

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

GUILHERME ALMENDRA LOURENÇO INÊS

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE  
CIANORTE-PR EM FONTES MÓVEIS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO  
2014

GUILHERME ALMENDRA LOURENÇO INÊS

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE  
CIANORTE-PR DE FONTES MÓVEIS**

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. MSc. Thiago Morais de Castro

Co-orientador: Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo

CAMPO MOURÃO  
2014



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Campo Mourão  
Diretoria de Graduação e Educação Profissional  
Coordenação de Engenharia Ambiental - COEAM  
Engenharia Ambiental



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE CIANORTE-PR DE FONTES MÓVEIS.

por

**GUILHERME ALMENDRA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 27 de Fevereiro 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**.

---

THIAGO MORAIS DE CASTRO  
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”.

Os vossos esforços desafiem as impossibilidades,  
lembrai-vos de que as grandes coisas do homem  
foram conquistadas do que parecia impossível.  
Charles Chaplin

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus pela saúde, força de vontade e iluminar meu caminho e também todas as pessoas que estiveram ao meu lado por todos esses anos, e que sem dúvida foram fundamentais para esta conquista.

Quero agradecer em especial à minha família, pelo suporte dado em todos estes anos, e também pela compreensão por eu estar ausente na maior parte deste tempo, principalmente minha amada mãe que se superou para poder me dar tudo até hoje.

Agradeço também à minha namorada Eliana Regina Nickenig Aldrigue, que sem dúvida foi fundamental por estar ao meu lado e acreditar em mim, me dando força para superar mais este desafio e muita paciência nos momentos difíceis.

Aos meus orientadores e Prof. Msc. Thiago Morais de Castro Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo, que se não fosse pelo conhecimento e auxílio deles, este trabalho não teria como ser realizado, e também ao Henrique Bettoni Kawás, pelo auxílio nas coletas de dados em campo, pelo aconchego de sua casa e pelos saborosos almoços e jantares de sua mãe Ana Maria.

Aos meus amigos que estiveram comigo nestes anos de graduação, e que acabam por fazer parte de uma nova família formada.

**DEUS SEJA LOUVADO!!**

## RESUMO

INÊS, Guilherme A. L. **Monitoramento da qualidade do ar no município de Cianorte – PR de fontes móveis**. 2014. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2012.

O setor automobilístico está em crescimento, o que contribui para uma maior quantidade de veículos em trânsito nas ruas das cidades, assim aumentando as emissões atmosféricas de poluentes. O presente trabalho teve como objetivo monitorar e analisar as concentrações dos poluentes atmosféricos emitidos por fontes móveis em três pontos distintos na cidade de Cianorte, Paraná durante o período de 29 de novembro de 2013 à 10 de janeiro de 2014. Assim, foi verificado que as concentrações de gases como o gás sulfídrico ( $H_2S$ ), monóxido de carbono (CO), oxigênio ( $O_2$ ) e gases combustíveis nos locais avaliados estiveram de acordo com a legislação pertinente. As amostragens de concentrações de poluentes registradas pelo medidor de gás portátil Gas Alert Micro fabricado por BW Technologies foram correlacionadas com a quantidade de automóveis que transitavam durante o tempo de coleta de dados. Estes dados também foram correlacionados com as alturas diárias de precipitação para verificar se há alguma interferência nas concentrações de monóxido de carbono (CO). Apesar de algumas concentrações terem ultrapassado o limite imposto pela RESOLUÇÃO CONAMA 03/1990. Um dos fatores determinantes para os índices de monóxido de carbono ter superado o valor permitido, foi o estado de conservação dos automóveis, quanto mais depreciado o veículo maior sua influência na qualidade do ar.

**Palavras - Chave:** Emissão atmosférica, monóxido de carbono, qualidade do ar, trânsito.

## ABSTRACT

INÊS, Guilherme A. L. **Monitoring of air quality in the city of Cianorte – PR Mobile Sources**. 2014. 67 sheets. Completion of course work (Bachelor of Environmental Engineering) – Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão. 2014.

The automotive industry is in growth which contributes to an increased amount of transit vehicles on the streets of the cities so increasing the atmospheric emissions of pollutants. The present work had as objective to monitor and analyze the concentrations of air pollutants emitted by mobile sources in three different points in the city of Cianorte - Paraná - Brazil during the period of November 29, 2013 to January 10, 2014. Thus it was found that concentrations of gases like hydrogen sulfide gas (H<sub>2</sub>S), carbon monoxide (CO), oxygen (O<sub>2</sub>) and combustible gases in locations were assessed according to the relevant legislation. Samples of pollutant concentrations recorded by portable gas meter Gas Alert Micro produced by BW Technologies were correlated with the amount of cars that passed back and forth during the time of data collection. These informations were also correlated with daily precipitation heights to see if there is some interference in the concentrations of carbon monoxide (CO). Although some concentrations have exceeded the limit imposed by the CONAMA RESOLUTION 03/1990, one of the determining factors for carbon monoxide levels have exceeded the allowed value, was the State of conservation of automobiles the more depreciated the vehicle greater influence on air quality.

Key words: Atmospheric emission, carbon monoxide, air quality, traffic.

## LISTA DE SIGLAS

CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CO	Monóxido de carbono
SO <sub>2</sub>	Dióxido de enxofre
NO <sub>2</sub>	Dióxido de nitrogênio
N <sub>2</sub>	Gás nitrogênio
H <sub>2</sub> S	Gás sulfídrico
O <sub>2</sub>	Oxigênio
HC	Hidrocarbonetos
(R-CHO)	Aldeídos
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrogênio
COHb	Carboxiemoglobina
MP	Material particulado
COV	Compostos orgânicos voláteis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
Renováveis	
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 Cianorte – PR. ....	30
Figura 2 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar .....	31
Figura 3 – Detector de gás portátil, modelo Gas Alert Micro, fabricado por BW Technologies. .....	32
Figura 4 – Comparação percentual do cadastro do Detran/PR e as obtidas no presente trabalho. ....	37
Figura 5 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (c).....	40
Figura 6 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 2, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (C).....	42
Figura 7 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3, na primeira medição (A), na segunda (B) e na terceira (C). ....	45
Figura 8 – Concentração de CO no dia 29/11/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	48
Figura 9 – Concentração de CO no dia 07/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	49
Figura 10 – Concentração de CO no dia 10/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	50
Figura 11 – Concentração de CO no dia 06/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	52
Figura 12 – Concentração de CO no dia 13/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	53
Figura 13 – Concentração de CO no dia 08/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	54
Figura 14 – Concentração de CO no dia 20/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	56
Figura 15 – Concentração de CO no dia 06/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	57
Figura 16 – Concentração de CO no dia 09/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.....	58

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais poluentes da atmosfera agrupados de acordo com o grupo químico de origem. ....	18
Quadro 2 – Classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar. ....	26
Quadro 3 – Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 1. ....	39
Quadro 4 – Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2. ....	41
Quadro 5 – Com o total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 3. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre teor de CO no ar, de COHb no sangue e sinais e sintomas de intoxicação. ....	21
Tabela 2 – Padrões primários e secundários. ....	25
Tabela 3 – Quantidade de veículos registrados no município de Cianorte – PR de acordo com seu porte.....	29
Tabela 4 – Quantidade de veículos registrados até o mês de outubro de 2013, no município de Cianorte - PR de acordo com seu porte.....	29
Tabela 5 – Quantidade de veículos quantificados nas amostragens realizadas e registrados pelo DETRAN/PR até o mês de outubro de 2013.....	36
Tabela 6 – Comparação percentual dos valores obtidos em campo com os fornecidos pelo Detran/PR.....	37

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo Geral .....	14
2.2 Objetivos Específicos .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
3.1 Compostos Presentes na Atmosfera .....	17
3.1.1 Poluição e Classificação dos Poluentes do Ar .....	18
3.1.3 Classificação das Fontes de Contaminação da Atmosfera .....	19
3.2 Efeitos da Poluição na Saúde .....	20
3.3 Fenômenos Atmosféricos Causados Pela Poluição do Ar .....	23
3.4 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas .....	24
3.5 Problemas nas Grandes Cidades Causadas pelo Trânsito .....	27
3.6 Poluição Causada por Veículos Automotores .....	27
3.7 Frota de Veículos no Município de Cianorte – PR.....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>34</b>
5.1 Estudo de Caso Realizados em Campo Mourão.....	34
5.2.1 Fluxo De Veículos .....	36
5.2.2 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 1 .....	38
5.2.3 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 2 .....	41
5.2.4 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 3 .....	43
5.3 Precipitação.....	46
5.4 Emissões Atmosféricas .....	47
5.4.1 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 1 .....	47
5.4.2 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 2 .....	51
5.4.3 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 3 .....	55
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>60</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>62</b>
<b>Anexo A – Certificado de Calibração do Monitor Portátil de Gás – Modelo BWGásAlertmicro</b> .....	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ar é um recurso natural, sem fronteiras definidas, e que, juntamente com a água e o solo, é responsável pela sustentabilidade da vida em nosso planeta. Por isso, ao definir a atmosfera como uma parte do ambiente com a qual o organismo humano está permanentemente em contato, entende-se que muitas das reações ocorridas nesse mesmo organismo podem ser explicadas como um tipo de resposta às mudanças observadas nos estados físico, químico e biológico da atmosfera (Conselho... 2006). Em virtude disso, vários problemas ambientais, surgem como, por exemplo, a exploração das florestas de forma não sustentável, o uso irracional dos recursos naturais, a poluição atmosférica e do solo, e também o desperdício de materiais renováveis.

A melhoria da qualidade de vida e da qualidade ambiental é um grande desafio dos centros urbanos para seus atuais e futuros habitantes, e com esse crescente desenvolvimento da economia nos últimos anos tem propiciado para a população brasileira a oportunidade de adquirir bens de consumo duráveis como veículos automotores. Segundo o Instituto... (2010), somente no ano de 2009 houve um aumento de 20% na comercialização de veículos automotores.

A qualidade do ar urbano é influenciada por um complexo sistema de fontes fixas (indústrias, queima de lixo, fornos, caldeiras e etc.) e móveis (veículos automotores, etc.). O contínuo aumento das fontes poluidoras sem o devido controle tem contribuído na elevação dos níveis de poluição atmosférica. As fontes veiculares têm uma participação acentuada na degradação da qualidade do ar atmosférico, principalmente nos grandes centros urbanos (BAIRD, 2002; STERN et al.,1984).

Segundo Azuaga (2000), poluição ambiental se caracteriza pela disposição indiscriminada de resíduos na água, no ar e no solo, impedindo a sua absorção ou reciclagem pelo próprio meio ambiente, que passa a arcar com seu efeito danoso, refletindo prejuízos sobre a saúde e o bem estar do próprio homem. Os veículos automotores tem tido uma participação ativa no crescimento acelerado da poluição, principalmente no Brasil que privilegia o transporte rodoviário.

Segundo Freitas (2006), devido ao crescimento do setor automobilístico, a quantidade de veículos em rodagem nas ruas das cidades acabaram por poluir o ar,

através de suas queimas de combustíveis em seus motores, e o ambiente não consegue mais tolerar e dissipar esta poluição.

Com relação ao monitoramento da qualidade do ar, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 03 de junho de 1990, determina que seja padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que ultrapassadas poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população bem como ocasionar danos à flora e à fauna aos materiais e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1990).

Sendo assim, este trabalho visa acompanhar e monitorar as emissões de poluentes atmosféricos em pontos estratégicos do município de Cianorte, 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 na cidade de Cianorte-PR, tais como gás sulfídrico ( $H_2S$ ), monóxido de carbono (CO), oxigênio ( $O_2$ ) e gases combustíveis.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Monitorar a qualidade do ar, com base no gás sulfídrico ( $H_2S$ ), no monóxido de carbono (CO), no oxigênio ( $O_2$ ) e nos gases combustíveis nos pontos selecionados do Município de Cianorte com três medições ao dia;
- Monitorar a quantidade de veículos que trafegam nos pontos de amostragem durante o monitoramento da qualidade do ar;
- Obter dados de precipitação junto ao Instituto das Águas do Paraná no período de monitoramento;
- Comparar os valores obtidos nas medições com os padrões pertinentes conforme as resoluções específicas.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Na busca de uma melhor qualidade de vida, houve grande transição populacional, proveniente do campo, acarretando uma maior concentração de pessoas nas cidades. No Brasil, calcula-se que 84,35% da população habitam as cidades, contra 15,35% que ainda residem em ambientes rurais (INSTITUTO... 2010).

As atividades desenvolvidas nas cidades acabam por degradar cada vez mais a atmosfera do meio ambiente. Tanto os processos industriais, quanto a queima de combustíveis fósseis dos veículos automotores contribuem de forma direta na poluição do ar das cidades.

O termo “poluição” significa, conforme a Lei Federal 6.938/81, Artigo 3º, inciso III, a degradação do ambiente resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança, e o bem-estar da população, ou criem condições adversas às atividades sociais econômicas, ou afetem desfavoravelmente a biota, ou afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, ou emitam matéria ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

Segundo Instituto Brasília Ambiental (2013), a poluição atmosférica tem sido objeto de discussões cada vez mais frequentes, pois foi observado um crescimento considerável de diversas fontes de poluentes atmosféricos nos últimos anos, em especial a frota de veículos automotores em circulação. O impacto ambiental provocado pelos poluentes atmosféricos reflete diretamente na saúde humana, nos ecossistemas e os materiais de modo que cada dia aumenta a necessidade de dar maior atenção ao monitoramento da qualidade do ar.

De acordo com Cavalcanti (2010) os efeitos da poluição do ar podem variar conforme o tipo e as concentrações dos poluentes, os volumes aspirados, o tempo de exposição e as condições fisiológicas de cada organismo. Nas grandes cidades, as crianças e os idosos sofrem maiores consequências da exposição, influenciando na saúde e na qualidade de vida dessa faixa populacional.

Segundo Teixeira et al., (2008), em grandes centros urbanos, os veículos automotores contribuem com emissões atmosféricas que, dependendo da região, podem afetar de forma significativa a qualidade do ar. Os poluentes emitidos pelas



fontes móveis carregam diversas substâncias tóxicas que, em contato com o sistema respiratório, podem produzir vários efeitos negativos sobre a saúde.

As fontes veiculares de poluição atmosférica, além de serem as mais importantes, vêm aumentando sua contribuição relativa em cidades menos industrializadas e são de difícil controle, devido a sua grande dispersão. Os veículos automotores têm tido uma participação ativa no aumento da poluição, principalmente no Brasil que privilegia o transporte rodoviário (AZUAGA, 2000).

O uso final da fonte energética, que é a queima do combustível, causa impactos ambientais e à saúde humana. A magnitude das emissões varia de acordo com o tipo de combustível usado, sua composição e as medidas tomadas para reduzi-las (LA ROVERE, 1995).

Algumas leis padronizam a quantidade de poluentes que podem ser 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 ultrapassados as concentrações máximas podem afetar a saúde e o bem estar da população, e também causar danos à flora e fauna, e aos materiais como obras públicas (BRASIL, 1990).

Esta resolução traz também os conceitos que classificam os padrões de qualidade, em primários e secundários. Os padrões primários entendem-se pelas concentrações de poluentes, que quando ultrapassadas, podem afetar a saúde humana. Já os padrões secundários, são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano a fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

Existem dois tipos de fontes de poluição, as fontes fixas e as fontes móveis que são explicadas a seguir.

- Fontes Fixas: são aquelas que normalmente ocupam na comunidade uma área relativamente limitada, sendo quase todas de natureza industrial e possibilitam a avaliação na base fonte. Tais fontes são também chamadas de fixas ou estacionárias. De acordo com a Resolução CONAMA 382/2006, fonte fixa de emissão é qualquer instalação, equipamento ou processo, por exemplo, caldeiras e plataformas marítima de petróleo, situado em local fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva (CONSELHO... 2006).

- Fontes móveis: os veículos automotores constituem, juntamente com trens, aviões, embarcações marinhas, as chamadas fontes móveis de poluição do

ar. Dentre estas, os veículos se destacam como as principais fontes de acordo com a Resolução SEMA 054/2006, fontes móveis são qualquer instalação, equipamento ou processo natural ou artificial em movimento, que libere ou emita matéria ou energia para a atmosfera (PARANÁ, 2006).

Existem alguns compostos que são emitidos pelos escapamentos dos automóveis. Como produto principal da combustão completa encontra-se dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), água ( $\text{H}_2\text{O}$ ), gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ), e os produtos da combustão incompleta que são o monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ), hidrocarbonetos ( $\text{HC}$ ), aldeídos ( $\text{R-CHO}$ ) e os óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ). Ainda pode-se encontrar como subproduto os óxidos de enxofre ( $\text{SO}_x$ ), e materiais particulados, que são mais comuns em motores movidos a combustível óleo diesel (BALASSIANO, 1991).

### 3.1 Compostos Presentes na Atmosfera

Uma fina camada de gases chamada de atmosfera envolve nosso planeta e permanece em contato com a superfície da terra por gravidade. Essa camada é dividida em troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera ionosfera e exosfera. A troposfera é responsável pelo clima e é onde ocorre o efeito estufa, é também camada da atmosfera mais próxima à superfície terrestre, se estende 20 km a partir do solo, e constitui o ar que respiramos. O ar é uma mistura de gases, constituído por nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) (78,08%), oxigênio ( $\text{O}_2$ ) (20,95%), argônio ( $\text{Ar}$ ) (0,93%), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) (0,035%) e outros gases. O vapor de água também é um dos constituintes do ar, variando suas concentrações de 0 à 4%, dependendo de sua localidade e da hora do dia (OGA et al., 2008).

Segundo Oga et. al. (2008), o ar nunca é encontrado “puro” na natureza; gases como dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ), gás sulfídrico ( $\text{H}_2\text{S}$ ) e monóxido de carbono ( $\text{CO}$ ) são continuamente liberados, como consequência de fenômenos naturais (atividade vulcânica, decomposição de vegetais e animais, incêndios florestais).

### 3.1.1 Poluição e Classificação dos Poluentes do Ar

Em linhas gerais podemos definir poluição do ar, como a presença ou lançamento no ambiente atmosférico de substâncias em concentração suficientes para interferir direta ou indiretamente na saúde, segurança, e bem estar do homem, ou no pleno uso e gozo de sua propriedade. O uso do recurso natural ar é manter basicamente a vida, todos os outros usos devem sujeitar-se à manutenção da qualidade do ar (DERÍSIO, 2007).

De acordo com a Companhia de Tecnologia de Saneamento ambiental (CETESB, 1990), poluente atmosférico é toda forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivos ou ofensivos à saúde, inconveniente ao bem estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

O nível de poluição do ar é medido pela quantidade de substâncias poluentes existentes na atmosfera. A variedade de substâncias que podem alterar a qualidade do ar é grande, por isso, os poluentes foram agrupados de acordo com o grupo químico que os originou 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 <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	Hidrocarbonetos	CO	HCl	Mistura de	O <sub>3</sub>
SO <sub>3</sub>	NO <sub>3</sub>	Alcoóis		HF	compostos no	Formaldeído
H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	Aldeídos		Cloretos	estado sólido	Acroleína
Mercaptanas	HNO <sub>3</sub>	Cetonas		Fluoretos	ou líquido	Nitratos de
Sulfatos	Nitratos	Ácidos orgânicos				peroxiacila

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

**Fonte:** Adaptado de Cetesb (2007) e Oga et al. (2008).

Dentre os compostos citados no quadro 1, a qualidade do ar deve ser, por problemas de ordem prática, limitada a um restrito número de poluentes, definidos em função de sua importância. De forma geral o grupo de poluentes que servem como indicadores de qualidade do ar são (DERÍSIO, 2007, OGA et al., 2008):

- 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 características 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 as matérias particuladas (MP), chumbo (Pb), ozônio (O<sub>3</sub>), compostos orgânicos voláteis (COV). (LORA, 2002; OGA et al., 2008).

Segundo Oga et al. (2008), além da divisão acima citada, os poluentes da atmosfera podem ser classificados em primários e secundários.

- Poluentes primários: são lançados diretamente da fonte de emissão. São responsáveis por mais de 98% da poluição do ar dos principais centros urbanos do mundo.
- Poluentes secundários: são aqueles formados na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera com, por exemplo, o ozônio, presente nas baixas altitudes.

### 3.1.3 Classificação das Fontes de Contaminação da Atmosfera

Estacionárias – Fixas: São as indústrias

Móveis: Veículos automotores

Naturais: Provenientes de fenômenos da natureza: atividade vulcânica, incêndios florestais não causados pelo homem, processos microbiológicos, maré 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 et al., 2008).

### 3.2 Efeitos da Poluição na Saúde

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 (OGA et al., 2008).

Segundo Derísio (2007), comparando com outras necessidades da vida, o ar tem um consumo contínuo obrigatório, sendo essencial para os sentidos da visão, olfato e audição.

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 à visibilidade (DERÍSIO, 2007).

Segundo Oga et al. (2008), o grupo de maior risco, entre a população, é aquele mais susceptível à ação dos poluentes, como os idosos, as crianças, as gestantes e os portadores de deficiência respiratória ou cardíaca.

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).

O monóxido de carbono é um produto da combustão incompleta e suas principais fontes são os veículos automotores, sistemas de aquecimento, usinas termoelétricas a carvão, queima de biomassa, queima de tabaco e churrasqueiras. É produzido em grandes quantidades durante a combustão de baixa eficiência, em baixas temperaturas ou em regiões altas (OGA et al., 2008).

Este composto reage com a hemoglobina do sangue, obtendo como resultado uma substância denominada carboxihemoglobina (COHb). Isto ocorre devido à 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. Em geral, o efeito do CO sobre a saúde humana depende da porcentagem de carboxihemoglobina formada e de tempo de exposição ao gás (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%.

A Tabela 1 ilustra a concentração de CO, concentração de COHb e sinais e sintomas da intoxicação.

Tabela 1 – Relação entre teor de CO no ar, de COHb no sangue e sinais e sintomas de intoxicação.

[ ] de CO (ppm)	% de COHb	Sinais e sintomas
60	10%	Dificuldade visual, cefaléia.
130	20%	Dores abdominais, cefaléia, desmaios.
200	30%	Desmaios, paralisia, distúrbios respiratórios, colapso respiratórios.
600	50%	Bloqueio das funções respiratórias, paralisia, como, morte.

**Fonte:** Adaptado Oga et al. (2008).

O dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) é um poluente primário clássico associado à presença de enxofre nos combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. Uma vez inalado o SO<sub>2</sub> dissolve-se na camada de muco que reveste o epitélio das vias aéreas e se transforma em ácido sulfúrico, sulfitos, bissulfatos e sulfatos (OGA et al., 2008).

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).

Dióxido de nitrogênio é formado por reações de oxidação atmosféricas do nitrogênio durante a combustão. Suas principais fontes estão relacionadas a processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais,

usinas térmicas a base de óleo ou gás, incineração e também pela oxidação de fertilizantes a base de nitrogênio.

O NO<sub>2</sub> quando inalado, atinge porções periférica dos pulmões devido ao seu caráter lipofílico e seus efeitos tóxicos estão relacionados ao seu poder oxidante. Os principais efeitos tóxicos do NO<sub>2</sub> são irritação das vias aéreas, enfisema pulmonar a longo prazo e, em intoxicação agudas, edema pulmonar (OGA et al., 2008).

Segundo Oga et. al. (2008), o material particulado é uma mistura variada de partículas sólidas e líquidas em suspensão no ar. As fontes de material particulado são poeiras do solo, das ruas e rodovias, emissões veiculares (principalmente dos movidos a diesel), emissão de combustão e de processos industriais, entre outros.

A deposição dos particulados em diferentes partes do sistema respiratório depende de suas dimensões. Assim, a deposição na região traqueo-bronquial e pulmonar é típica de partículas menires de 10 µm, sendo elas o demais efeito adverso à saúde humana. Além disso, os particulados podem concentrar na superfície outras substâncias toxicas como SO<sub>2</sub>, arsênio, selênio, etc (LORA, 2002).

Segundo Oga et. al. (2008), existem cinco classificações dos materiais particulados, elencados em:

- Poeiras, dispersóides sólidos gerados por desagregação mecânica, ou seja, poeira tem a constituição química do material que lhe dá origem. O diâmetro é variável, desde 0,01 a 100 µm.
- Fumos, aerodispersóides sólidos gerados em processos de combustão, sublimação, fundição, etc, ou seja, as partículas solidas resultantes são diferentes do material que lhe dá origem. O diâmetro é muito pequeno, menos que 0,1 µm.
- Fumaça, aerodispersóides formados pela combustão de matéria orgânica. O diâmetro é menor que 0.5 µm, podendo atingir alvéolos pulmonares.
- Névoas, partículas líquidas, obtidas por processos mecânicos quaisquer. O diâmetro é muito variável, dependendo do sistema, por exemplo, spray.
- Neblina, partículas líquidas obtidas por condensação de vapores. Tem-se como exemplo a neblina de ácido sulfúrico provenientes do aquecimento de cubas eletrolíticas contendo o ácido.

### 3.3 Fenômenos Atmosféricos Causados Pela Poluição do Ar

A meteorologia pode ser entendida como a ciência que estuda os fenômenos atmosféricos que se manifestam e ocorrem na natureza. Tais fenômenos exercem um papel fundamental em relação à poluição do ar. As condições meteorológicas possibilitam estabelecer uma forma de ligação entre a fonte de poluição e o receptor, tendo como referência o transporte e a dispersão dos poluentes (DERÍSIO, 2007).

A poluição numa região ocorre em função das atividades da comunidade presente e das condições atmosféricas, as quais por sua vez são funções do tempo (DERÍSIO, 2007).

Além dos problemas decorrentes da poluição ter uma importância localizada, principalmente em centros urbanos industrializados, a poluição assume um significado global quando se observam efeitos como: destruição da camada de ozônio, chuva ácida, efeito estufa, inversão térmica e smog, além do próprio transporte dos poluentes por grandes distâncias (OGA et al., 2008).

Atividades como a queima de carvão e combustíveis fósseis, além de outras atividades industriais lançam dióxido de enxofre e de nitrogênio na atmosfera. Ao se combinarem com moléculas de água presentes na atmosfera sob a forma de vapor, esses gases formam ácido sulfúrico ou ácido nítrico, tendo como resultado a chuva ácida. As águas da chuva, assim com, a geada, neve e neblina carregadas de ácidos, ao caírem na superfície, alteram a composição química do solo e das águas, destroem florestas e lavouras, estruturas metálicas monumentos e edificações (OGA et al., 2008).

A troposfera permite a passagem das radiações solares que chegam a terra, no entanto, impede a saída da radiação refletida, conservando parte da energia recebida, esse efeito é conhecido como efeito estufa (OGA et al., 2008).

Segundo Oga et al., (2008), os gases de efeito estufa são emitidos pela queima de carvão e derivados do petróleo, entre outras formas oriundas dos sistemas de produção no qual se baseiam a sociedade moderna. E com a continuidade desse fenômeno, pode exemplificar mudanças climáticas do planeta, causando um aumento da temperatura superficial, aumento das ocorrências dos 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.

As chamadas inversões térmicas, que são importantes em termos de poluição do ar, são as de radiação e as de subsidência. A por radiação acontece frequentemente quando o solo se esfria por radiação durante a noite. A presença dessas inversões noturnas impede a dispersão das emissões de poluentes na cidade de noite. A de subsidência é aquela que ocorre quando da existência do processo de afundamento e compressão de massa de ar. Quando maior for a convergência de massa em altitude, maior o movimento descendente (afundamento) havendo conseqüentemente maior grau de compressão da atmosfera e como conseqüência maior aumento da temperatura (DERÍSIO, 2007).

Este fenômeno ocorre durante praticamente todo o ano e em diferentes altitudes. No inverno, a formação de camadas de inversão térmica em baixas altitudes é mais comum, principalmente em cidades com grandes aglomerados de indústrias e alta circulação de veículos (OGA et. al., 2008).

O fenômeno significa um acúmulo de poluentes do ar, causado pela inversão térmica, por condições topográficas, ou por resistência de sistemas atmosféricos de alta pressão. Os poluentes do ar, na forma de partículas líquidas ou sólidas, servem como núcleo para a formação de neblina, principalmente durante o inverno, causando o "smog". As conseqüências deste fenômeno ao homem são irritação nos olhos e nas vias respiratórias, o que diminui a defesa contra os microorganismos presentes no ar (OGA et. al., 2008).

### 3.4 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas

No Brasil, dispositivos legais relacionados à poluição do ar tem sido editado nas esferas federal e estadual, assim como se pode observar a existência de instituições governamentais que tratam dos assuntos pertinentes à prevenção e controle da poluição do ar (DERÍSIO, 2007).

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

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

Para efeito desta resolução ficam também estabelecidos conceitos que classificam os padrões de qualidade, em primários e secundários. Padrões primários da qualidade do ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassados, poderão afetar a saúde humana em geral. Já os padrões secundários, as concentrações de poluentes 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 em geral (BRASIL, 1990). A Tabela 2 ilustra os padrões primários e secundários de qualidade de ar.

**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 Suspensão PTS	24 horas	240	150
	1 ano	8	60
Fumaça	24 horas	150	100
	1 ano	60	40
Partícula Inaláveis PI	24 horas	150	150
	1 ano	50	50
Dióxido de Enxofre $\text{SO}_2$	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 $\text{O}_3$	1 hora	160	160
Dióxido de Nitrogênio $\text{NO}_2$	1 hora	320	190
	1 ano	100	100

**Fonte** - Adaptado Resoluções CONAMA N° 03/90 e SEMA N° 054/06

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 18 de junho de 1986, no uso de suas atribuições legais, considera que a emissão de poluentes por veículos automotores contribui para a contínua deterioração da qualidade do ar, especialmente nos centros urbanos. Está em caráter nacional institui 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 alcançados.
- Promover a melhoria das características técnicas dos combustíveis líquidos, postos à disposição da frota nacional de veículos automotores, visando a redução de emissões poluidoras à atmosfera.

A SEMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, em 2011 instituíram o Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV. Os objetivos específicos do PCPV do Estado do Paraná vão ao encontro dos objetivos do PROCONVE, dispostos na resolução N° 18 do CONAMA, de 15 de junho de 1989. Este plano trás a seguinte classificação da qualidade do ar através do índice de qualidade do ar (Quadro 2).

Índice de Qualidade e do ar	Classificação	PTS 24 h (µg/m³)	Fumaça 24 h (µg/m³)	PI 24 h (µg/m³)	SO <sub>2</sub> 24 h (µg/m³)	O <sub>3</sub> 24 h (µg/m³)	CO 24 h (µg/m³)	NO <sub>2</sub> 24 h (µg/m³)
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).

Junto com o Plano de Controle de Poluição Veicular do Estado do Paraná existe também o PRONAR – Programa Nacional de Controle da Qualidade do ar – que foi instituído pela Resolução CONAMA N° 5, de junho de 1989, como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde, do bem estar e melhoria da qualidade de vida da população. Este tem por objetivo, permitir o

desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica.

### 3.5 Problemas nas Grandes Cidades Causadas pelo Trânsito

Um dos problemas que tem recebido maior atenção dos especialistas e governos refere-se ao tráfego e à crescente motorização das populações urbanizadas. Suas conseqüências sobre a sociedade, a saúde humana e o meio ambiente ocorre tanto em escala local, como em escala global, com as emissões de poluentes contribuindo para o agravamento das mudanças climáticas (GUERRA, CUNHA, 2009).

Segundo os mesmos autores, o excesso de automóveis em circulação é a principal causa de congestionamentos, sobretudo nas grandes cidades, e devido a esse excesso de veículos, em algumas metrópoles é utilizado à operação rodízio, que consiste na retirada de aproximadamente 20% da frota de veículos dependendo do final da placa, com o dia da semana e nos horários mais problemáticos (GUERRA, CUNHA, 2009).

### 3.6 Poluição Causada por Veículos Automotores

O controle de fontes móveis não é uma tarefa fácil e vários fatores conjugam-se e contribuem para dificultar tal controle. Dentre estes se destacam a forma como os veículos são projetados e produzidos, o tipo de combustível, a qualidade dos combustíveis, a falta de planejamento das vias e do sistema de tráfego, o uso de transporte individual e a insuficiência de transporte coletivo, a manutenção e o uso inadequado dos veículos, a quantidade de veículos e a deficiência de fiscalização dos mesmos (DERÍSIO, 2007).

Cabe salientar que a quantidade de poluentes emitidos depende de vários fatores, tais como o tipo de motor, sua regulagem, manutenção e modo de dirigir.

Além disto, os veículos podem poluir mesmo sem estar em funcionamento, pois com o motor desligado ocorre 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).

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 NO<sub>x</sub>, 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 (automotores de passeio), movido a gasolina e a álcool, são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

### 3.7 Frota de Veículos no Município de Cianorte – PR

De acordo com os anuários estatísticos elaborados pelo Departamento Estadual de Trânsito do Paraná (PARANÁ, 2010), o município de Cianorte registrou um total de 40.275 veículos, sendo classificada de uma forma adaptado a original encontrada na classificação do DETRAN, conforme a Tabela 3

Assim compreendendo, para os veículos leves (veículos de passeio), para os veículos médios (camionetes e utilitários), para os veículos pesados (Caminhões e ônibus).

**Tabela 3** – Quantidade de veículos registrados no município de Cianorte – PR de acordo com seu porte.

		Quantidade	%
	Motocicletas	13.680	33,96
Veículos	Leves	19.723	48,97
Veículos	Médios	3.870	9,64
Veículos	Pesados	3.002	7,43
TOTAL		40.275	100,00

**Fonte:** DETRAN - PR (2010).

Até o mês de outubro de 2013, o próprio DETRAN – PR, registrou um aumento de aproximadamente 18,08% dos veículos registrados totalizando 49.169 automóveis de todos os portes, comparados com a quantidade registrada no ano de 2010 (Tabela 4). Este aumento pode ser relacionado com a melhoria da qualidade de vida da população cianortense, bem como o aumento do seu poder aquisitivo, aliado aos incentivos fiscais que o governo subsidia.

**Tabela 4** – Quantidade de veículos registrados até o mês de outubro de 2013, no município de Cianorte - PR de acordo com seu porte.

		Quantidade	%
	MOTOCICLETAS	15.913	32,36
VEÍCULOS	LEVES	24.013	48,84
VEÍCULOS	MÉDIOS	5.373	10,93
VEÍCULOS	PESADOS	3.870	7,87
TOTAL		49.169	100,00

**Fonte:** DETRAN - PR (2013).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo deste Trabalho de Conclusão de Curso refere-se ao município de Cianorte, situado na região noroeste do Estado do Paraná.

O município (Figura 1) está localizado nas seguintes coordenadas geográficas, latitude 23° 40' 00" S, 52° 38' 00" O e faz divisa com os municípios de São Tomé (ao norte), Tuneiras do Oeste (ao sul), Jussara e Araruna (a leste) e Indianópolis, Tapejara e Tuneiras do Oeste (a oeste). O município de Cianorte possui uma extensão de 811,66 km<sup>2</sup> e uma população de 69.958 habitantes. (IBGE, 2010)



Figura 1 – Localização do município de Cianorte – PR.  
Fonte: Wikipédia, 2013.

Foram selecionados três locais para amostrar a qualidade do ar. A definição dos pontos foi feita em locais estratégicos da cidade, sendo dois deles no centro da cidade, e o terceiro localizado em um dos acessos à cidade. O Ponto 1 fica no centro de Cianorte com alto tráfego de automóveis, sendo no cruzamento das avenidas Goiás e Souza Naves. O Ponto 2 se encontra no cruzamento da Avenida

Maranhão, que liga a rodovia à cidade, com a Avenida América, uma importante via do município. O Ponto 3 está localizado no entroncamento das rodovias PR-323, PR-082 e Avenida Paraíba. Sendo este um grande trevo de acesso e saída da cidade de Cianorte. A Figura 2 indica os pontos escolhidos que foram monitorados com a coleta de dados.

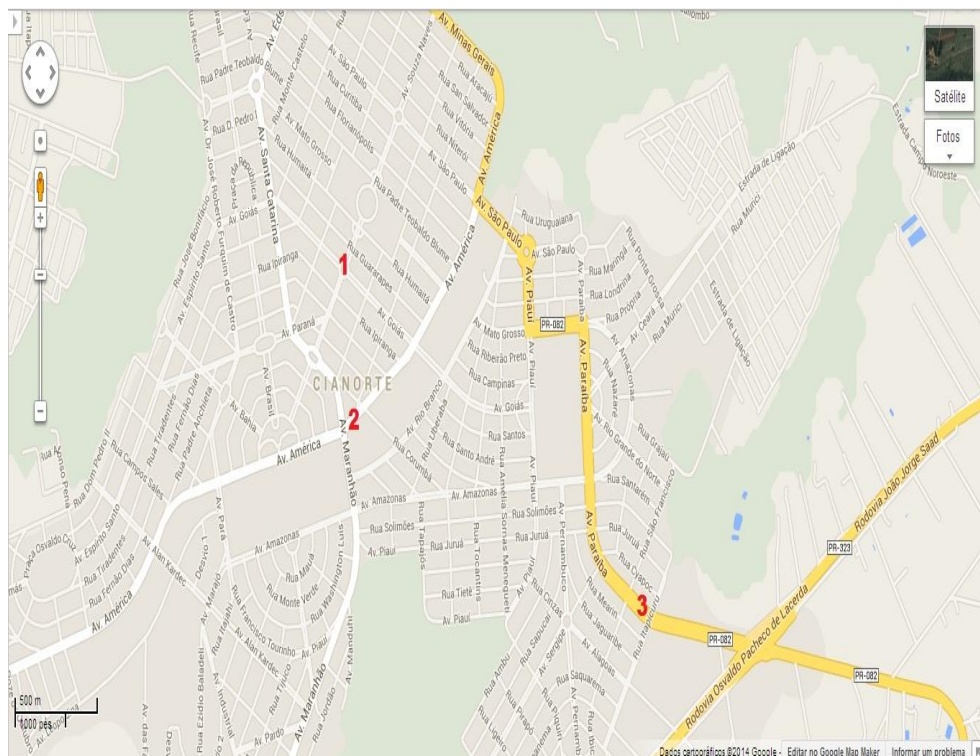


Figura 2 – Localização dos pontos de monitoramento da qualidade do ar  
Fonte: Adaptado de Google (2013)

Para detectar e quantificar as concentrações dos gases foi utilizado o equipamento detector de gás portátil, modelo Gas Alert Micro (Figura 3), fabricado por BW Technologies, que apresenta a concentração momentânea dos gases nas respectivas concentrações:  $H_2S$ , e  $CO$  em partes por milhão (ppm), e  $O_2$  e gases combustíveis, em porcentagem (%). O Anexo A encontra-se o certificado de calibração do monitor portátil de gás utilizado na pesquisa.





Figura 3 – Detector de gás portátil, modelo Gas Alert Micro, fabricado por BW Technologies.  
Fonte: <http://www.idealcalibrations.com/bw-technologies-gasalert-micro-gas-detector/>

As medições foram realizadas três vezes ao dia, sendo uma na parte da manhã (das 7h00min às 08h00min), uma no início da tarde (das 12h00min às 13h00min), e outra no final da tarde (das 17h30min às 18h30min). Os valores foram anotados em todos os momentos que o medidor acusava e fornecia o valor. Com intervalo mínimo de 1 minuto entre uma anotação de valor e outra.

Em função de Cianorte ser um grande centro de vestuário e ter épocas de grande movimento em seus shoppings atacadistas, e com a troca de estações do ano, ocorreu no período o lançamento da coleção primavera-verão ocasionando um aumento do fluxo de automóveis na cidade. Sendo assim, estas medições foram feitas no período de outubro do ano de 2013 até o mês de janeiro de 2014. Para obtenção dos dados da pesquisa ocorreram excursões semanalmente para o município de Cianorte.

Foram também contabilizados a quantidade de veículos, sendo separados em quatro categorias: veículos pesados que se refira aos ônibus e caminhões, os médios que estavam relacionados às camionetes, já os leves e utilitários compreenderam os veículos de passeio, e também as motocicletas, que transitaram

durante o período das amostragens para analisar a relação com as quantidades de poluentes atmosféricas presentes nos locais monitorados.

Após o monitoramento e o tabulamento dos dados, caso sejam constatadas não conformidades, ou seja, algum parâmetro tenha ultrapassado o limite de concentração recomendado pelo CONAMA, serão propostas alternativas, por exemplo, para o sistema viário, para que o padrão de qualidade do ar seja atingido.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Estudo de Caso Realizados em Campo Mourão

O trabalho desenvolvido por Balbinoti et al., (2012), intitulado “Diagnóstico das emissões atmosféricas de origem veicular por meio de analisadores portáteis de gases no município de Campo Mourão – PR”, que objetivou acompanhar as concentrações dos gases H<sub>2</sub>S (ppm), CO (ppm), O<sub>2</sub> (%), 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 GasAlertMicro 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.

Ao final do trabalho, os autores afirmam que o tráfego de veículos em dois pontos dentre os quatro analisados ficaram com a qualidade inadequada segundo o Proconve e, portanto, é necessária melhor fiscalização dos veículos mais antigos e daqueles que apresentam condições precárias para circulação.

O trabalho desenvolvido por Razera et al., (2012), intitulado "Diagnóstico das emissões atmosféricas de origem veicular por meio de analisador portátil de gases no município de Campo Mourão – PR e análise dos seus efeitos na saúde da população", objetivou diagnosticar a poluição atmosférica de origem veicular em cinco pontos estratégicos da cidade de Campo Mourão, Paraná, comparando os valores obtidos com a resolução CONAMA n° 3 de 28 de junho de 1990, e também analisar os efeitos da poluição à saúde da população.

Para detectar e quantificar as concentrações dos gases poluentes utilizou-se o equipamento detector de gás portátil, modelo Gas Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies, que registra a concentração dos seguintes poluentes: H<sub>2</sub>S (ppm), CO (ppm), O<sub>2</sub> (%) e gases combustíveis (%). As coletas foram realizadas em cinco pontos distintos da cidade e em horários de pico. Também foram realizados levantamentos de números de óbitos e internamentos causados por problemas respiratórios e se existia alguma relação com o aumento de veículos na cidade.

Ao final do trabalho os autores concluíram que com os métodos utilizados é possível perceber que a concentração do monóxido de carbono no ar não é determinada pela quantidade de veículos que trafegam, mas sim, pelo estado de manutenção desses meios de transporte. E conclui-se também que a poluição atmosférica interfere principalmente em pessoas idosas e crianças, agravando assim os problemas respiratórios.

O trabalho desenvolvido por Amaral (2011), intitulado “Diagnóstico das emissões atmosféricas de origem veicular por meio de analisador portátil de gases no município de Campo Mourão – PR”, objetivou diagnosticar a poluição atmosférica em três pontos estratégicos na cidade de Campo Mourão – PR, utilizando para isto um analisador portátil de gases modelo Gas 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).

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.

## 5.2 Pesquisas Realizadas

Foram contabilizadas na pesquisa realizada a campo as quantidades de veículos que trafegavam durante a amostragem, e o monitoramento de alguns parâmetros da qualidade do ar nos pontos escolhidos. Os dados foram obtidos em nove períodos de monitoramento, sendo três períodos em cada local de coleta (denominados de Ponto 1, 2 e 3 respectivamente).

### 5.2.1 Fluxo De Veículos

A Tabela 5 ilustra o total de veículos contabilizados durante as nove amostragens e a quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de outubro de 2013, sendo separados em motocicletas, veículos leves (automóveis de passeio e utilitários), médios (camionetas), pesados (ônibus, caminhões).

**Tabela 5** – Quantidade de veículos quantificados nos 3 pontos amostrais e registrados pelo DETRAN/PR até o mês de outubro de 2013

Tipo de Veículos	Quantidade de veículos quantificados	Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN
Motocicletas	4.248	15.913
Veículos Leves	8.658	24.013
Veículos Médios	1.092	5.373
Veículos Pesados	723	3.870
<b>Total</b>	<b>14.721</b>	<b>49.169</b>

**Fonte:** DETRAN - PR (2013). (adaptado)

Ao se comparar os valores deste trabalho com os fornecidos pelo Departamento de Transito do Paraná (DETRAN/PR), Tabelas 5, pode-se observar uma diferença encontrada, isto pode acontecer devido à época de monitoramento ter sido no período de férias onde várias famílias viajam e a existência de veículos cadastrados que não estão em uso, e, além disso, podem utilizar outros trajetos diferentes onde foram instalados os pontos de observação. Cabe ressaltar também a proximidade dos valores percentuais entre os valores obtidos em campo com os dados fornecidos pelo DETRAN/ PR, dispostos na Tabela 6.

**Tabela 6** – Comparação percentual dos valores obtidos em campo com os fornecidos pelo Detran/PR.

Tipos de Veículos	Valor percentual referente ao cadastro no DETRAN/PR (%)	Valor percentual encontrado na pesquisa (%)
Motocicletas	32,36	28,86
Veículos Leves	48,84	58,81
Veículos Médios	10,93	7,42
Veículos Pesados	7,87	4,91
Total	100	100

Estas diferenças podem ser melhores visualizadas nos gráficos A e B a seguir na Figura 4.

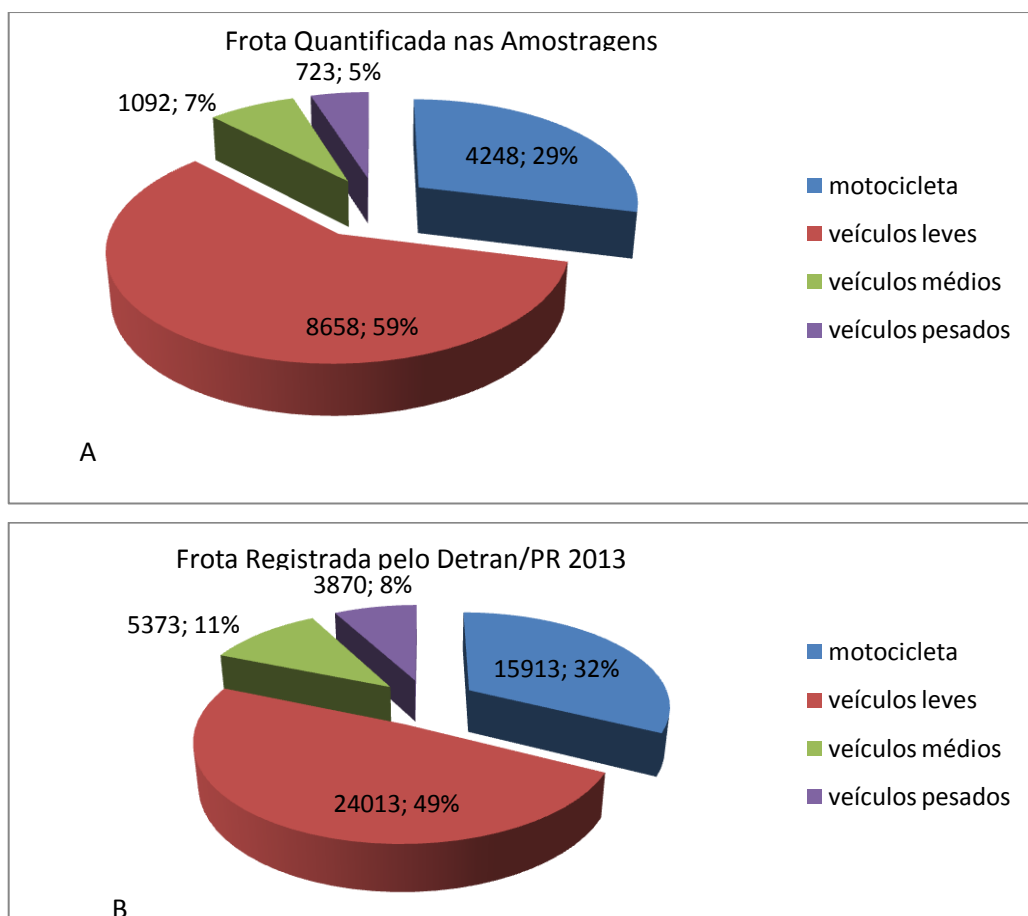


Figura 4 – Comparação percentual do cadastro do Detran/PR e as obtidas no presente trabalho.

Nota:

Gráfico A: valores encontrados no presente estudo.

Gráfico B: dados do cadastro do Detran/PR referentes ao mês de outubro de 2013.

Conforme a ilustração na Figura 4, esta comparação mostra que os pontos de amostragem escolhidos retratam a frota circulante no município comparado ao cadastro no DETRAN/PR, percentualmente. As amostragens ocorreram em três pontos distintos do município, com a finalidade de caracterizar o tráfego nas áreas centrais e nos acessos ao município de Cianorte.

#### 5.2.2 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 1

O Ponto 1, localizou-se no centro da cidade de Cianorte, no cruzamento entre as avenidas Goiás com a Souza Naves e apresentou as seguintes quantidades de veículos que trafegaram durante as amostras realizadas, conforme ilustra o Quadro 3.

Data	29/11/2013			07/01/2014			10/01/2014			Total
Horários <sup>(1)</sup>	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	
Motos	178	300	115	108	184	176	123	214	175	1573
Leves	328	473	438	307	313	367	297	362	408	3293
Médios	74	45	84	49	36	35	25	73	49	470
Pesados	34	20	24	15	15	21	16	17	16	178
Total1 <sup>(2)</sup>	614	838	661	479	548	599	461	666	648	5514
Total2 <sup>(3)</sup>	2113			1626			1775			5514
CO ppm <sup>(4)</sup>	29/0	43/0	38/0	22/0	37/0	34/0	33/0	44/1	41/0	-

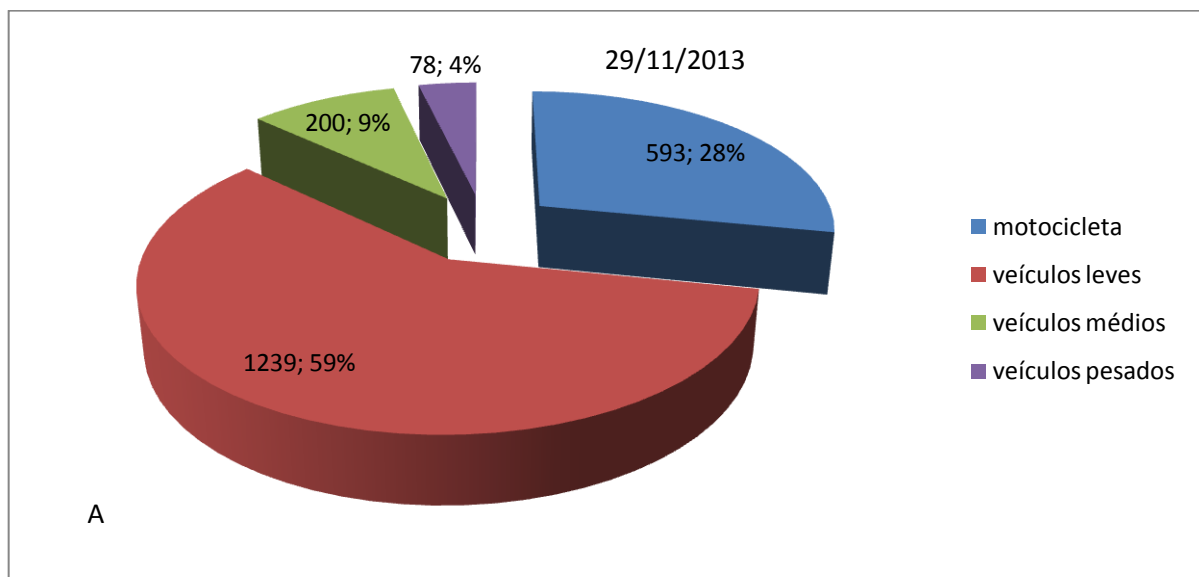
**Quadro 3** – Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 1.

Notas:

- (1) Corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) Representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) Representa a quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) Os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas estavam acima do nível máximo previsto pelo CONAMA (igual a 35 ppm).

O monitoramento teve duração de uma hora a partir dos horários citados no Quadro 3. Nesse período pode-se observar o fluxo de veículos e analisar a qualidade do ar pelo com o auxílio do medidor portátil de gases.

A Figura 5 compara as quantidades de veículos através das porcentagens obtidas através dos dados coletados no Ponto 1.





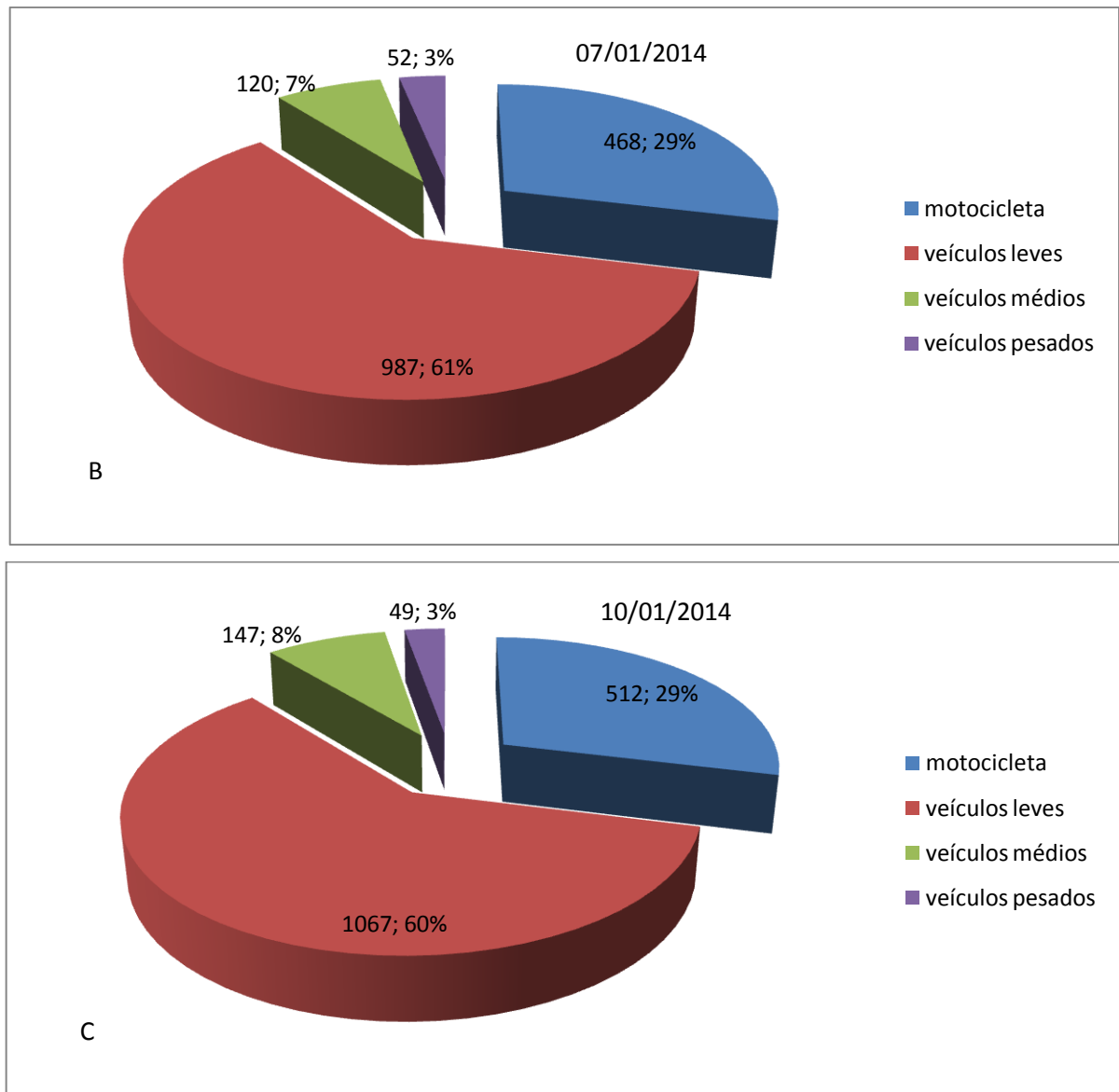


Figura 5 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (c).

Conforme apresentado no Quadro 3, devido ao fato do Ponto 1 estar localizado no centro da cidade o fluxo de veículos foi predominante em veículos leves e motocicletas, já que no horário comercial muitos veículos pesados são proibidos de transitar na região referida.

Durante a coleta realizada no dia 29 de novembro de 2013, ocorreram pancadas de chuva e o tempo permaneceu nublado, o que pode justificar o aumento de automóveis em circulação no município. Entretanto, ao analisar os gráficos, o valor percentual da quantidade de automóveis não obteve uma variação significativa nas datas referentes às coletas.

### 5.2.3 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 2

O Ponto 2 estava localizado no cruzamento da Avenida Maranhão, ligação entre a rodovia com a cidade, e a Avenida América. O Quadro 4, ilustra as quantidades de veículos que trafegaram durante as amostras.

Data	06/12/2013			13/12/2013			08/01/2014			Total
Horários <sup>(1)</sup>	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	
Motos	139	187	155	124	156	135	109	124	116	1245
Leves	204	325	335	213	278	276	222	230	216	2299
Médios	17	40	44	16	32	35	14	24	25	247
Pesados	24	24	20	23	21	20	22	18	19	191
Total1 <sup>(2)</sup>	384	576	554	376	487	466	367	396	376	3982
Total2 <sup>(3)</sup>	1514			1329			1139			3982
CO ppm <sup>(4)</sup>	175/0	259/6	440/3	214/0	278/3	401/2	276/6	302/3	411/5	-

**Quadro 4** – Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2.

Notas:

- (1) Corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) Representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) Representa a quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) Os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas estavam acima do nível máximo aceito pelo CONAMA (igual a 35 ppm).

O monitoramento teve duração de uma hora a partir dos horários citados no Quadro 4. Nesse período pode-se observar o fluxo de veículos e analisar a qualidade do ar com o auxílio do medidor portátil de gases.

A Figura 6 compara as quantidades de veículos através das porcentagens obtidos por meio dos dados coletados no Ponto 2.

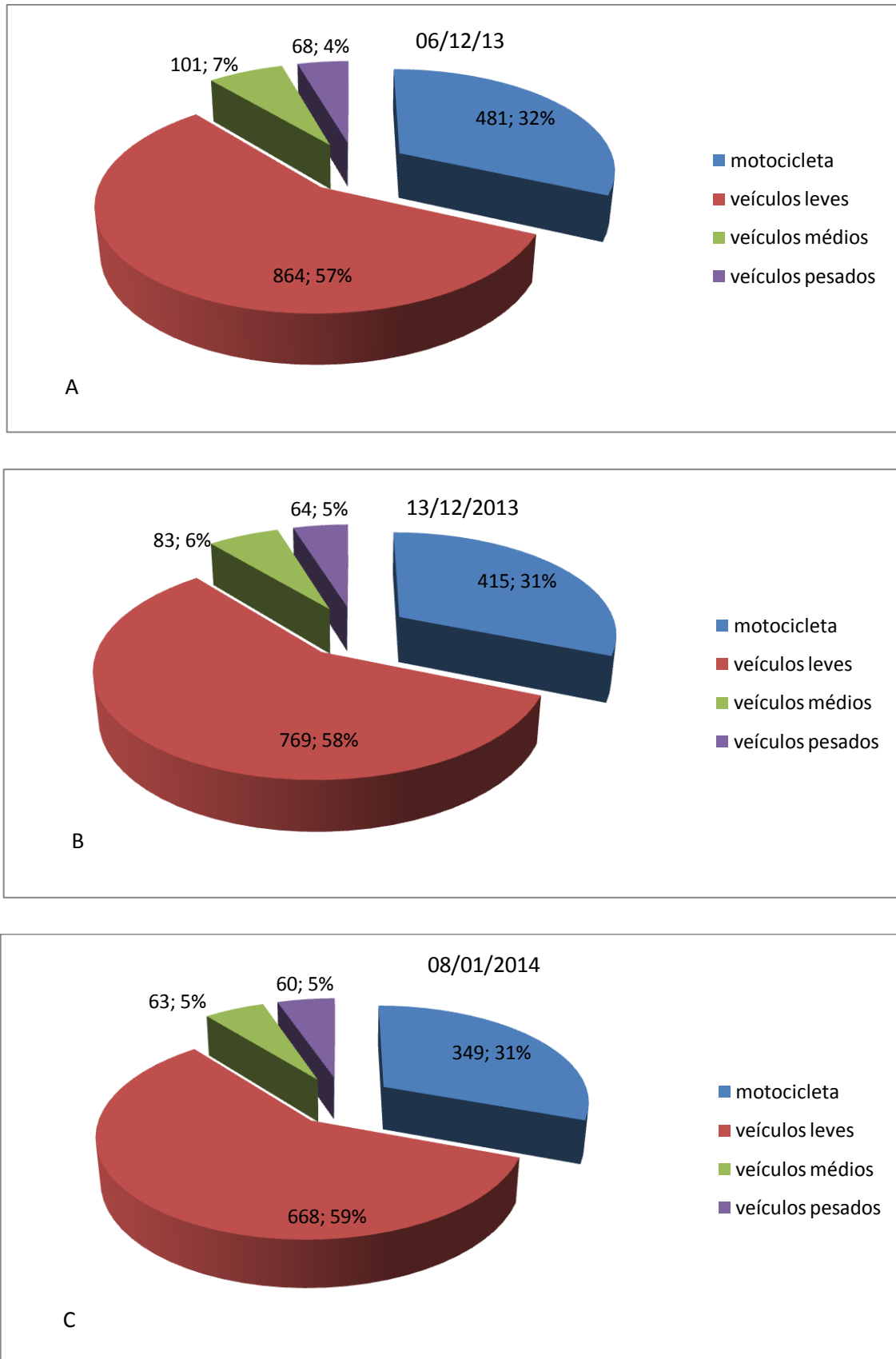


Figura 6 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 2, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (C).

Nas três coletas no horário da manhã foi registrado menor fluxo de veículos contabilizados, em relação ao período do almoço e da tarde. Por não se tratar de uma área comercial, o Ponto 2, foi o local onde se encontrou o menor fluxo de automóveis em comparação ao Ponto 1 e ao Ponto 3. Já nos dias 6 de dezembro e 13 de janeiro houve pancadas de chuva, o que pode justificar o maior fluxo de automóveis.

#### 5.2.4 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 3

O Ponto 3 estava localizado no entroncamento das rodovias PR-323, PR-082 e a Avenida Paraíba, sendo este local um grande trevo de acesso e saída da cidade de Cianorte. O ponto apresentou as seguintes quantidades de veículos que trafegaram durante as amostras realizadas, conforme ilustra o Quadro 5.

Data	20/12/2013			06/01/2014			09/01/2014			Total
Horários <sup>(1)</sup>	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	7:00	12:00	17:30	
Motos	336	186	104	191	158	94	146	135	80	1430
Leves	462	461	403	339	353	327	216	240	265	3066
Médios	66	30	29	58	32	35	50	34	41	375
Pesados	50	43	39	44	38	37	38	31	34	354
Total1 <sup>(2)</sup>	914	720	575	632	581	493	450	440	420	5225
Total2 <sup>(3)</sup>	2209			1706			1310			5225
CO ppm <sup>(4)</sup>	71/0	77/0	28/0	55/0	83/0	68/0	46/0	96/0	130/0	-

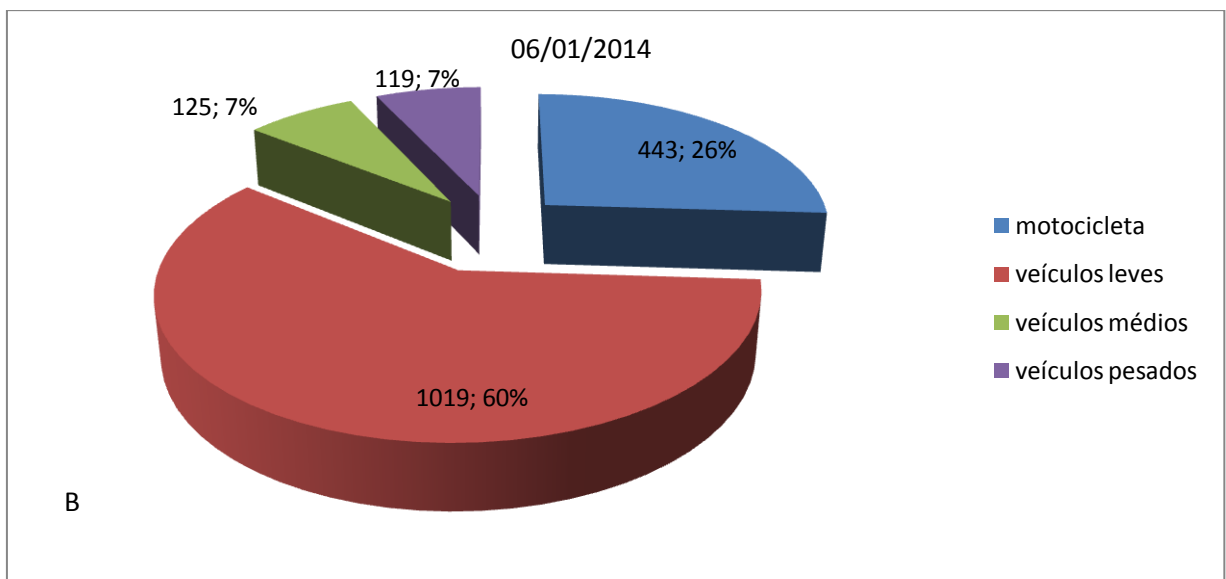
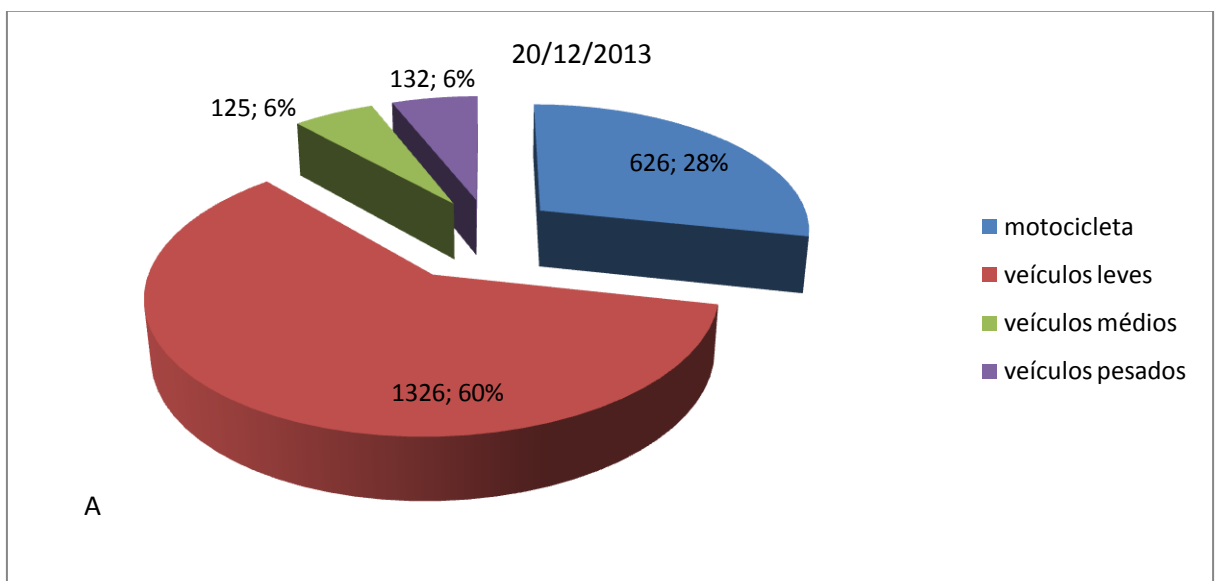
Quadro 5 – Com o total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 3.

Notas:

- (1) Corresponde ao início do monitoramento com duração de 1 hora.
- (2) Representa a quantidade de veículos contabilizados por período.
- (3) Representa a quantidade de veículos contabilizados no referido ponto.
- (4) Os valores de CO (ppm) representam a quantidade de detecções apontadas pelo aparelho e quantas estavam acima do nível máximo aceito pelo CONAMA (igual a 35 ppm).zz

O período de monitoramento teve duração de uma hora a partir dos horários citados no Quadro 5. Nesse período pode-se observar o fluxo de veículos e analisar a qualidade do ar pelo com o auxílio do medidor portátil de gases.

A Figura 7 compara as quantidades de veículos através das porcentagens obtidos por meio dos dados coletados no Ponto 3.



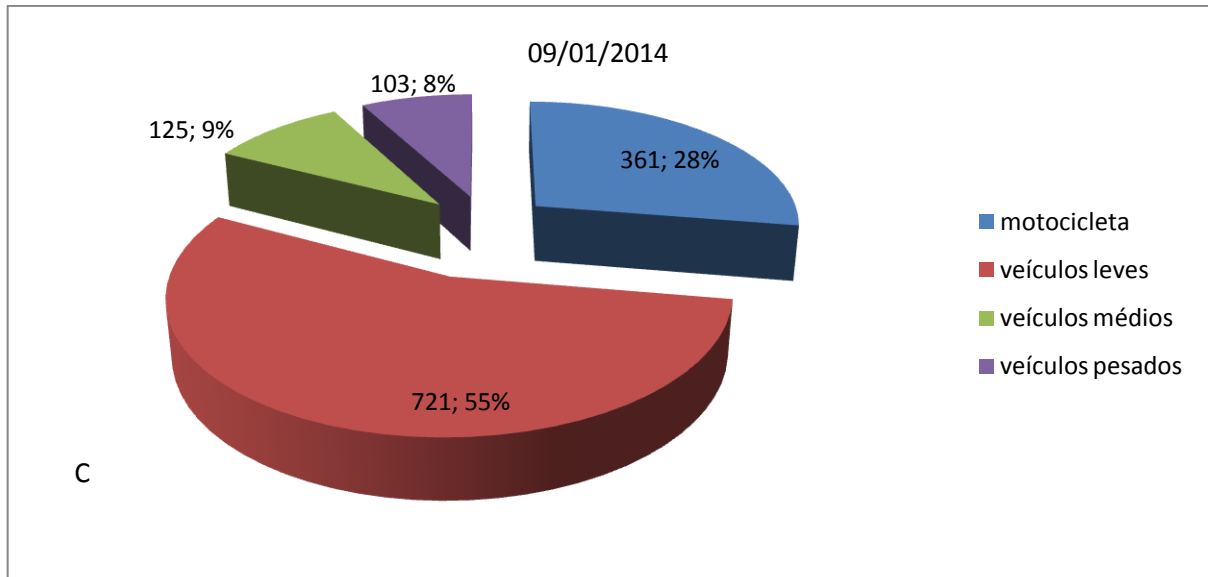


Figura 7 – Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3, na primeira medição (A), na segunda (B) e na terceira (C).

O Ponto 3 localizou-se próximo aos principais shoppings atacadistas do ramo de vestuário da cidade, o que justifica o maior movimento na data de 20/12/2013. É importante ressaltar que os valores apresentados foram altos devido à época que antecede as festas do fim de ano, assim aumentando o fluxo de veículos no ponto escolhido.

Ficou claro, que as coletas do dia 06 e 09 de janeiro de 2014, obtiveram valores reduzidos no tráfego de automóveis, e isso pode ser relacionado à época de férias escolares e coletivas das empresas que operam na região monitorada.

Em relação ao tempo, na primeira data estava nublado com pequena precipitação, porém sem oscilações na temperatura. Já as seguintes coletas foram realizadas com predominância de sol e temperaturas elevadas.

### 5.3 Precipitação

A Tabela 7 mostra as precipitações nos dias em que foram feitas as coletas dos dados de acordo com a estação meteorológica de Igarité situada no município de Cianorte-PR.

**Tabela 7** – Alturas diárias de precipitação (mm) no período monitorado.

Pontos	Datas	Precipitação (mm)
Ponto 1	29/11/2013	37
	07/01/2014	22,1
	10/01/2014	0,0
Ponto 2	06/12/2013	18,3
	13/12/2013	2,4
	08/01/2014	0,0
Ponto 3	20/12/2013	5,4
	06/01/2014	0,0
	09/01/2014	0,0

**Fonte:** Instituto das Águas do Paraná

O levantamento da precipitação na área de estudo no período tem como propósito identificar se estes dados influenciaram nas concentrações de gases, principalmente o monóxido de carbono.

## 5.4 Emissões Atmosféricas

A concentração do gás sulfídrico ( $H_2S$ ) foi nula durante todas as amostragens. Segundo ANDRADE et. al., (2009), a justificativa dessa ocorrência se dá pela reação do  $H_2S$  com o oxigênio atmosférico, assim formando o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), o qual não é detectado pelo equipamento utilizado. O oxigênio ( $O_2$ ) permaneceu com o 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 iguais a 35 partes por milhão (ppm), estariam impróprias ao bem estar da saúde humana. Foram realizadas 3.789 ocorrências, destas, 335 no Ponto 1, já no Ponto 2 foram 2.791 e finalizando com 663 no Ponto 3.

### 5.4.1 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 1

No local escolhido como Ponto 1, mesmo com a maior contagem de automóveis em comparação aos demais locais de coleta, obteve a menor incidência de gases detectados pelo equipamento utilizado, fato que pode ser explicado por se tratar de uma rotatória com um fluxo contínuo, evitando que o condutor do automóvel necessite parar completamente.

Apesar disso, o medidor de gás portátil indicou que a concentração de monóxido de carbono (CO) ultrapassou o limite definido pela Resolução CONAMA 03/1990. Esse elevado nível de monóxido de carbono pode ser causado por veículos depreciados mecanicamente e devido ao tempo de uso, o que gera uma maior emissão de gases. As datas de coletas do ponto 1, foram escolhidas aleatoriamente, sendo nos dias 29/11/2013, 07/01/2014, 10/01/2014

As Figuras 8, 9 e 10 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens no Ponto 1.



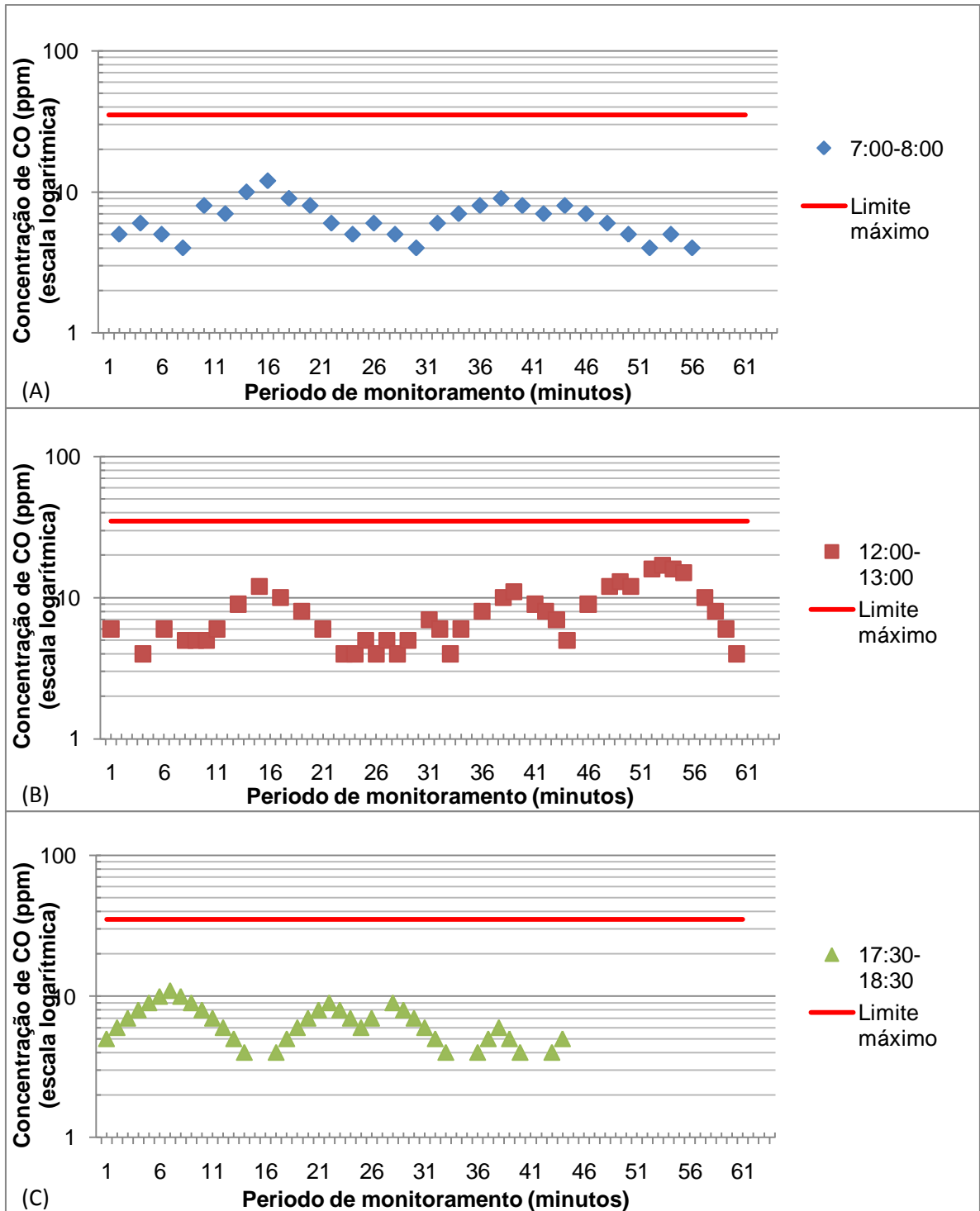


Figura 8 – Concentração de CO no dia 29/11/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

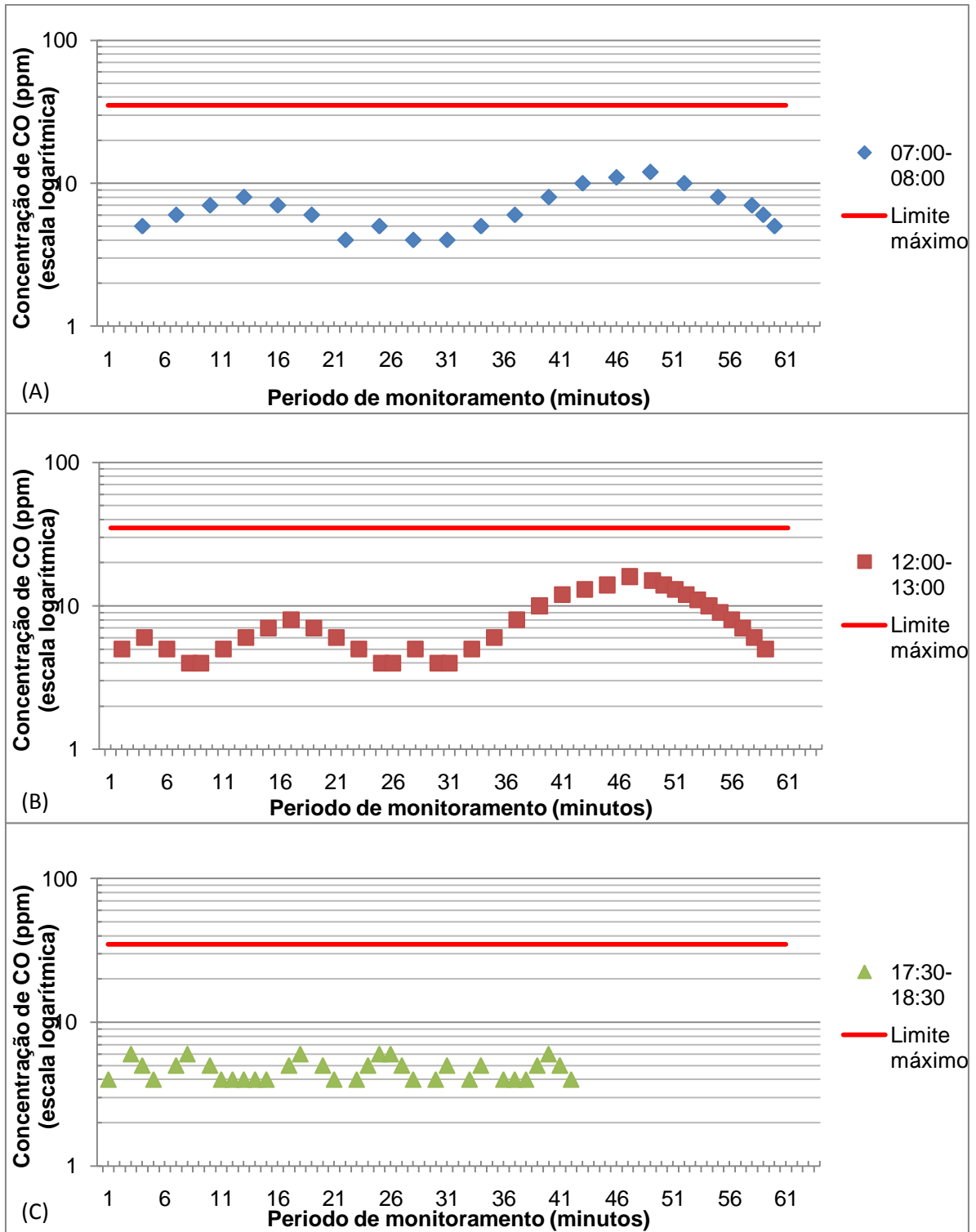


Figura 9 – Concentração de CO no dia 07/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

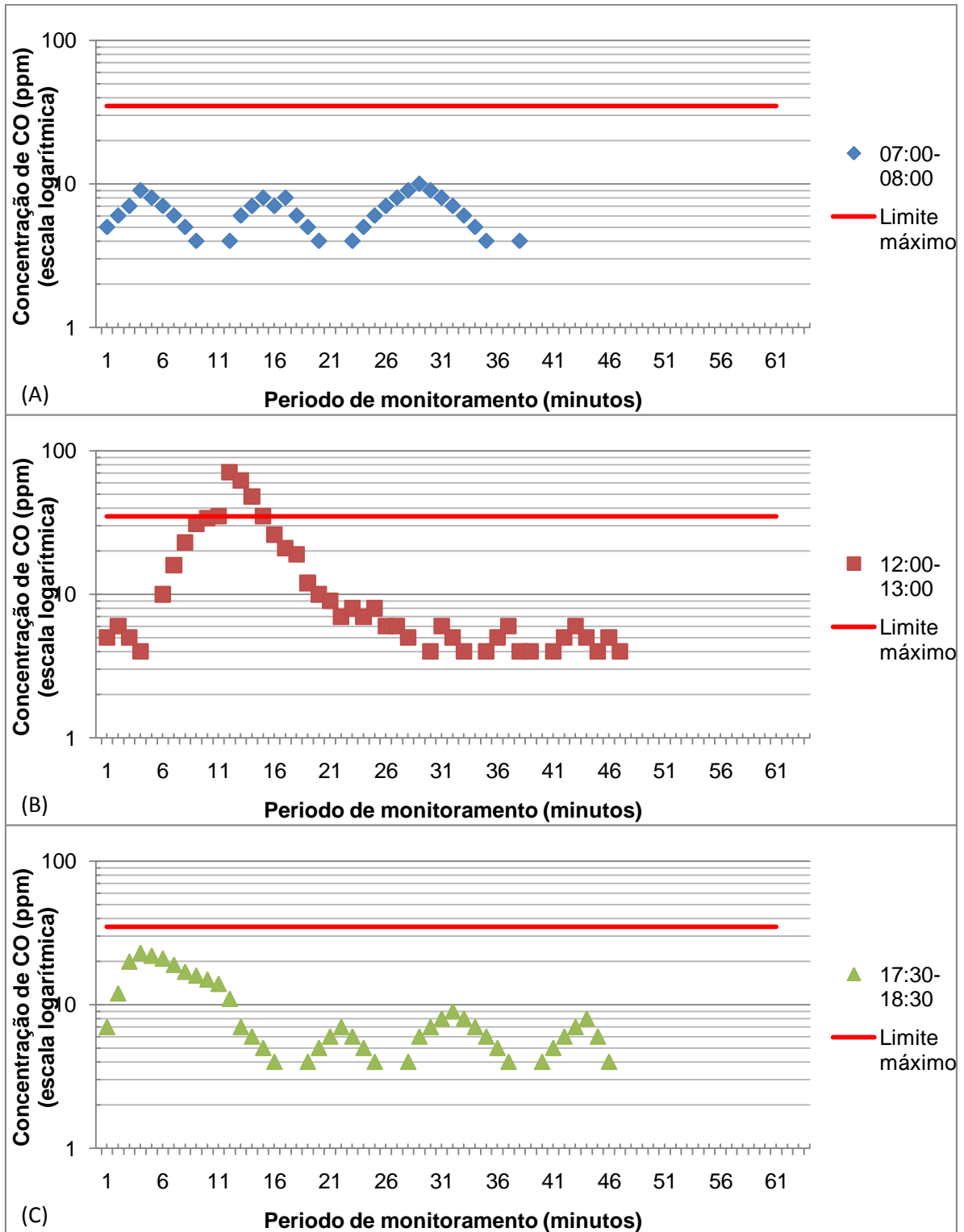


Figura 10 – Concentração de CO no dia 10/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min

Devido ao fato do Ponto 1, não apresentar tráfego de muitos veículos pesados observa-se nos gráficos que apenas uma vez foi ultrapassado o limite imposto pela legislação brasileira.

Apesar do dia 29 de novembro haver uma elevada média de precipitação não se pode afirmar que este fato interfere nas medições, nesses dias de chuva houve um maior fluxo de automóveis e mesmo assim não foi detectado níveis de CO que pudesse ultrapassar o limite de 35 ppm. Nos demais dias, as detecções oscilaram, e apenas no dia 10 de janeiro que o limite da CONAMA foi ultrapassado causado por um veículo com visível estado de depreciação.

#### 5.4.2 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 2

Além de ser uma via de ligação entre os extremos da cidade, o Ponto 2 conta com a presença de um semáforo localizado em uma via com afluência considerada, o que obriga os motoristas a pararem completamente seus automóveis, exigindo assim mais de seus motores ao arrancarem.

Devido a esses fatores, houve o maior número de detecções registradas entre todos os pontos, como também se tratou do local em que o nível de monóxido de carbono foi mais vezes ultrapassado referente ao limite (35 ppm) que consta na legislação.

Como os veículos em pior estado de manutenção ficam mais tempo parados no ponto, justifica-se assim os altos índices de poluição. As Figuras 11, 12 e 13 apresentam as concentrações das amostragens no Ponto 2.

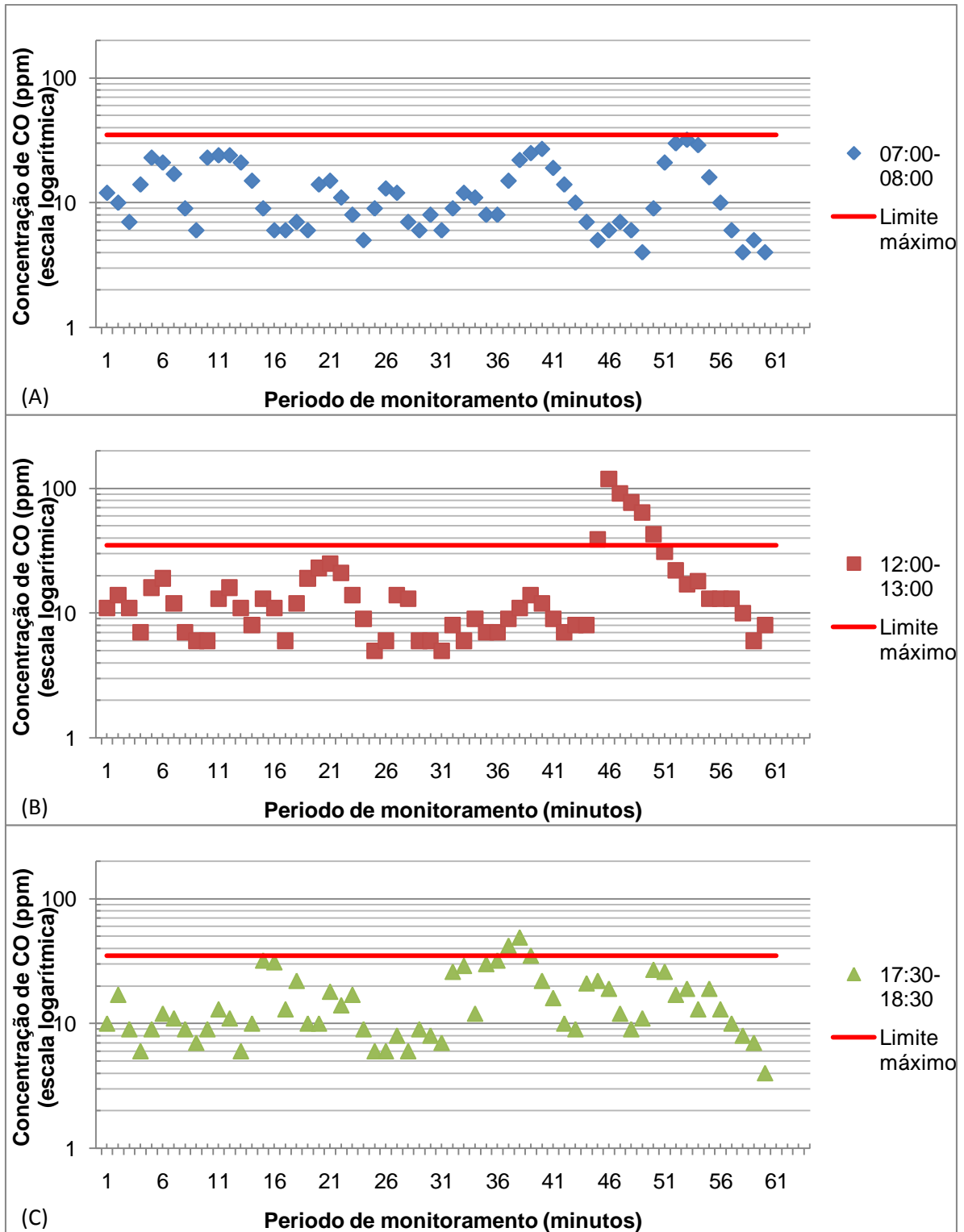


Figura 11 – Concentração de CO no dia 06/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

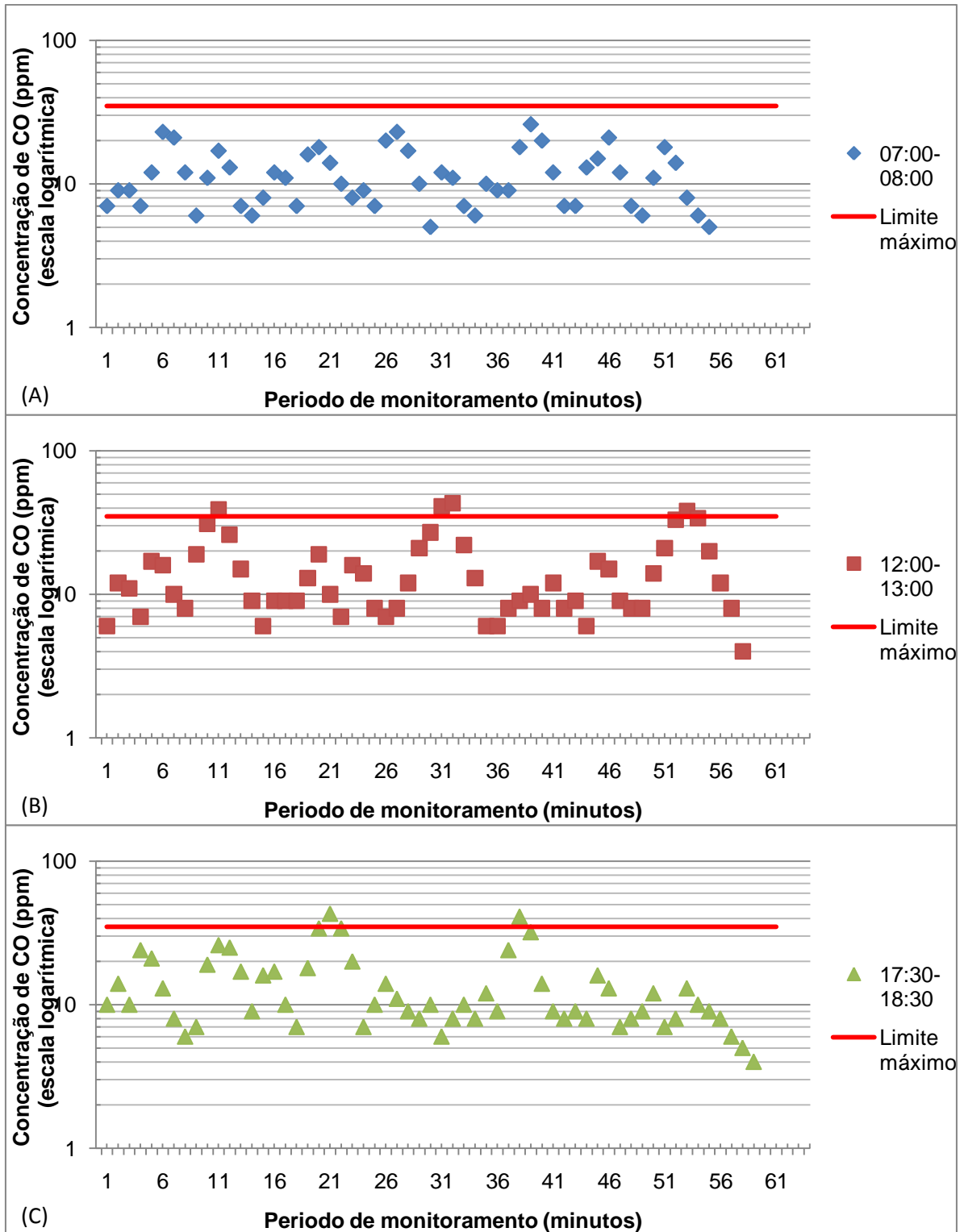


Figura 12 – Concentração de CO no dia 13/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

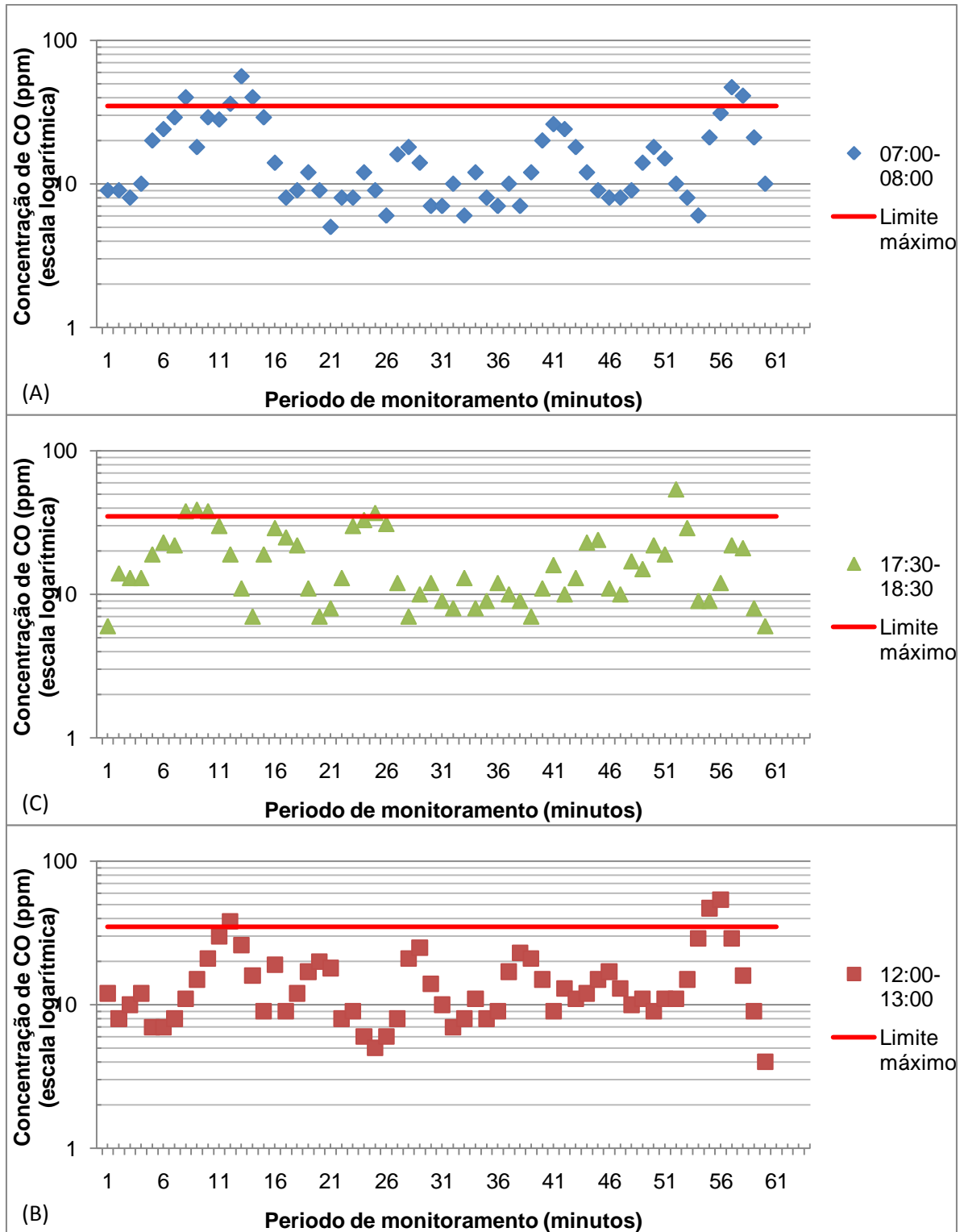


Figura 13 – Concentração de CO no dia 08/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

De acordo com os gráficos os horários de 12h00min e 17h30min, em todas as datas de coletas o nível de monóxido de carbono foi ultrapassado várias vezes, chegando atingir valores acima de 100 (ppm), mesmo com a precipitação de 18,3(mm) registrada no dia 6 de janeiro.

Quanto ao horário da manhã o nível permitido foi ultrapassado apenas no dia 8 de janeiro, porém os valores CO foram elevados em todas as outras medições.

#### 5.4.3 Amostragem da qualidade do ar no Ponto 3

Com as coletas pode-se analisar que o Ponto 3 foi o segundo local com maior fluxo de automóveis, além de ser também o segundo maior ponto de detecções pelo medidor de gás portátil. Esta constatação deve-se ao fato de se tratar de uma região da cidade com inúmeras lavanderias industriais, lojas e shoppings atacadistas o que leva a trazer para o local uma grande quantidade de funcionários e lojistas de outras cidades.

Apesar disso, as concentrações do monóxido de carbono não ultrapassaram o limite (35 ppm) imposto pela Resolução CONAMA 03/1990. Um dos fatores que podem ser submetidos a esses dados é que o fluxo de automóveis não é interrompido constantemente fazendo assim os motores não serem forçados.

As Figuras 14, 15 e 16 demonstram os valores nos determinados horários de coletas.



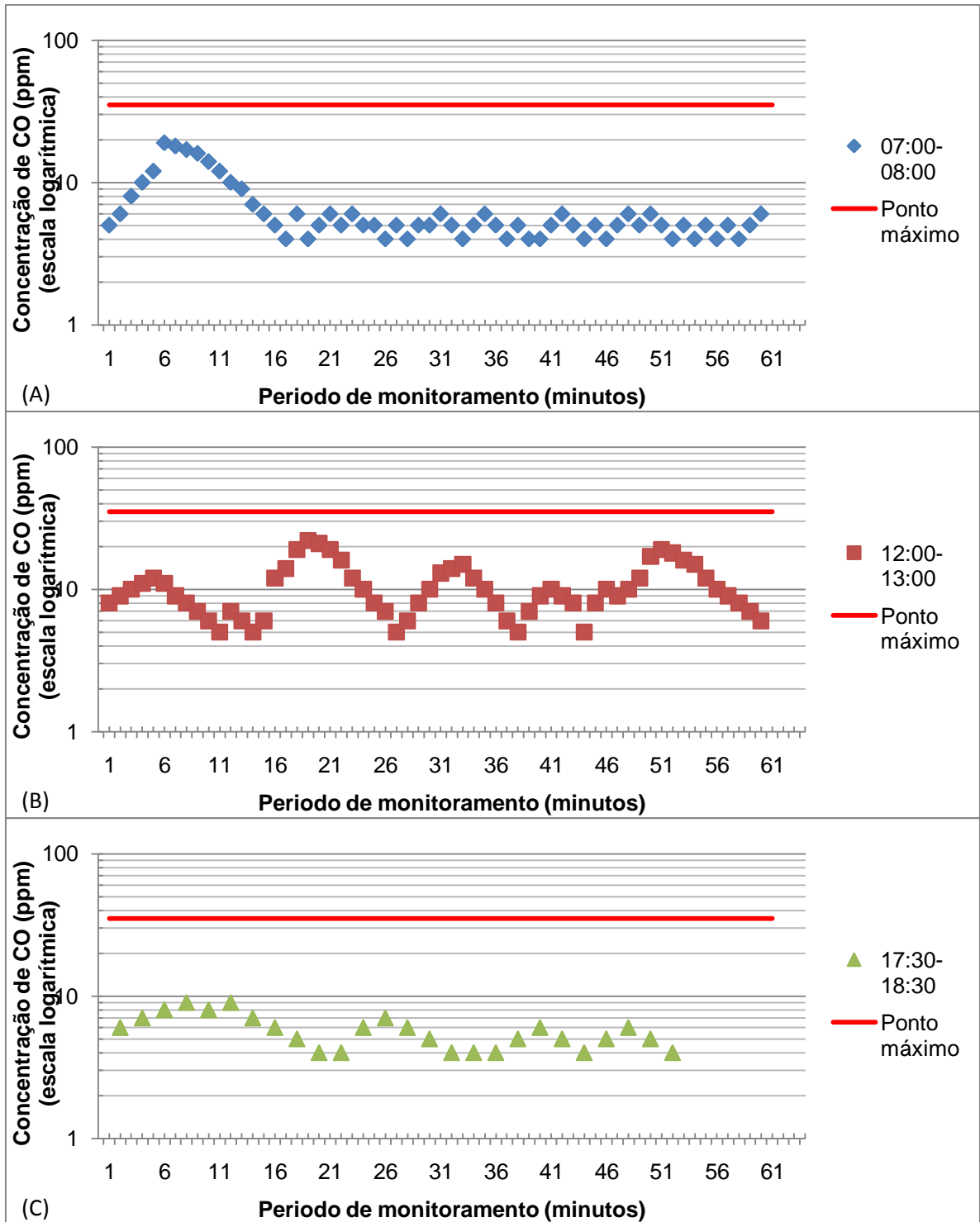


Figura 14 – Concentração de CO no dia 20/12/2013 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

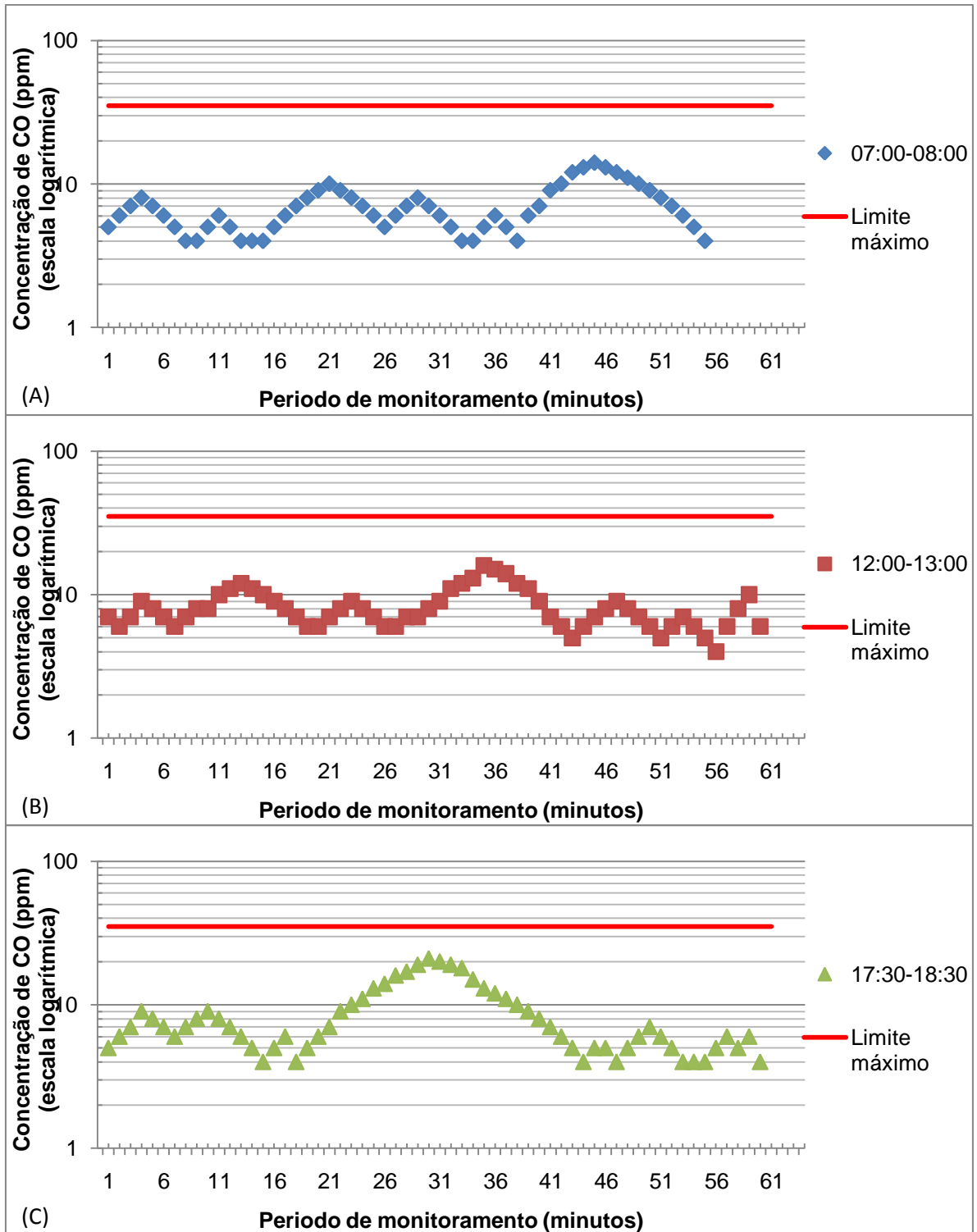


Figura 15 – Concentração de CO no dia 06/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

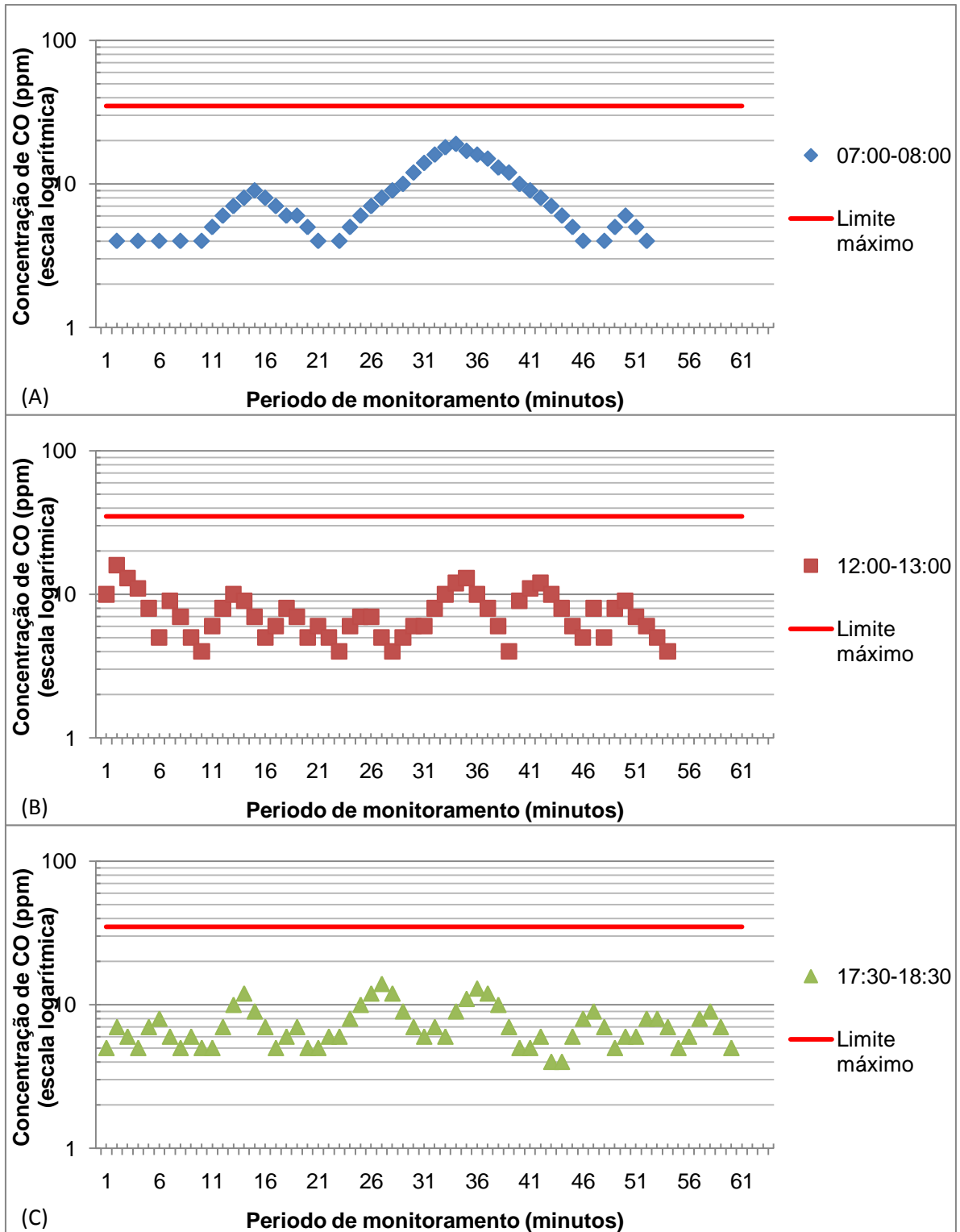


Figura 16 – Concentração de CO no dia 09/01/2014 e nos horários (A) 7h00min as 8h00min, (B) 12h00min as 13h00min, (C) 17h30min as 18h30min.

A maior quantidade e picos registrados pelo medidor de gás foram no horário de 12h00min até as 13h00min, pois mesmo não sendo o período de maior movimento foi o horário em que a sensação térmica estava mais elevada, o que pode ser uma hipótese para esse fato.

De acordo com os gráficos houve muitas oscilações e algumas detecções tiveram níveis elevados, entretanto não chegaram a ultrapassar o limite imposto pela legislação.

## 6 CONCLUSÃO

Com os dados coletados no presente trabalho, não houve relação entre as concentrações de monóxido de carbono (CO) com a quantidade de automóveis que trafegaram nos pontos. Entretanto notou-se que veículos mais antigos e com visível falta de manutenção influenciavam na emissão de gases poluentes, e isto se agravava conforme o tempo em que o automóvel permanecia no local.

Os veículos mais novos, tanto leves como médios e pesados, agregam tecnologias que reduzem a emissão de poluentes atmosféricos, assim ficando em conformidade com a Resolução CONAMA nº 18, de 06 de junho de 1986, que dispõe sobre a criação do Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE).

No Ponto 2, por possuir semáforo, notou-se que houve uma quantidade de detecções elevadas ao fato dos automóveis ficarem parados por um tempo, acabando assim por liberar mais poluentes, sendo que neste local o limite de 35(ppm) foi ultrapassado 28 vezes. Vale salientar que uma possível solução seria diminuir o tempo em que o semáforo fica no vermelho, diminuindo a permanência dos veículos no local.

Já nos demais pontos o trânsito teve um bom tráfego de automóveis, assim a quantidade de monóxido de carbono detectada foi pequena, ultrapassando o limite da Resolução CONAMA apenas uma vez no Ponto 1.

Para melhorar o desenvolvimento do trânsito uma opção seria o sistema binário que daria mais mobilidade aos automóveis entre as avenidas Goiás e Souza Naves, no respectivo Ponto 1 que fica no centro.

Em relação ao Ponto 3 seria necessário outro acesso para a região dos shoppings atacadistas além da avenida Paraíba, ou até mesmo um contorno na região para tirar em definitivo os caminhões pesados que utilizam esta via.

Em relação à precipitação são necessários estudos mais aprofundados para poder confirmar se a precipitação pode ou não alterar as concentrações dos gases poluentes. Assim o presente trabalho não obteve dados suficientes para que houvesse tal afirmação sobre a relação entre as chuvas e os níveis de monóxido de carbono detectado pelo medidor de gás portátil.

Apesar do medidor de gás portátil não ter registrado muitos indicies que ultrapassaram o limite imposto pela legislação (35ppm), alguns veículos chegaram a emitir o triplo permitido o que contribui ainda mais para poluição do ar atmosférico.

Portanto, é imprescindível que estudos mais aprofundados sejam feitos, além de melhorias na fiscalização dos automóveis que se encontram depreciadas, para que assim reduza a emissão de poluentes, gerando uma melhor qualidade do ar beneficiando tanto o meio ambiente quanto o ser humano.

## REFERÊNCIAS

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 18 mai. 2012.

AMARAL, KÁSSIA A. S. do. **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.

ARAUJO, Bianca Carla de.; CARAM, Rosana.; **Análise ambiental: estudo bioclimático urbano em centro histórico**. Ambiente&Sociedade, Campinas Ambient.soc.vol.9 n.1, Janeiro/Junho 2006.

AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**.2000. 168 f . tese (mestre em ciências em 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 Set 2013.

BALASSIANO, Ronaldo. **Alternativas tecnológicas para o ônibus urbano: avaliação do ônibus a gás natural comprimido, do Troleibus e de seus impactos ambientais atmosféricos**. 1991. 204f. Monografia (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1991.

Baird, C.; **Química Ambiental**, 2ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n2/a10v31n2.pdf>>. Acesso em 29 de julho de 2013

BRASIL. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre a qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em: <http://www.pda.ufpr.br/portal/legislacoes/006.pdf>>. Acessado em 29 de julho de 2013

BRASIL. **Lei nº 9.638 de 31 de agosto de 1981, Artigo 3º, inciso III.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>

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.

BW TECHNOLOGIES. *GasAlertMicro.* Disponível em: <http://www.gasmonitors.com/main.cfm?deploc=1&depid=1&page=item1>

CARVALHO, José Alberto M. de. **Crescimento populacional e estrutura demográfica no brasil.** Belo Horizonte CEDEPLAR/FACE/UFMG, 2004.

CAVALCANTI, Paulina Maria P. S **Modelo da Qualidade do Ar – Abordagem Preventiva e Corretiva.** (Tese de Doutorado apresentada ao Programa 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](http://objdig.ufrj.br/60/teses/coppe_d/PaulinaMariaPortoSilvaCavalcanti.pdf)

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

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

GUERRA, Antonio J. T; CUNHA, Sandra B. da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

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>

FREITAS, Mônica 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 02 mai. 2012.



INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros\\_dados\\_divulgados/index.php?uf=00](http://www.censo2010.ibge.gov.br/primeiros_dados_divulgados/index.php?uf=00)> Acesso em: 28 junho. 2013

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em : <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em 28 de julho de 2013.

INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. Disponível em:<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/meio-ambiente/qualidade-do-ar.html> acesso em 28 junho. 2013

LA ROVERE, E. L., 1995, **Política Ambiental e Planejamento Energético, Programa de Planejamento Energético**, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

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

MONTEIRO, Ana, **O impacto da poluição atmosférica na urbana na precipitação ao fim de semana - um estudo de caso no Porto**. Universidade do Porto, Portugal. 2001. Disponível em: <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/13281/2/impactepoluicao000070788.pdf>. Acesso em 17 de fevereiro 2014.

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

PARANÁ (Estado). Secretaria do Estado da Segurança Pública – Departamento de Transito do Paraná – DETRAN PR. **Anuário estatístico**. Paraná. 2010. 138p. Disponível em: <<http://www.detrان.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetrان/anuario/anuario2010.pdf>>. Acessado em 19 de outubro. 2013.

PARANÁ, Secretaria Estadual de Meio Ambiente (PR). **RESOLUÇÃO N ° 054/06 – SEMA. PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR – PCPV**. Curitiba – PR. 2006. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RE\\_SOLUCOES/PCPV\\_Estado\\_do\\_Parana.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RE_SOLUCOES/PCPV_Estado_do_Parana.pdf)

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 outubro 2013**. Paraná. 2013. 08p. Disponível em:

[http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscadastradospr/2013/frota\\_outubro\\_2013.pdf](http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscadastradospr/2013/frota_outubro_2013.pdf)

PREFEITURA MUNICIPAL DE CIANORTE. Disponível:  
<<http://www.cianorte.pr.gov.br/>> Acesso em 2 agosto 2013

RAZERA, Bruno. M, BASANE, Paulo. G, RODRIGUES, Renan Vinicius, ARAUJO, José H. B. **Diagnóstico das Emissões Atmosféricas de Origem Veicular Por Meio De Analisador Portátil de Gases No Município de Campo Mourão - Pr e Análise Dos Efeitos Na Saúde Da População.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão. Julho de 2012.

STERN, A. C.; BOUBEL, R. W.; Turner, D. B.; Fox, D. L.; **Fundamentals of Air Pollution**, 2nd ed. Academic Press, Inc: Orlando, 1984. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v31n2/a10v31n2.pdf>> Acesso em 29 de julho de 2013

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.

WIKIPEDIA. **Mapa da localização do Município de Cianorte – PR.** Disponível em: [http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Parana\\_Municip\\_Cianorte.svg](http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Parana_Municip_Cianorte.svg). Acesso 22 outubro 2013

**Anexo A – Certificado de Calibração do Monitor Portátil de Gás – Modelo  
BWGásAlertmicro.**