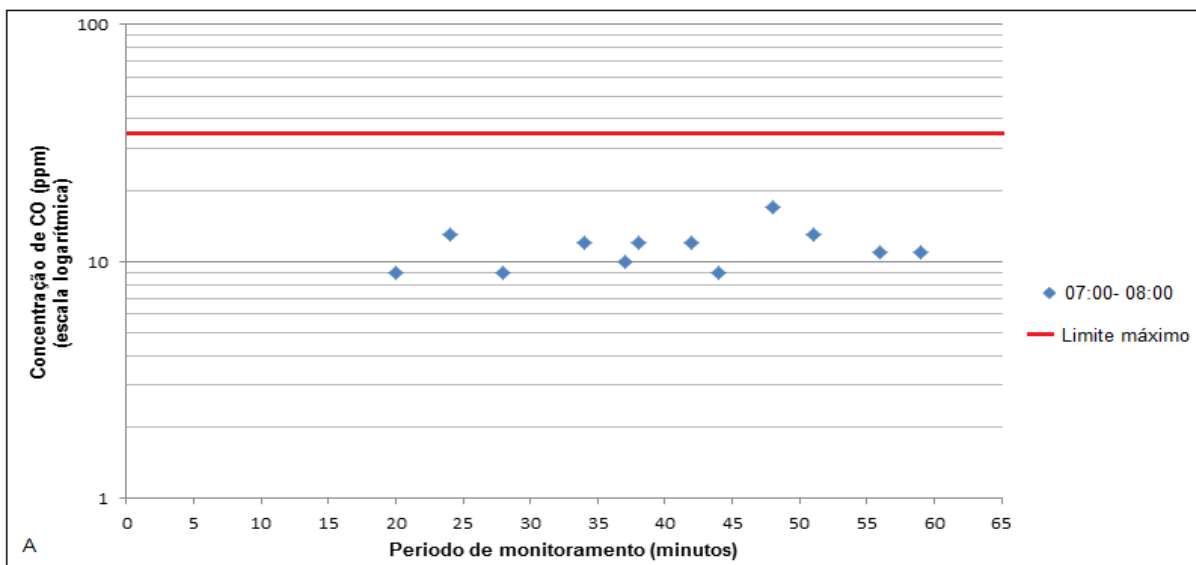


Figura 19 – Concentração de CO no dia 22/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.

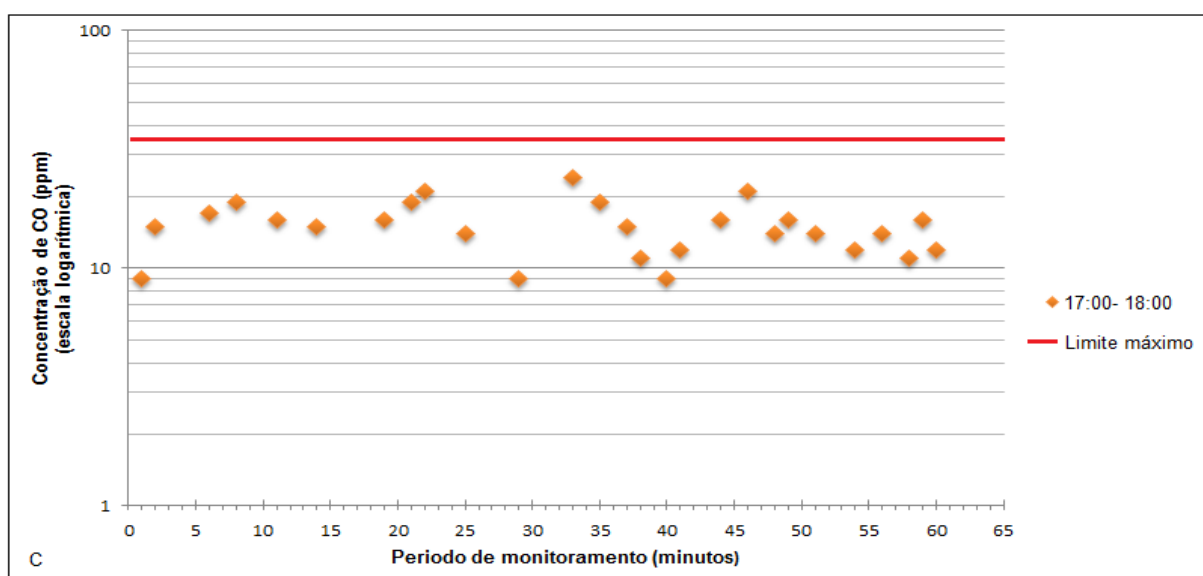
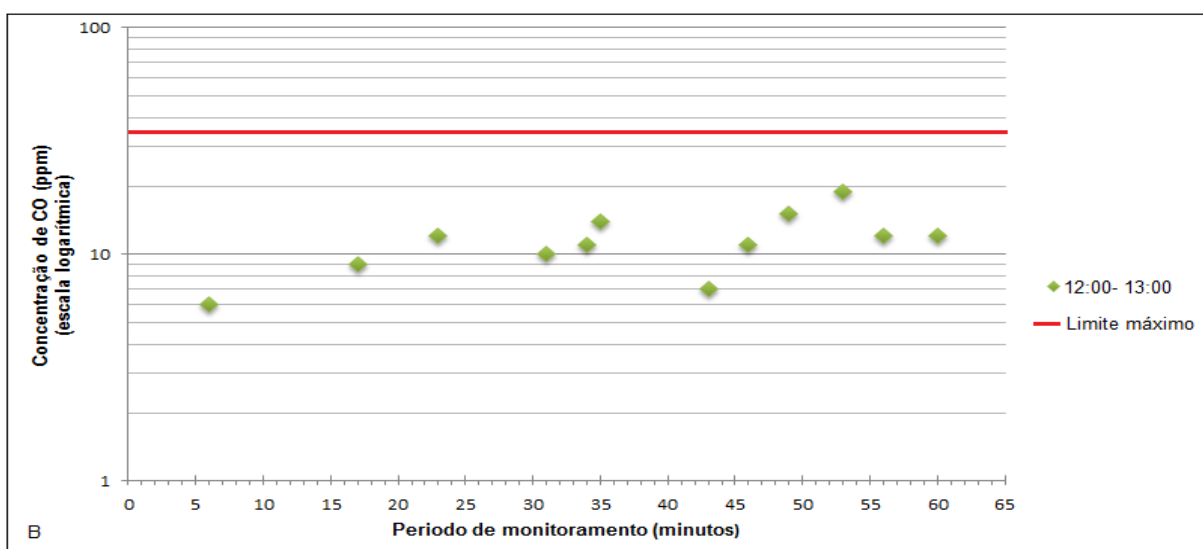
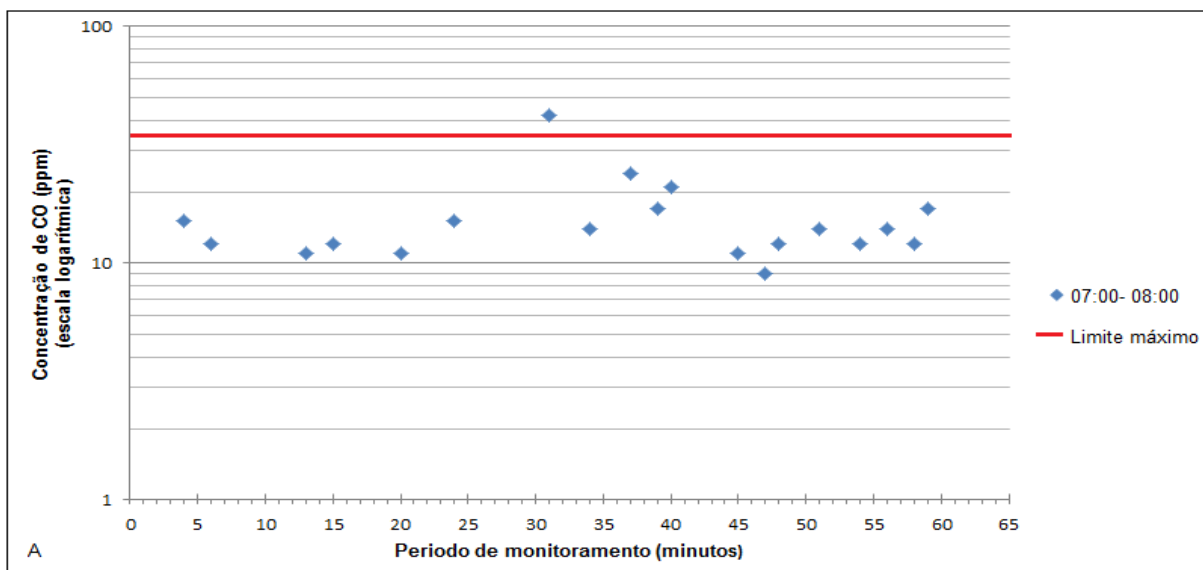


Figura 20 – Concentração de CO no dia 27/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 2.

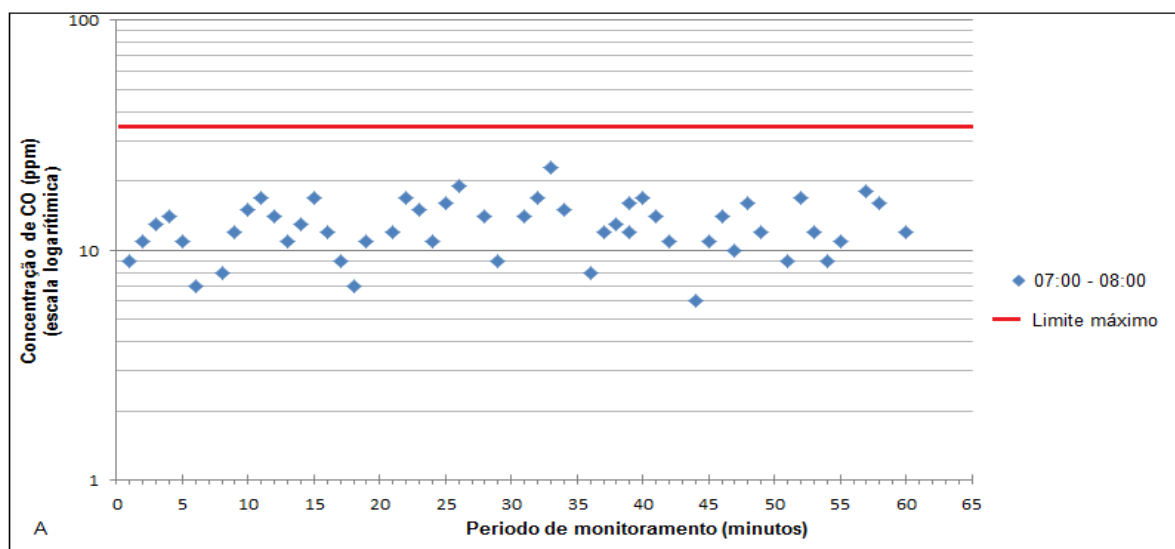
Devido ao Ponto 2 apresentar um fluxo constante de veículos sem a interrupção de um semáforo e conseqüentemente pouca ocorrência de congestionamentos, o limite máximo imposto pela legislação foi ultrapassado apenas uma vez durante a realização das amostras no dia 27/05/2014, fato causado por um veículo com visível estado de depreciação.

Outro fator que pode ter contribuído para o baixo número de detecções é a presença da Área de Preservação Permanente ao redor do Lago Municipal de Cascavel, que pode ajudar a reter poluentes presentes no ar.

5.6.3 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 3

O Ponto 3 localiza-se na região central da cidade, e foi o ponto que apresentou maior número de automóveis contabilizados dentre os pontos posicionados na parte central da cidade (ponto 2, ponto 3 e ponto 4).

As Figuras 21, 22 e 23 apresentam as concentrações das amostragens no ponto 3.



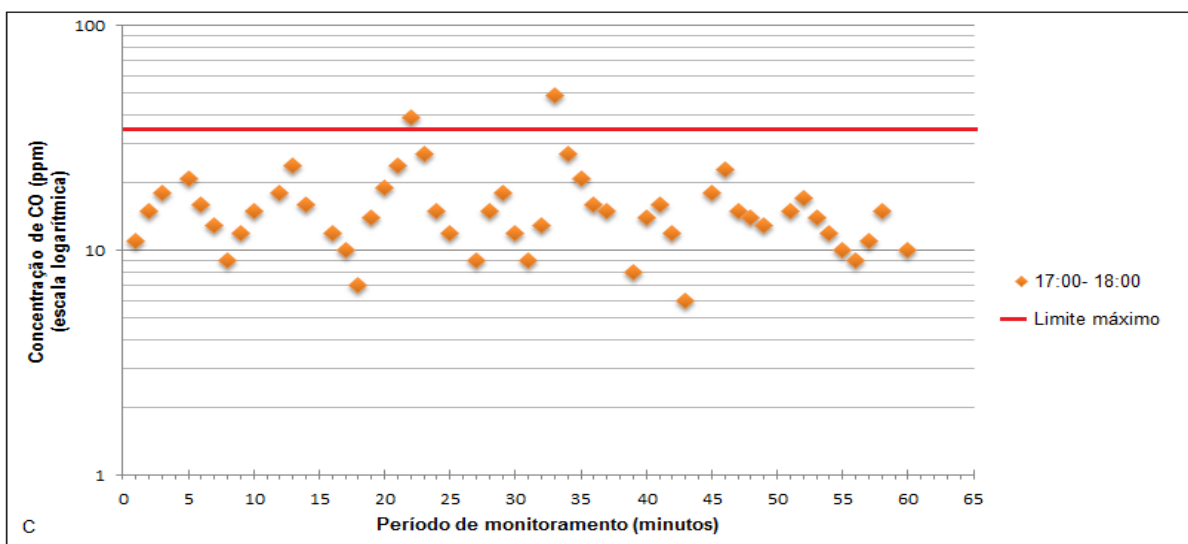
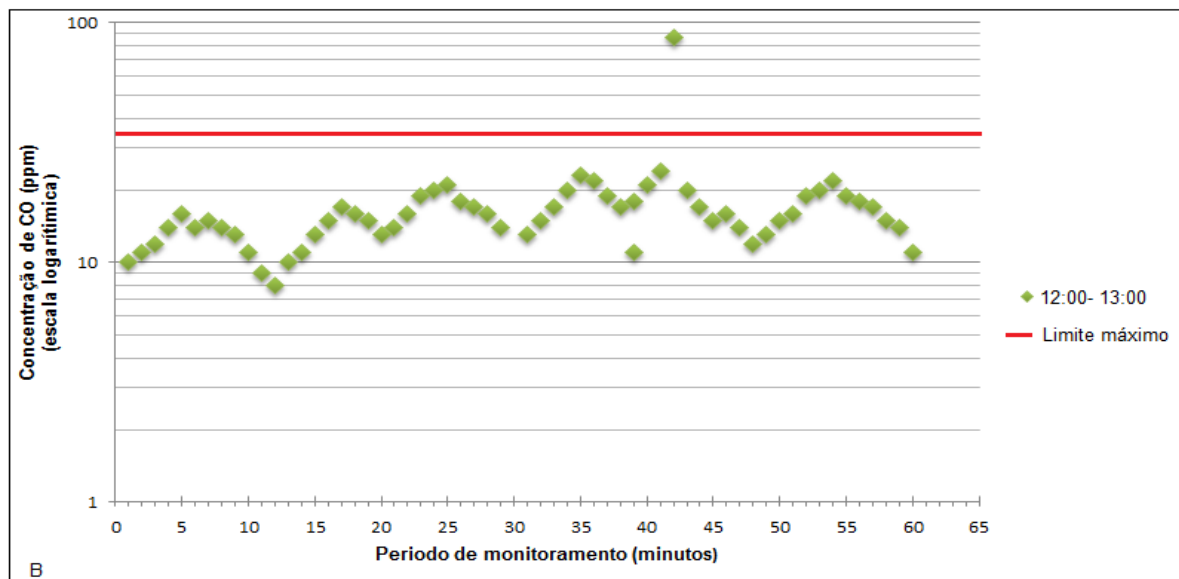


Figura 21 – Concentração de CO no dia 26/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.

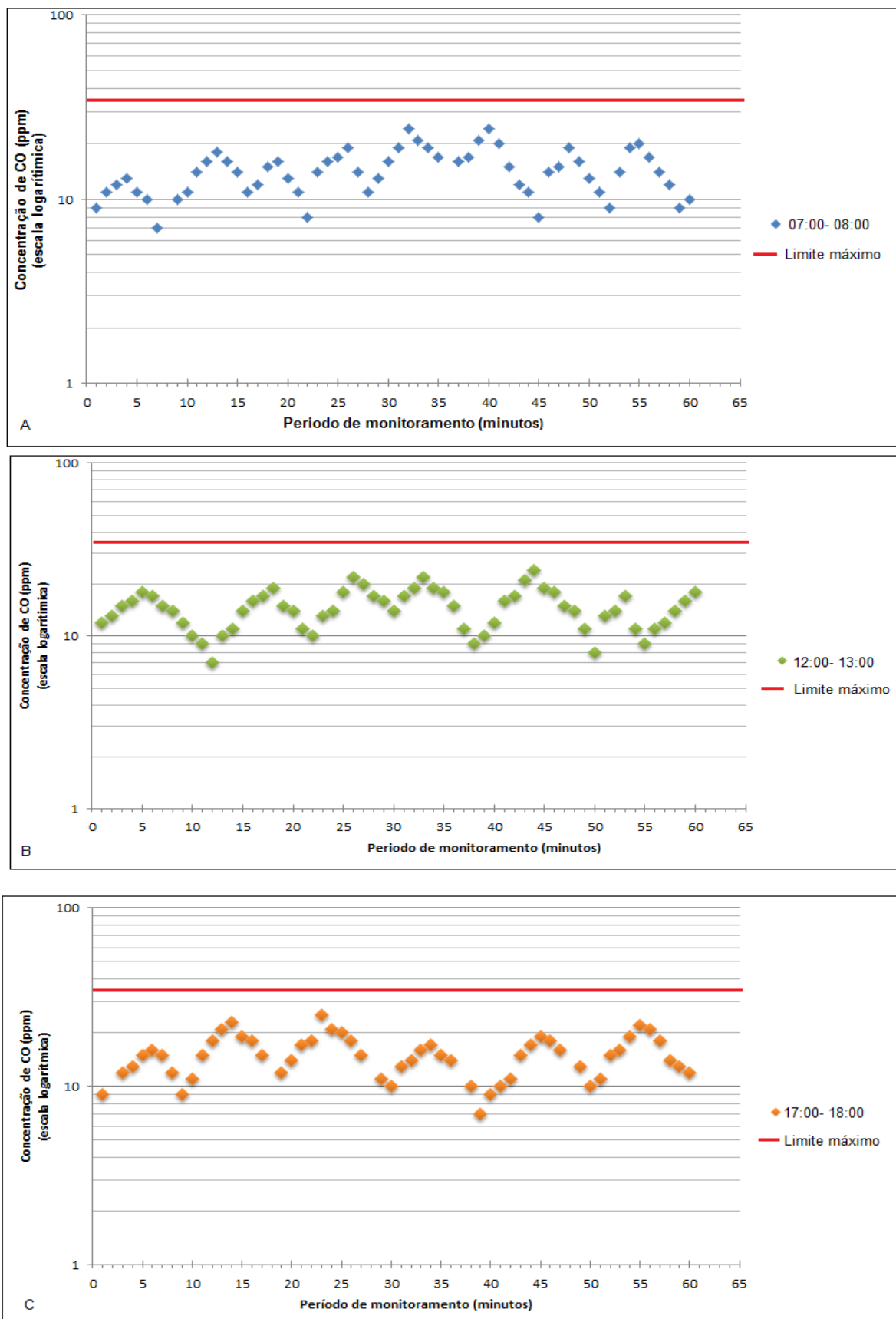


Figura 22 – Concentração de CO no dia 23/04/2012 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.

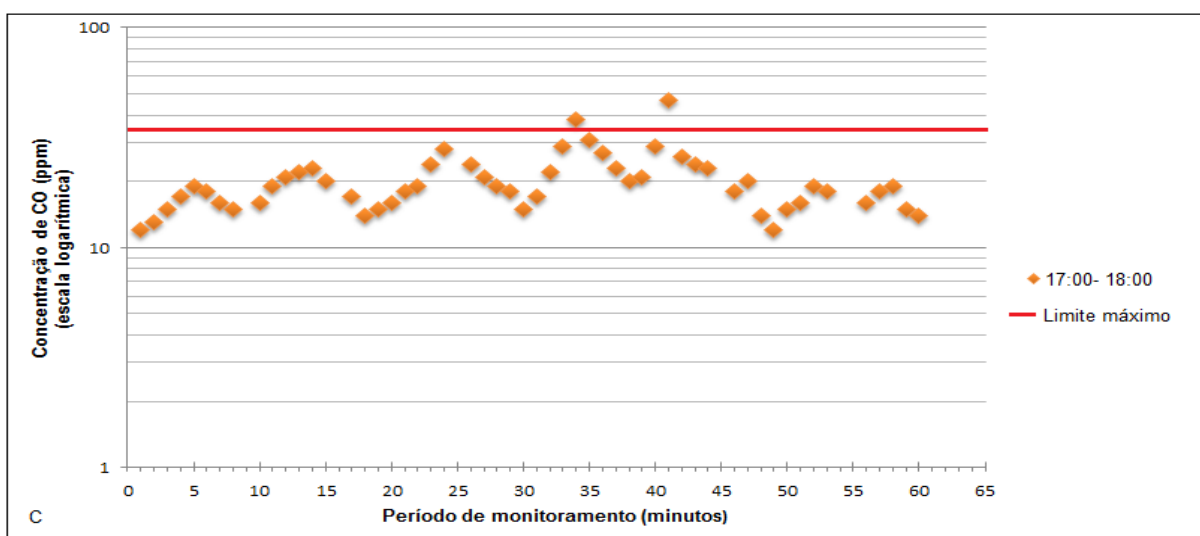
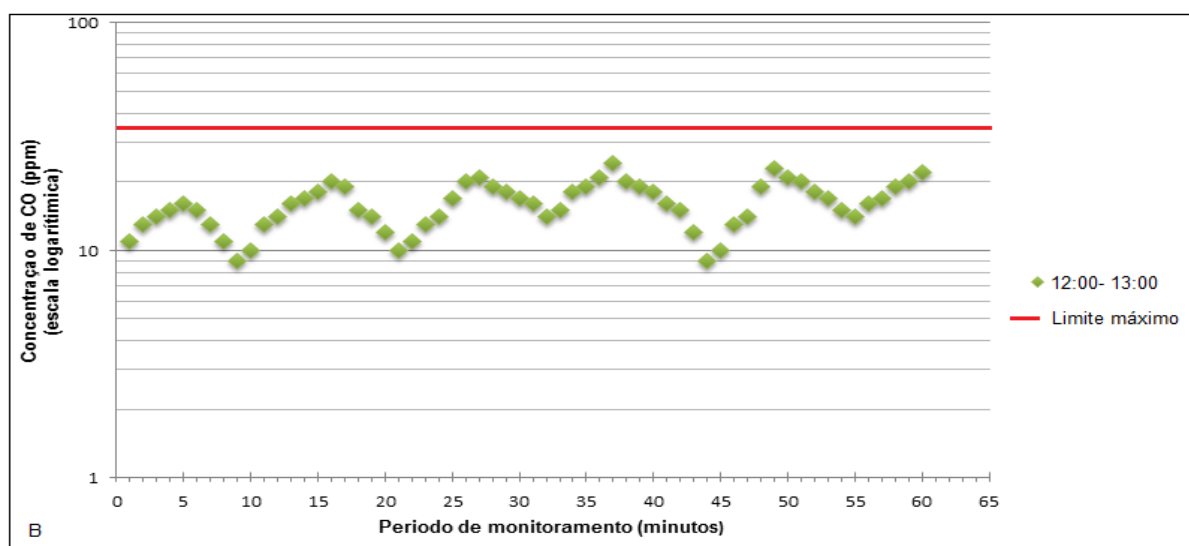
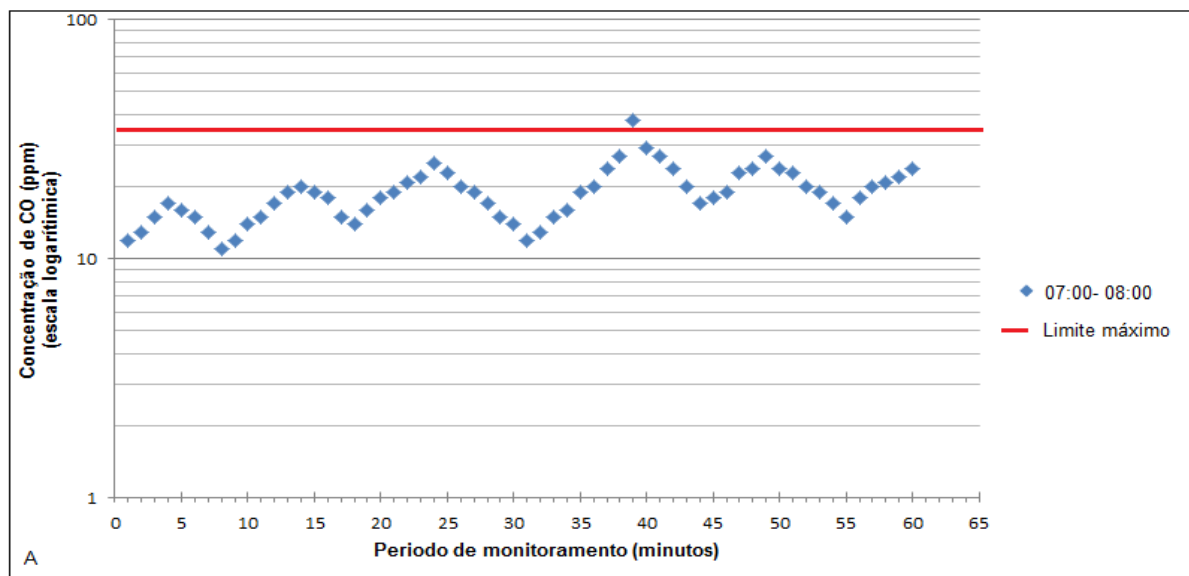


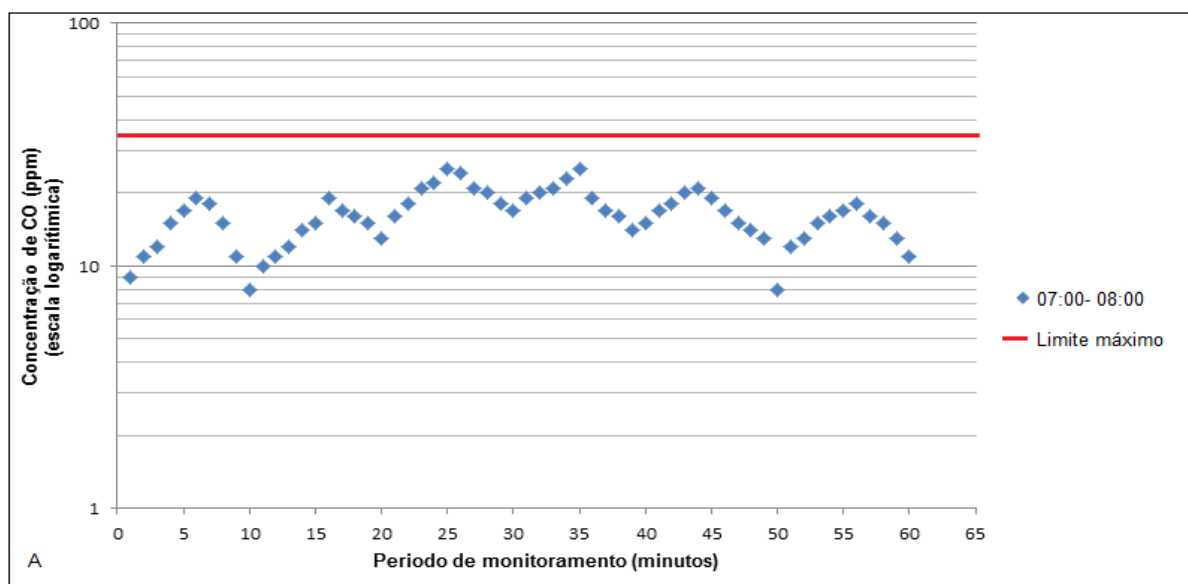
Figura 23 – Concentração de CO no dia 28/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 3.

A presença de um semáforo conjunto com o intenso movimento de veículos registrados fez com que as concentrações do monóxido de carbono ultrapassaram 7 vezes o limite (35ppm) imposto pela resolução CONAMA 03/1990.

De acordo com os gráficos o horário das 17:00 as 18:00 horas foi o período onde houve mais picos acima do limite imposto pela legislação.

5.6.4 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 4

O ponto 4 localiza-se em outra região central da cidade, em uma das vias que da acesso a cidade para veículos que trafegam pela PR-468. As características de tráfego são parecidas com o Ponto 3, uma concentração maior de veículos leves e motocicletas. As Figuras 24, 25 e 26 apresentam as concentrações das amostragens no Ponto 4.



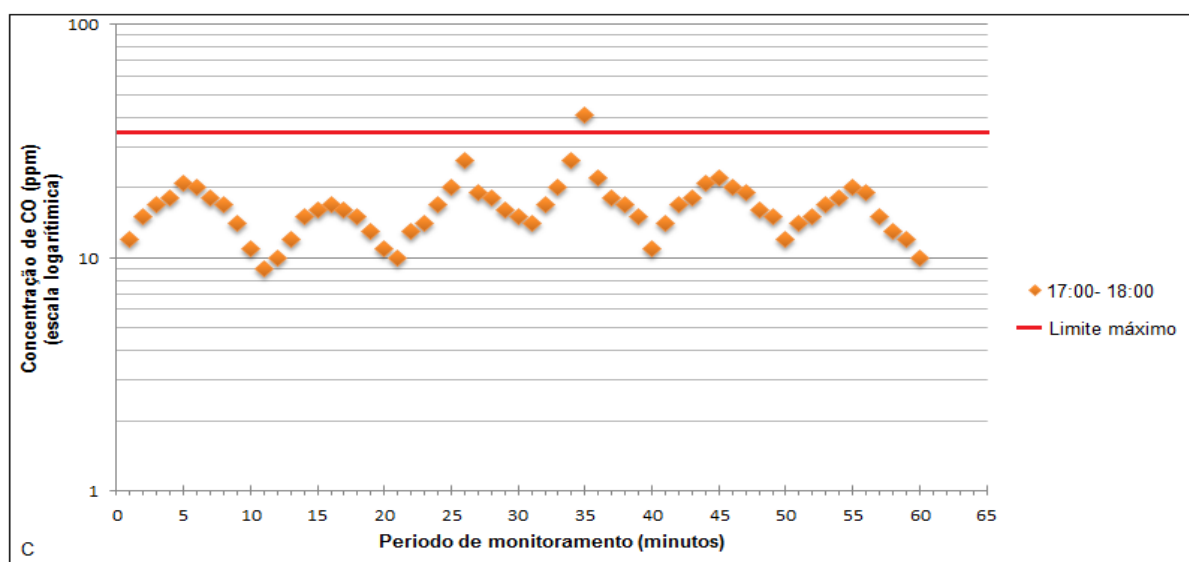
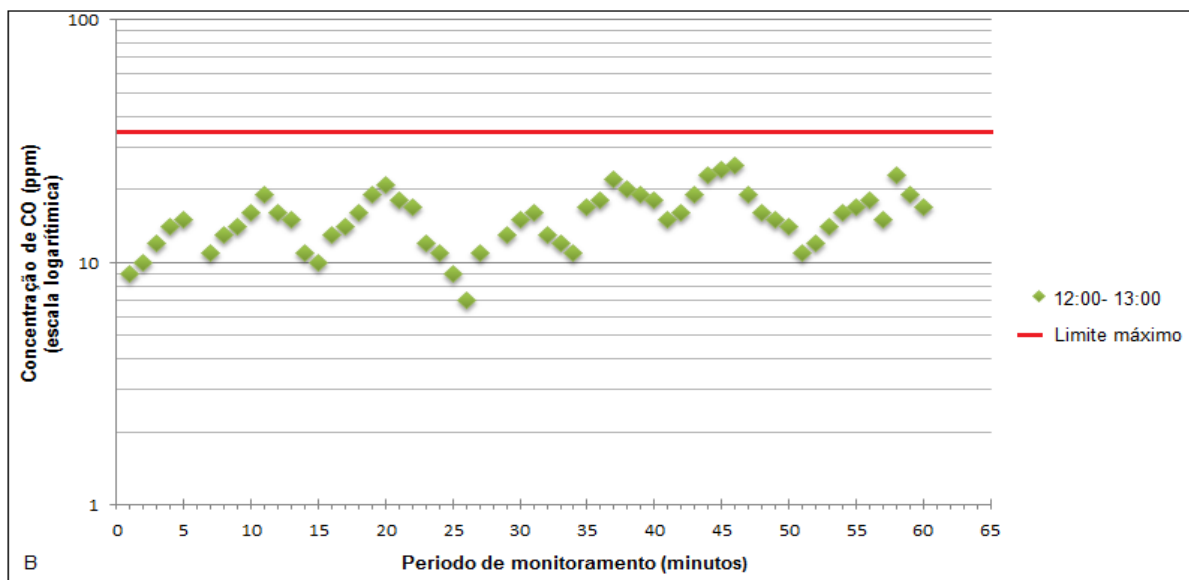
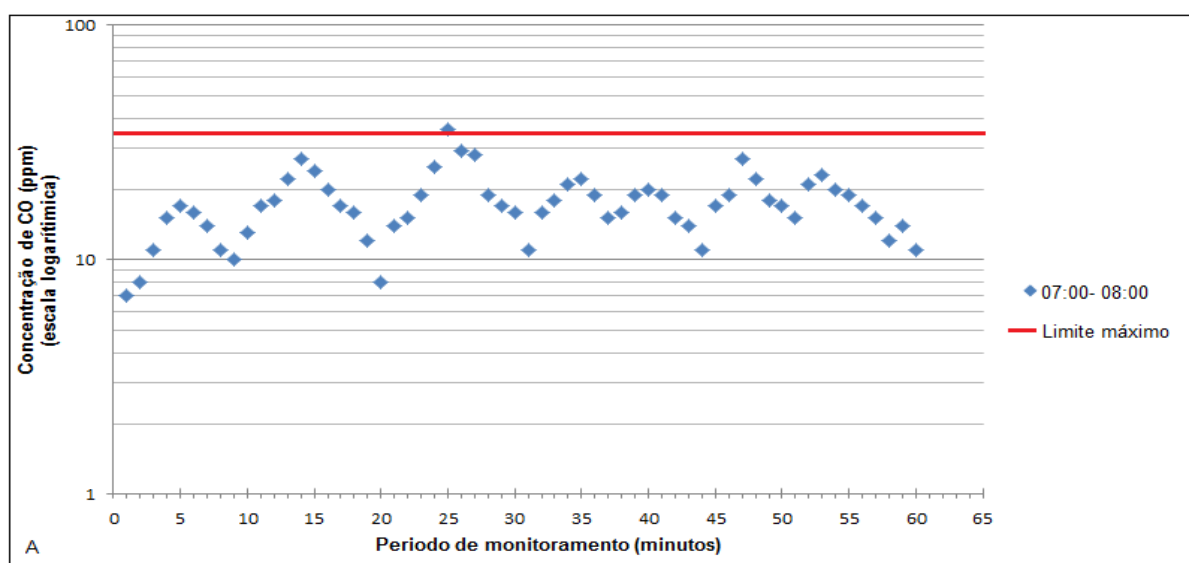


Figura 24 – Concentração de CO no dia 27/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4..



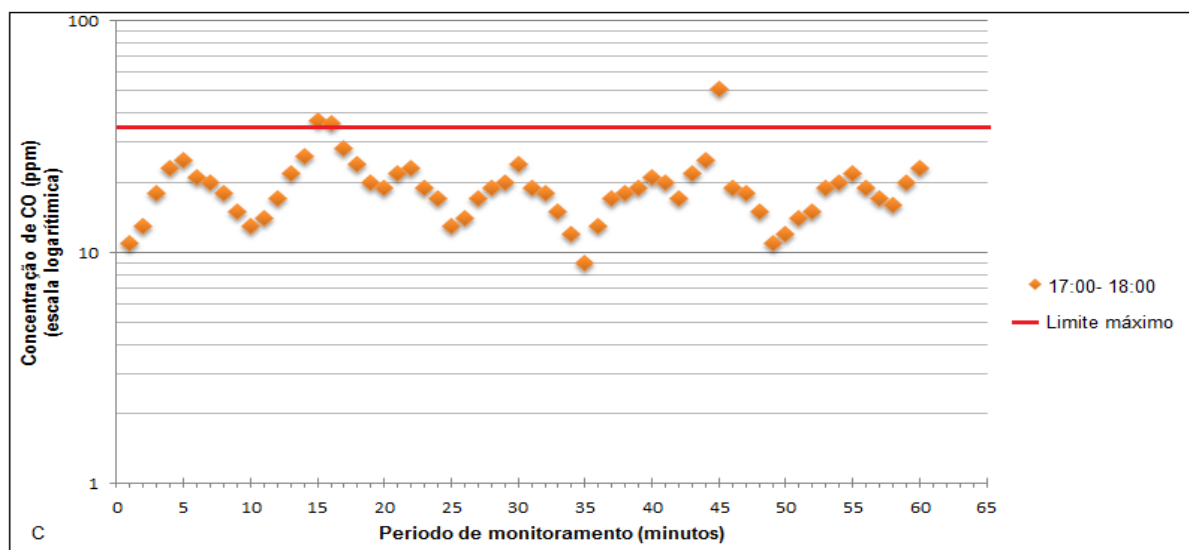
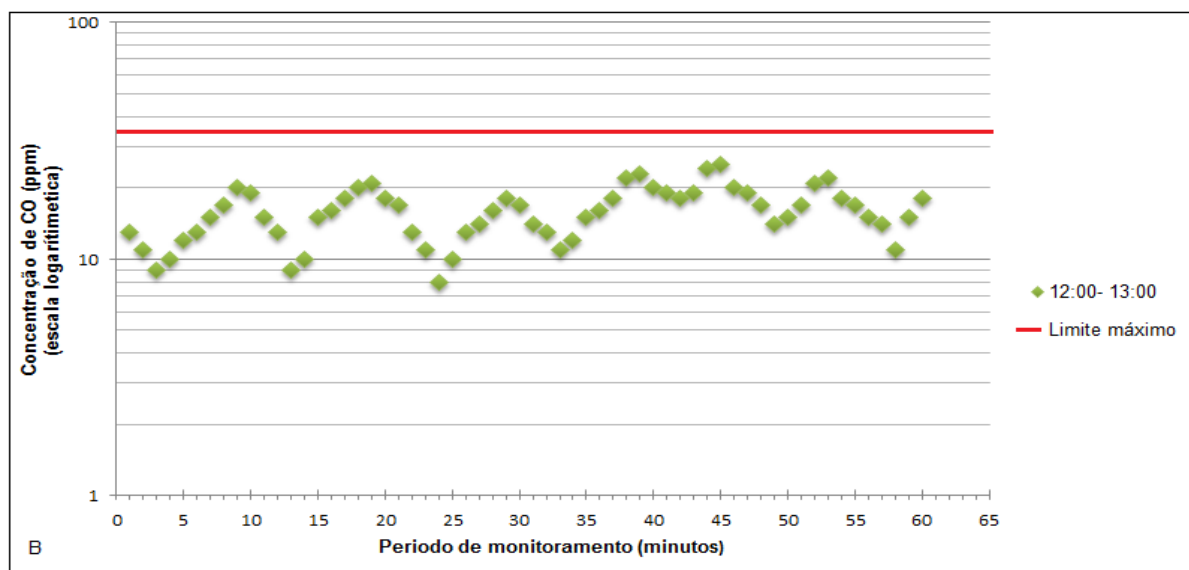
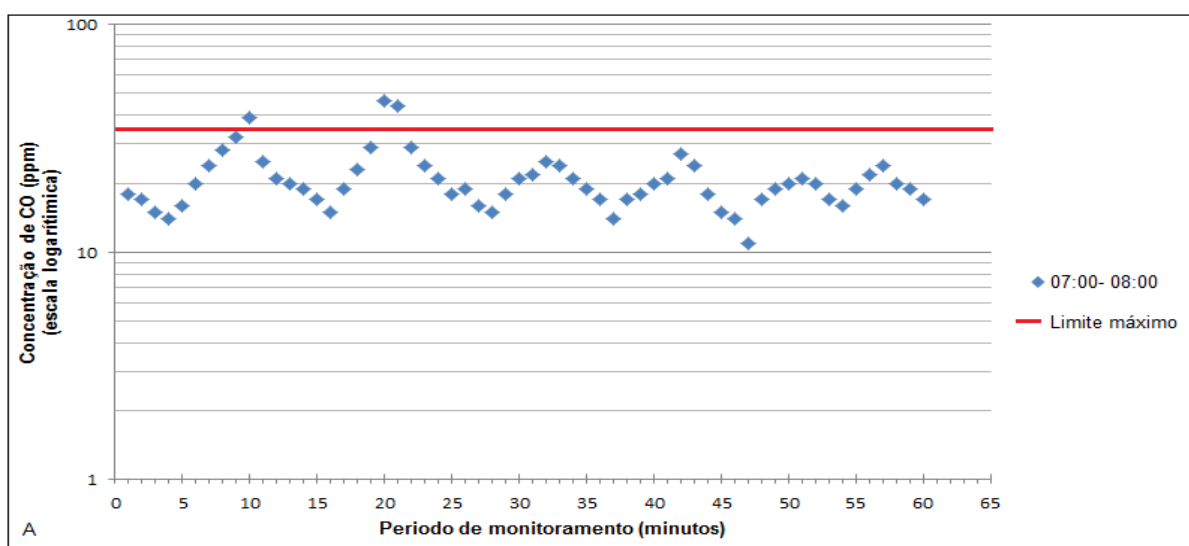


Figura 25 – Concentração de CO no dia 24/04/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4.



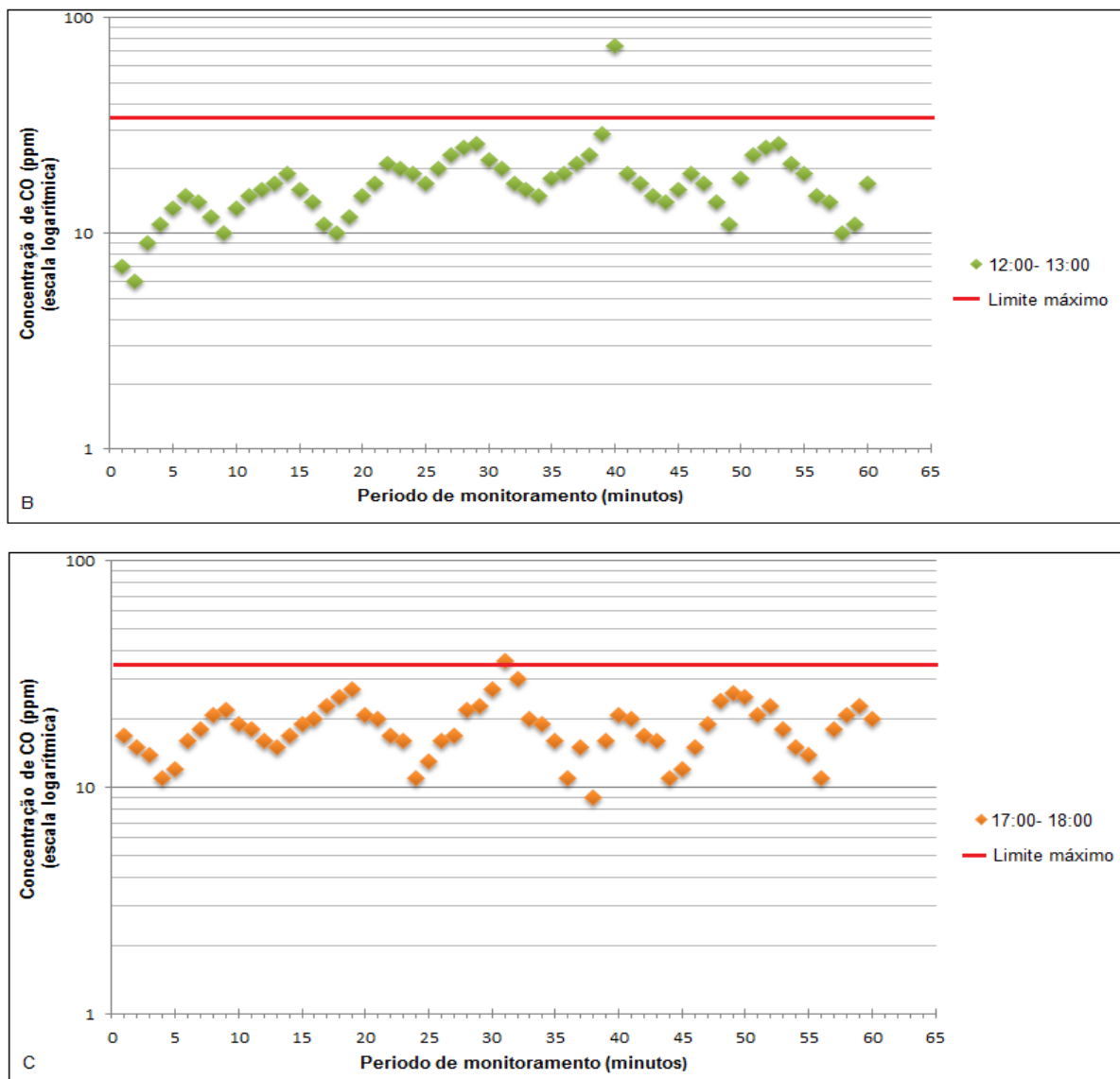


Figura 26 – Concentração de CO no dia 29/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 4.

As quantidades de CO detectadas pelo aparelho foram superiores a encontrada nos Pontos 2 e 3, fato esse que pode estar ligado a presença do shopping JL, local de intenso movimento tanto de veículos quanto de pessoas. Além de também haver um semáforo no local de monitoramento.

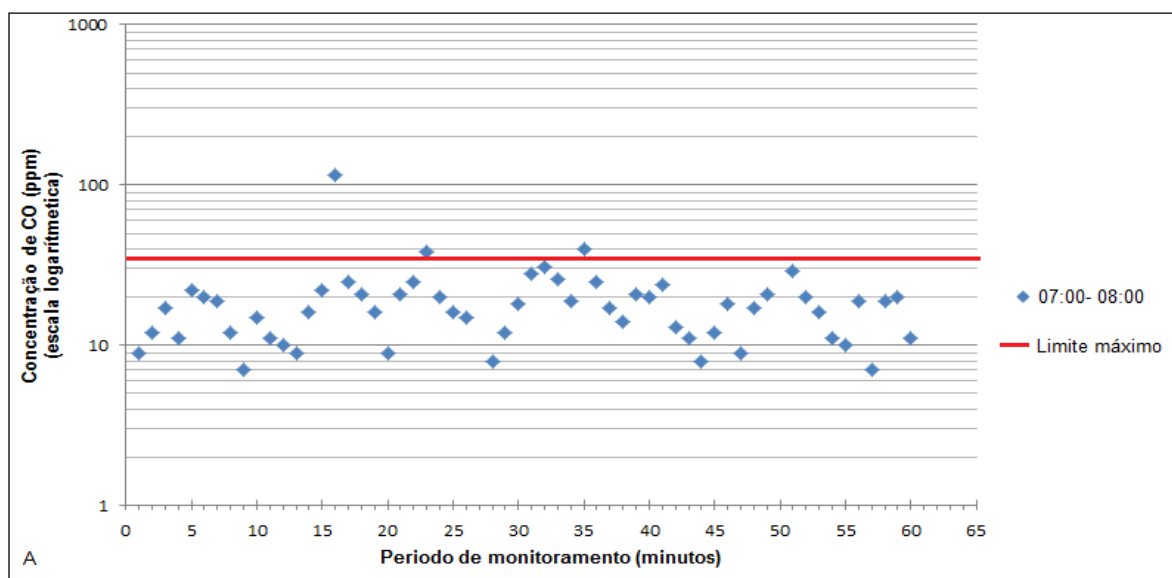
Conforme se pode observar na Figura 11, o terceiro dia foi o que apresentou maior número de detecções pelo aparelho. Mesmo não sendo o dia de maior movimento foi o dia com as menores temperaturas registradas (9°C), com a temperatura muito baixa os poluentes tem mais dificuldades para se dispersar, o que pode explicar esse fato.

5.6.5 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 5

Com as coletas realizadas pode-se analisar que o Ponto 5 foi o segundo local com maior fluxo de automóveis, além de ser também o segundo maior ponto de detecções registradas pelo medidor de gás portátil.

As quantidades de CO detectadas pelo aparelho foram maiores que nos Pontos 2, 3 e 4, porém menores que no Ponto 1. Um dos fatores que podem ter influenciado nessa menor detecção em relação ao Ponto 1 é que o fluxo de automóveis não é interrompido constantemente, conseqüentemente causando menos congestionamento e fazendo assim com que os motores não sejam forçados.

As Figuras 27, 28 e 29 demonstram os valores nos determinados horários de coleta.



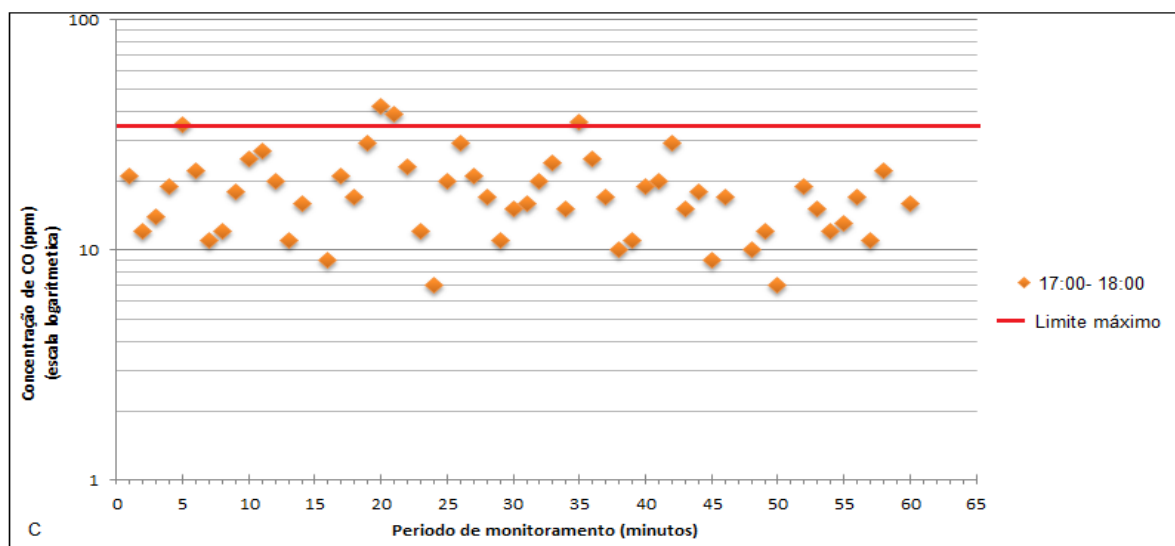
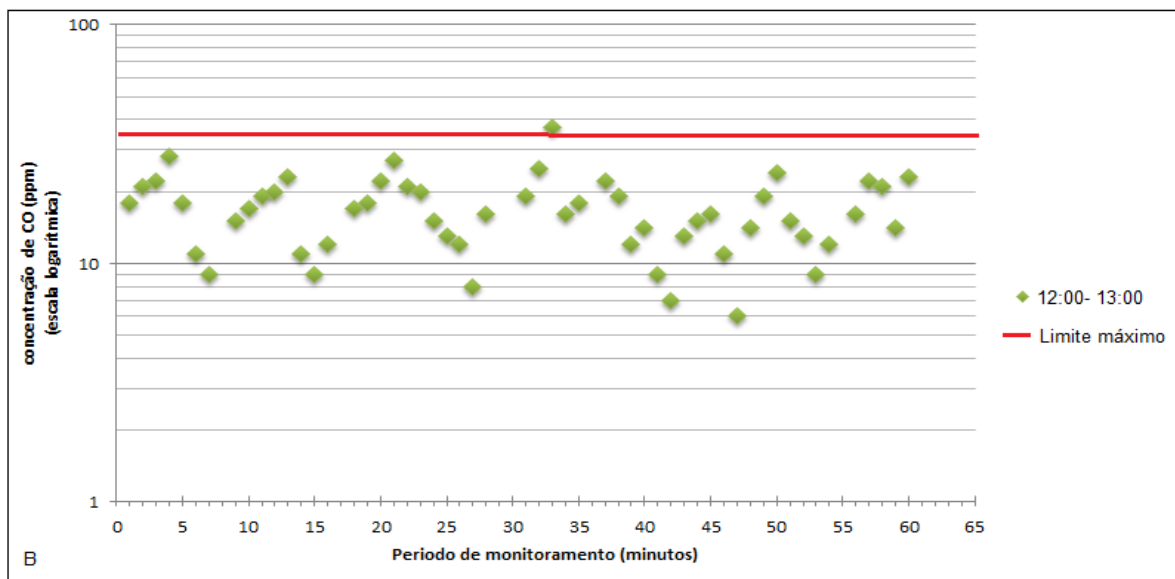
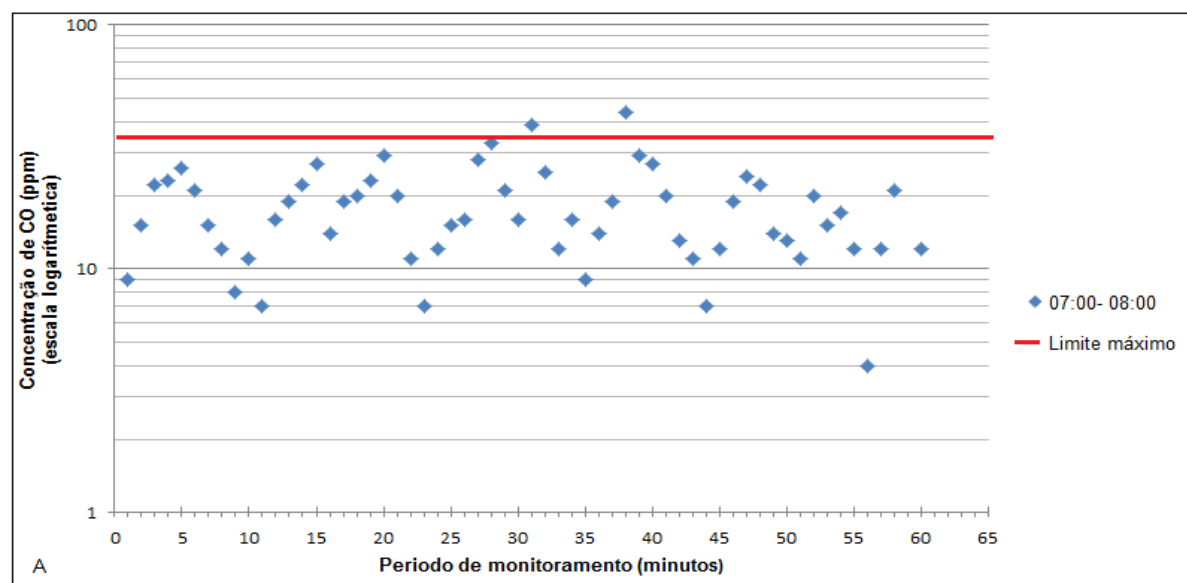


Figura 27 – Concentração de CO no dia 28/03/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.



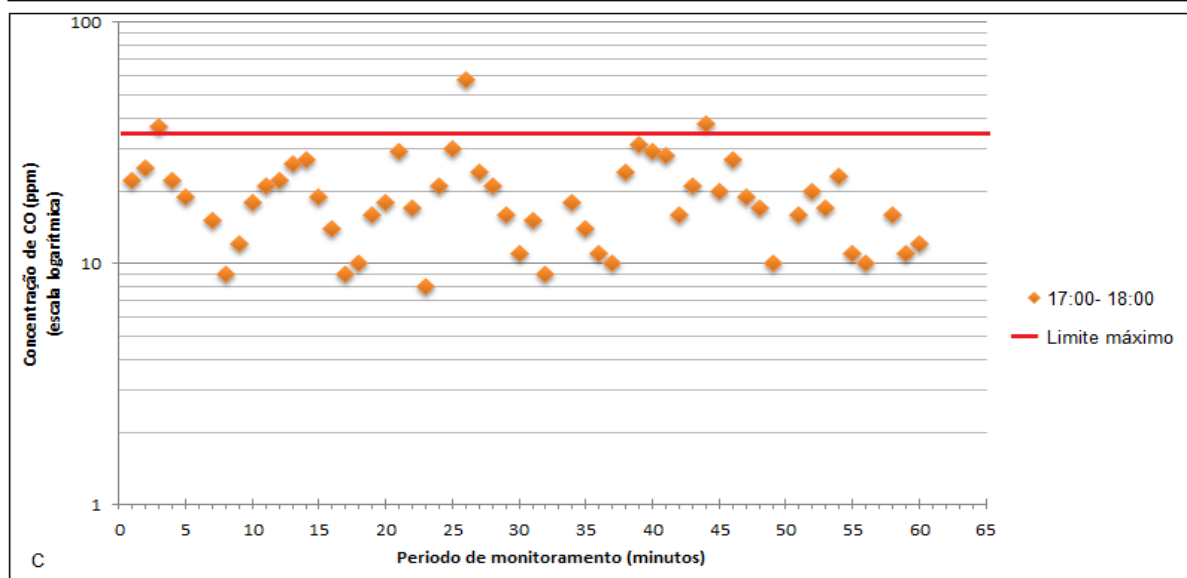
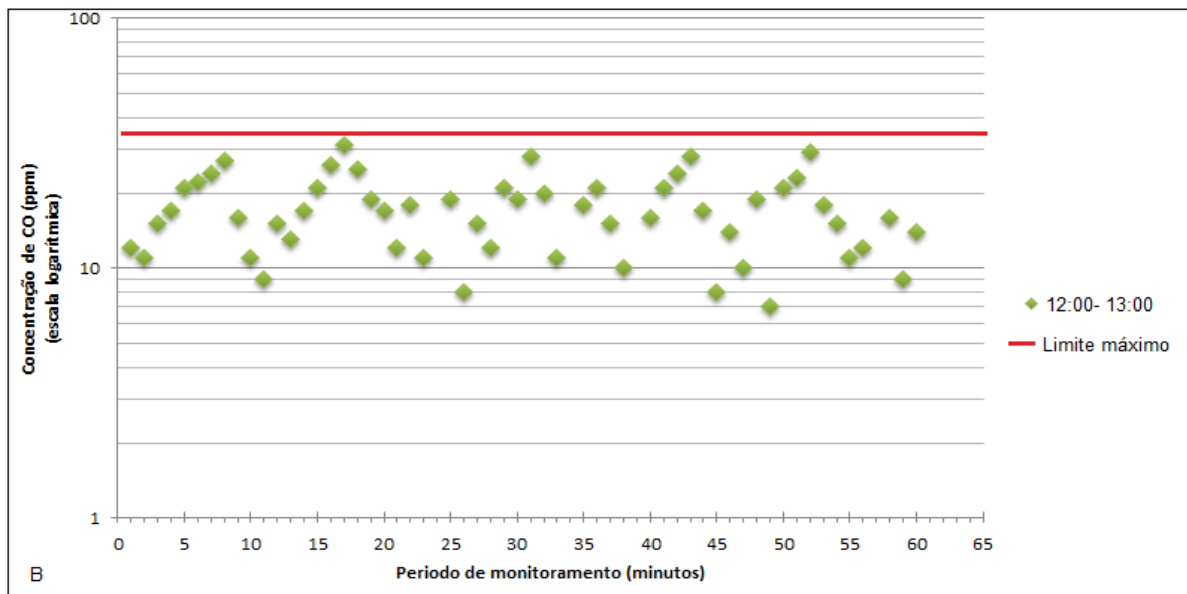
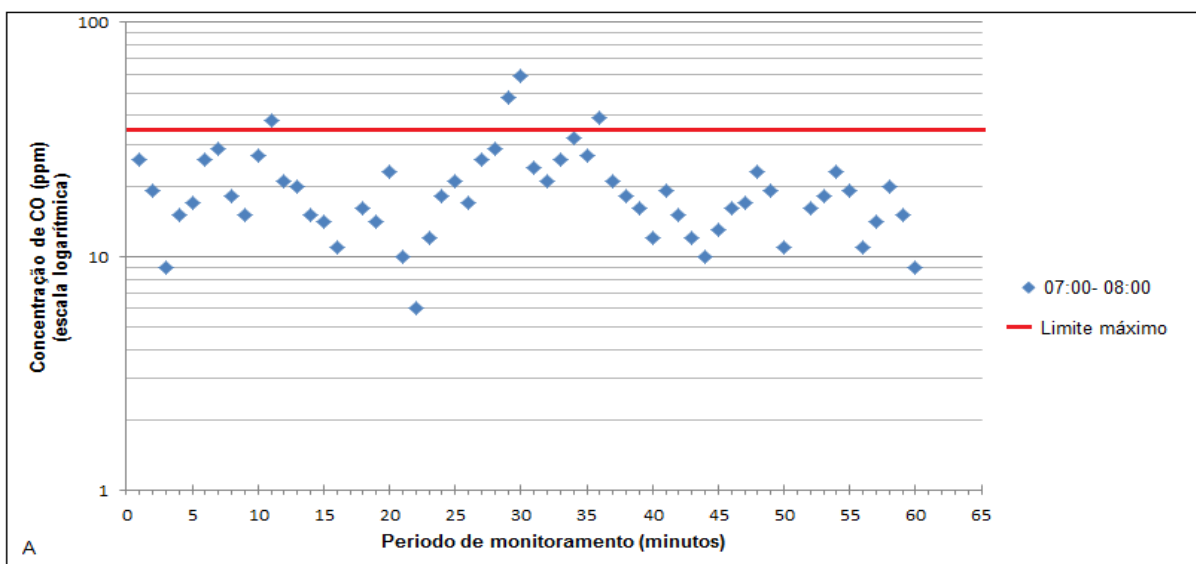


Figura 28 – Concentração de CO no dia 25/04/2014e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.



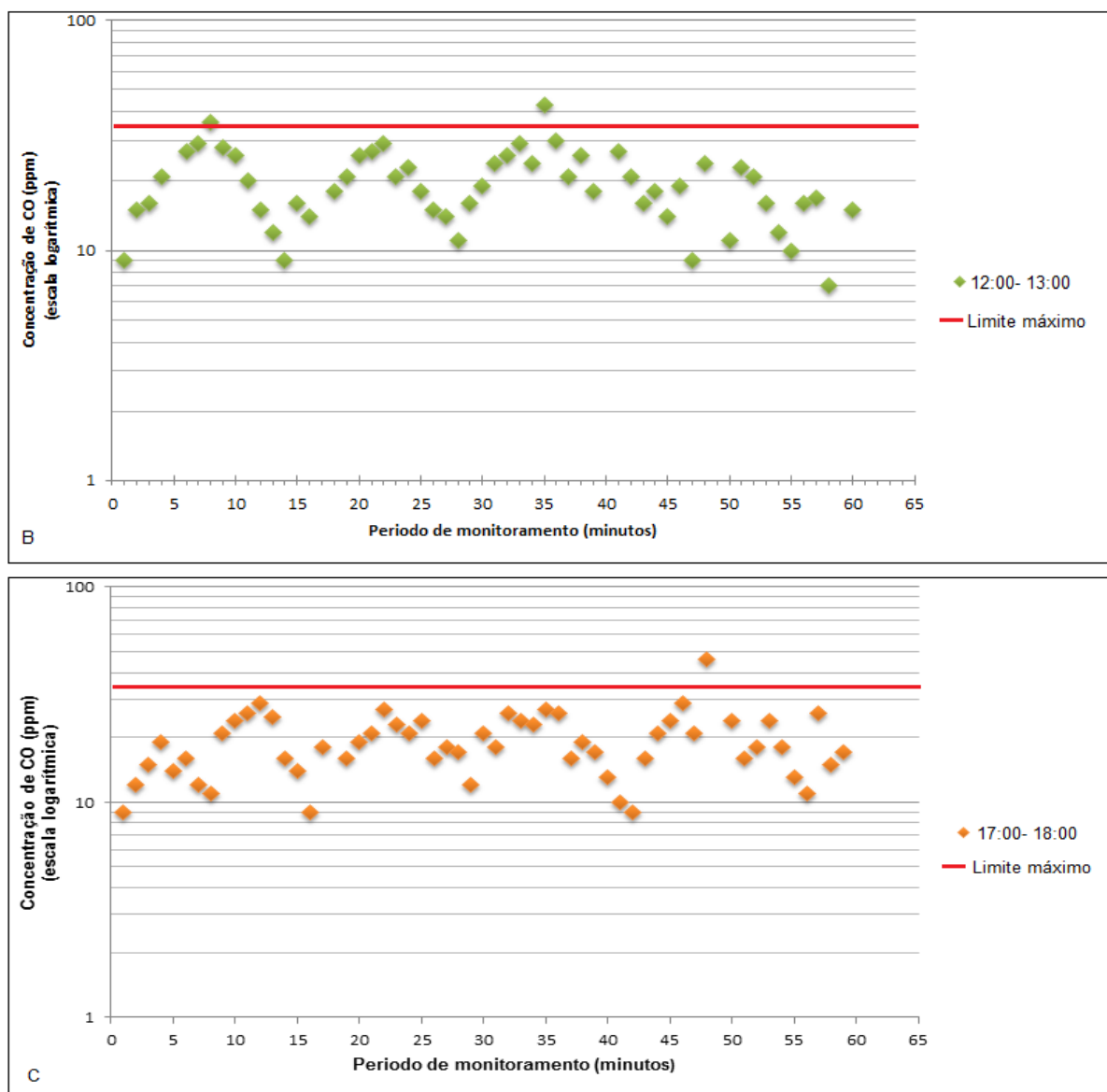


Figura 29 – Concentração de CO no dia 30/05/2014 e nos horários A 7h00min as 8h00min, B 12h00min as 13h00min, C 17h00min as 18h00min no Ponto 5.

De acordo com os gráficos em todos os dias de coleta o nível de monóxido de carbono foi ultrapassado várias vezes, chegando a ultrapassar 100 (ppm) no primeiro dia de coleta. O estado de manutenção dos veículos foi um fator importante no número de detecções registradas, visto que durante as medições frequentemente eram observados veículos em más condições.

Como a localização do Ponto 5 é semelhante ao ponto 1, ambos são trevo que acesso a outras cidades, as características do tráfego de veículos também são semelhantes. Como diferencial entre os dois pontos o fator de no Ponto 5 ser um local de trânsito com fluxo constante sem interferência de semáforos.

6 CONCLUSÃO

Durante as amostragens realizadas foram quantificados um total de 65.542 veículos, e registradas pelo medidor de gás portátil um total de 7.047 detecções, dessas, 2.821 no ponto 1, 274 no ponto 2, 643 no ponto 3, 797 no ponto 4 e 2.512 no ponto 5. A partir dos resultados obtidos verificou-se que não houve uma relação entre as concentrações de monóxido de carbono com a quantidade de automóveis que trafegaram nos pontos de amostragem. Apesar de não ter sido registrado o ano de fabricação dos veículos contabilizados, notou-se que o grau de conservação destes veículos influenciava na emissão de poluentes e também o tempo de permanência destes veículos parados no local.

No ponto 1 foi o local onde se obteve o maior índice de picos registrados no medidor portátil de gases. Durante os horários de amostragem além do grande fluxo de veículos percebeu-se que ocorriam frequentemente congestionamentos, isso porque a presença de um semáforo trava o tráfego, e com a permanência dos veículos parados no local, ocorre maior liberação de poluentes na atmosfera.

Nos pontos localizados no centro da cidade (Pontos 3 e 4), foram onde registrou-se os maiores picos de amostragem de monóxido de carbono. Em ambos se tem a presença de um semáforo, e também a presença de prédios ao redor, com isso, a amplitude do local pode ter influência na concentração de gases, fazendo com que os poluentes demorem mais para se dispersar. Vale salientar que uma possível solução seria diminuir o tempo que o semáforo fica no vermelho, diminuindo o tempo de permanência dos veículos nesse local.

No ponto 5 embora o local tenha um fluxo constante de automóveis sem a interrupção de semáforo, frequentemente os veículos são obrigados a parar totalmente por conta do intenso movimento e forçar seus motores para arrancar, por conta disso também ocorreu um grande número de detecções do aparelho.

O fato de não ocorrer a detecção de gás sulfídrico (H_2S) e gases voláteis pode estar relacionado ao limite de detecção do aparelho, pois mesmo que os veículos liberem uma pequena quantidade desses gases o equipamento não foi capaz de detectá-los ou não ocorreu a liberação dos gases na atmosfera.

Com relação ao teor de oxigênio, não ocorreu modificação, pois como as medições foram realizadas ao ar livre praticamente não ocorreu variação no teor de

oxigênio. O aparelho por ser portátil também é utilizado em ambientes fechados, e nesses casos o teor de oxigênio pode ser alterado, trazendo riscos a saúde das pessoas.

Em termos de saúde pública há de ressaltar os problemas provenientes dos gases poluentes, que durante os períodos mais secos do ano, acabam agravando ainda mais a saúde das pessoas susceptíveis a doenças respiratórias e pulmonares.

Após esse estudo sugere-se que seja implantado um programa municipal de inspeção veicular para a melhoria da qualidade do ar beneficiando tanto o meio ambiente quanto o ser humano.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Kassia Ayumi S. **DIAGNÓSTICO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE ORIGEM VEICULAR POR MEIO DE ANALISADOR PORTÁTIL DE GASES NO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO-PR.** 2001. 57f. Monografia (Pós-graduação em Gerenciamento e Auditoria Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2011.

ANDRADE, Helisson H. B.; MARTINS, Larisssa F. V.; PINTO, Franklin M.; ARAUJO, José H. B. Diagnóstico das Emissões Atmosféricas de Origem Veicular no Município de Campo Mourão-Pr. **Anais do Simpósio de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (SIMPGEU)**, Maringá, PR: UEM, 2009. Disponível em: <<http://www.dec.uem.br/simpgeu/pdf/67.pdf>>. Acessado em 20 jun. 2014.

ASSUNÇÃO, J.V. **Poluição atmosférica.** In: CASTELLANO, E. G., ed. Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias. São Paulo, Academia de ciências do estado de São Paulo, 1998.

AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil.** 2000. 168f. Tese (Mestre em ciências de planejamento energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

BALBINOTI, Jonas. R. ARAUJO, José H. B. Diagnóstico das Emissões Atmosféricas de Origem Veicular Por Meio De Analisador Portátil de Gases No Município de Campo Mourão – Pr. **Seminário de Iniciação Científica e Tecnologia da UTFPR (SICITE)**, Campo Mourão – PR, UTFPR campus Campo Mourão, 2012. Disponível em: <<http://conferencias.utfpr.edu.br/ocs/index.php/sicite/2012/paper/viewFile/356/235>>. Acesso em 25 mai 2014.

BELLEI, Maria. Processos de urbanização. **DireitoNet.** Sorocaba, nov. 2001. Disponível em: <<http://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/496/Processo-de-urbanizacao>>. Acessado em 15 jan. 2014

BRASIL. Resolução CONAMA nº 003, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre a qualidade do ar. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil.** Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf>>. Acesso em 15 de jan. de 2014

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 018, de 06 de maio de 1986. Institui o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jun. 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res1886.html>>. Acesso em 20 dez. 2013.

CARVALHO, Maria Bulhões F. **Poluição atmosférica e mudanças climáticas**. 2009. Disponível em: <http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2009/relatorio/dir/mariana_carvalho.pdf> acesso em 10 mai 2014.

CAVALCANTI, Paulina Maria P. S **Modelo da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva**. (Tese de Doutorado apresentada ao Programa 14 de Pós-graduação em Planejamento Energético), Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/PaulinaMariaPortoSilvaCavalcanti.pdf>. Acesso em 19 jan. 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade do ar no Estado de São Paulo**, São Paulo, SP, 1990.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade do ar: poluentes**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes>>. Acesso em 28 mai. De 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Qualidade do ar: padrões, índices**. Disponível em: < <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/22- Padr?es-e-?ndices>>. Acesso em 20 fev. de 2014.

CETESB. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Operação inverno**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/noticia/277,Noticia>>. Acesso em: 20 mar. De 2014.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 382 de 26 de dezembro de 2006**. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=520>

CORREA, Joao G. A. Monitoramento da qualidade do ar no Município de Campo Mourão – PR por meio de analisador portátil de gases. 2012. 55f Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica do Paraná. Campo Mourão, 2012.

DERÍSIO, José C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3. Ed. São Paulo: Signus Editora, 2007

FERNÍCOLA, Nilda A. G. G. de; LIMA, Ernesto R. Avaliação do grau de exposição de amostras populacionais de São Paulo (Brasil) ao monóxido de carbono. **Saúde pública**. São Paulo, v.13, n.2, p. 151-158, jun. 1979.

FIGUEIREDO, Guilherme José Purvin de. **Curso de Direito Ambiental**. 3ª ed. Curitiba: Arte & Letra, 2009, p. 284.

FREITAS, Monica K. Poluição veicular urbana. **Revista Ecotour On-Line**, São Paulo, jan. 2006. Disponível em:<<http://www.revistaecotour.com.br/novo/home/default.asp?tipo=noticia&id=1346>>. Acesso em 21 dez. 2013

GRAJEW, Oded. **Sentença de morte**. Rede Nossa São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em:< <http://www.nossasaopaulo.org.br/portal/node/2082>> Acesso em: 21 jan 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em:<http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=00> Acesso em: 21 dez. 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/>>.

LOMBARDO, M. A. Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: Ed. Hucitec , 1985. 244p.

LOPES, Daniel P. **A municipalização do trânsito urbano de Campo Mourão**. 2003. 35f. Monografia (Graduação em Tecnologia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2003.

LORA, Electo E. S. **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2002.

MANZOLI, Anderson. **Análise das emissões veiculares em trajetos urbanos curtos com localização por GPS**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009, p. 129. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-26052009-170127/fr.php>>. Acesso em 20 fev. 2014

OGA, Seizi; CAMARGO, Márcia M. de A; BATISTUZZO, José A. de O. **Fundamentos de toxicologia**. 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008.

OGA, Seizi. **Fundamentos de toxicologia**. 2. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2003.

PARANÁ. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Resolução nº 066 de 25 de Novembro de 2010. Diário Oficial do Paraná, 2010.

PASSARELLI M.M. Toxicologia Ambiental. IN Oga S. Fundamentos de Toxicologia. 3rd edição. Editora Atheneu, São Paulo, capítulo 2. 2003.

PARANÁ (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. **Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV**. Paraná. 2014. 95p.

PARANÁ (Estado). Secretaria do Estado da Segurança Pública – Departamento de Transito do Paraná – DETRAN PR. **Frota de veículos cadastrados no Estado do Paraná – Posição em março 2014**. Paraná. 2014. 08p. Disponível em: <http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscadastradospr/2014/frota_marco_2014.pdf>. Acesso em 25 abril 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASCAVEL. Disponível: <<http://www.cascavel.pr.gov.br/>> Acesso em 21 dezembro 2013.

SILVA, Ederwanda B. L. **Estudo sobre a qualidade do ar na cidade de Juiz de Fora: Contribuição dos veículos automotores**. 2008. 58f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

TEIXEIRA, Elba C.; FELTRES, Sabrina; SANTANA, Eduardo R. R. de. **Estudo das emissões de fontes moveis na região metropolitana de porto alegre, Rio Grande do Sul**. Quim. Nova, v. 31, n. 2, 244-248, 2008.

VALLE, Cyro Eyer do. **Qualidade Ambiental: ISO14000**. 5. ed, São Paulo. Senac Editora, 2004.

VASQUES, Pedro Henrique Ramos Prado. **Poluição Atmosférica e a Resolução CONAMA 315/02: limites e possibilidades na celebração de compromisso de ajustamento de conduta.** 2009. 65 f. Monografia (graduação em Direito) – Faculdade de Direito. Pontifícia Universidade Católica (PUC-RIO), Rio de Janeiro, 2009.

WIKIPEDIA. **Mapa de localização do município de Cascavel – PR.** Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Cascavel_\(Paran%C3%A1\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Cascavel_(Paran%C3%A1))>. Acesso em 20 jan. 2014.