

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

THIAGO SANTA MARIA

**MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE ORIGEM  
VEICULAR EM PONTOS ESTRATÉGICOS NO ENTORNO DO LAGO  
IGAPÓ NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR POR MEIO DE  
ANALISADORES PORTÁTEIS DE GASES**

CAMPO MOURÃO  
2015

THIAGO SANTA MARIA

**MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE ORIGEM  
VEICULAR EM PONTOS ESTRATÉGICOS NO ENTORNO DO LAGO  
IGAPÓ NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR POR MEIO DE  
ANALISADORES PORTÁTEIS DE GASES**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado á disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 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 de título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo

CAMPO MOURÃO  
2015



## TERMO DE APROVAÇÃO

### MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE ORIGEM VEICULAR EM PONTOS ESTRATÉGICOS NO ENTORNO DO LAGO IGAPÓ NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR POR MEIO DE ANALISADORES PORTÁTEIS DE GASES

por

THIAGO SANTA MARIA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 13 de fevereiro de 2015 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**.

---

Prof. Dr. José Hilton Bernardino de Araújo  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Maricir Cristina Parreira de Souza  
Examinador 1

---

Prof. Dr. Rafael Montanhini Soares de Oliveira  
Examinador 2

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus, por ter me dado saúde, força e ter me iluminado ao longo de todo caminho percorrido até os dias de hoje. E também por ele permitir que pessoas que eu amo estivessem sempre presentes ao meu lado nessa caminhada.

Quero agradecer especialmente à minha família, por sempre ter me apoiado nas minhas escolhas e sempre estarem torcendo por mim. Ao meu pai José Carlos Santa Maria e a minha mãe Maria de Lourdes Alves Santa Maria, o meu MUITO OBRIGADO pelo todo sacrifício que vocês fizeram para que eu pudesse ter o que vocês não tiveram, por todo amor de vocês e por me tornarem a pessoa que eu sou hoje.

Ao meu orientador e grande amigo 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 importantes na minha formação acadêmica.

Aos meus amigos de Londrina, que mesmo morando longe sempre estiveram presentes e sempre torceram pelo meu sucesso. Mesmo me mandando fotos de churrascos e pescarias para me sacanear!!! Amo vocês molecada, vocês são meus IRMÃOS!!

Aos amigos feitos em Campo Mourão, obrigado a todos, vocês foram minha família durante todos esses anos. Sem vocês a faculdade não ia ter a mínima graça e eu não teria nem metade das histórias que tenho para contar!!

Um salve também para todos os membros e adeptos da Atlético Demônios do Campo, que graças à vocês nós somos o que somos no Engenhariadas Paranaense. VAMO CAMPO!!!!!!

Aos membros da República Lagartichá, Cabeça, Board, Droca, Julião, Gilba, Túlio e Gago, foi uma honra morar com vocês. Valeu pelos anos de risadas e camaradagem!!!

As viagens feitas todo ano na famosa “semana do saco cheio” em outubro, para Ubatuba – SP e São Francisco do Sul – SC, essas viagens vão estar pra sempre na minha memória. PARTIU VERMELINHA...!!!!!!

## RESUMO

MARIA, Thiago S. **MONITORAMENTO DAS EMISSÕES ATMOSFÉRICAS DE ORIGEM VEICULAR EM PONTOS ESTRATÉGICOS NO ENTORNO DO LAGO IGAPÓ NO MUNICÍPIO DE LONDRINA – PR POR MEIO DE ANALISADORES PORTÁTEIS DE GÁS.** 2015. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2015.

As cidades apresentam atualmente uma grave situação decorrente do crescimento da frota de veículos em rodagem, devido à: alta do setor automobilístico, aumento do poder aquisitivo das pessoas, maior necessidade no transporte de bens de consumo. As emissões de poluentes na atmosfera têm se agravado nas cidades por causa desse aumento dos meios de transportes, causando impactos significantes na qualidade do ar e na saúde humana. Além da poluição do ar, o crescimento das cidades acaba diminuindo o número de áreas verdes, fazendo com as que ainda restam, acabem dividindo o mesmo ambiente com avenidas de intenso movimento. O presente trabalho teve como objetivo monitorar e analisar as concentrações dos poluentes atmosféricos emitidos por fontes veiculares em três pontos estratégicos no entorno do Lago Igapó, localizado no centro urbano da cidade de Londrina, Paraná durante o período de 09 à 25 de outubro de 2014. As medições foram realizadas através do medidor de gás portátil Gas Alert Max XT II, verificou-se que as concentrações dos gases: gás sulfídrico ( $H_2S$ ), monóxido de carbono (CO), oxigênio ( $O_2$ ) e gases combustíveis estiveram de acordo com a legislação pertinente. Realizou-se também a quantificação do número de veículos que poderá servir de base para ações de melhoria das condições de trânsito. Apesar de serem registrados níveis de monóxido de carbono acima do permitido pela RESOLUCAO CONAMA 03/1990, a qualidade do ar nos pontos de amostragem foi satisfatória. Constatou-se também que a quantidade de veículos e a categoria do mesmo, não é um fator que define a concentração de poluentes, e sim o estado de conservação e manutenção desses veículos.

**Palavras-chave:** Emissões atmosféricas veiculares, qualidade do ar, monóxido de carbono, saúde.

## ABSTRACT

MARIA, Thiago S. **MONITORING OF ATMOSPHERIC EMISSIONS FROM VEHICLES IN STRATEGIC POINTS AROUND THE IGAPO LAKE IN THE CITY OF LONDRINA - PR THROUGH PORTABLE GAS ANALYZERS.** 2015. 63 p. Course Conclusion Paper (Bachelor of Environmental Engineering), Federal Technological University of Paraná. Campo Mourão, 2015.

The cities currently have a serious situation resulting from the growth of the tread in vehicle fleet due to: booming in the automotive sector, increased acquisitive power of the people, the greater need in the transport of consumer goods. Emission of pollutants in the atmosphere have worsened in the cities because of this increase of means of transport, causing significant impacts in air quality and human health. Beyond the air pollution, the growth of cities ends up reducing the number of green areas causing that those which still remain, end up sharing the same environment with intense movement avenues. This study aimed to monitor and analyze the concentrations of air pollutants emitted by vehicular sources in three strategic points in the surroundings of Igapó Lake, located in the center of the city of Londrina, Paraná during the period of October 09 to 25 in 2014. The measurements were performed using the portable gas meter XT Gas Max Alert II, it was found that the concentrations of the gases: hydrogen sulfide (H<sub>2</sub>S), carbon monoxide (CO), oxygen (O<sub>2</sub>) and the fuel gases were in agreement with the relevant legislation. It was also performed the quantification of the number of vehicles that can serve as a basis for actions of traffic conditions improvement. Despite being recorded carbon monoxide levels above those permitted by CONAMA RESOLUTION 03/1990, the air quality in the sample points was satisfactory. It was also found that the number of vehicles and the category of the same, is not a factor that defines the concentration of pollutants but rather the state of preservation and maintenance of these vehicles.

**Keywords:** vehicle Atmospheric emissions, air quality, carbon monoxide, health

## 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
ATI	Academia da Terceira Idade
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAM	Instituto Brasília Ambiental
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 Londrina – PR.....	19
Figura 2 - Localização do Lago Igapó e dos pontos de amostragem no município de Londrina. ....	20
Figura 3 - Detector de gás portátil, Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies. ..	22
Figura 4 - Medidor de temperatura e umidade do ar Instrutherm CO2.....	22
Figura 5 - Comparação percentual do cadastro do Detran/PR e as obtidas no estudo. ....	26
Figura 6 - Localização do Ponto 1.....	27
Figura 7 - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (c). ....	29
Figura 8 - Localização do Ponto 2.....	31
Figura 9 - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 2, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (C).....	33
Figura 10 - Localização do Ponto 3.....	34
Figura 11 - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3, na primeira medição (A), na segunda (B) e na terceira (C).....	36
Figura 12 - Concentração de CO (ppm) no dia 09 de outubro de 2014.....	39
Figura 13 - Concentração de CO (ppm) no dia 17 de outubro de 2014.....	40
Figura 14 - Concentração de CO (ppm) no dia 25 de outubro de 2014.....	41
Figura 15 - Concentração de CO (ppm) no dia 10 de outubro de 2014.....	43
Figura 16 - Concentração de CO (ppm) no dia 18 de outubro de 2014.....	44
Figura 17 - Concentração de CO (ppm) no dia 23 de outubro de 2014.....	45
Figura 18 - Concentração de CO (ppm) no dia 11 de outubro de 2014.....	47
Figura 19 - Concentração de CO (ppm) no dia 16 de outubro de 2014.....	48
Figura 20 - Concentração de CO (ppm) no dia 24 de outubro de 2014.....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Principais poluentes da atmosfera agrupados de acordo com o grupo químico de origem. ....	9
Quadro 2 – Classificação da qualidade através do índice. ....	16
Quadro 3 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 1.....	28
Quadro 4 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2.....	31
Quadro 5 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 3.....	35

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição característica da atmosfera. ....	8
Tabela 2 - Relação entre teor de CO no ar, de COHb no sangue e sinais e sintomas de intoxicação.....	12
Tabela 3 - Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de novembro de 2014.....	18
Tabela 4 - Quantidade de veículos quantificados nos 3 pontos amostrais.....	24
Tabela 5 - Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de novembro de 2014.....	25
Tabela 6 - Comparação percentual dos valores obtidos em campo com os fornecidos pelo Detran/PR.....	25
Tabela 7 - Temperatura e umidade do ar aferidas nos dias de medição.....	37

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>5</b>
2.1 Objetivo Geral .....	5
2.2 Objetivos Específicos .....	5
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>6</b>
3.1 Compostos Presentes na Atmosfera .....	7
3.1.1 Poluição e Classificação do Poluentes.....	8
3.1.2 Classificação das Fontes Contaminantes.....	10
3.2 Efeitos da Poluição na Saúde .....	11
3.3 Fenômenos Atmosféricos Causados Pela Poluição do Ar .....	14
3.4 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas.....	15
3.5 Poluição Causada por Veículos Automotores .....	17
3.6 Frota de Veículos no Município de Londrina – PR .....	18
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>24</b>
5.1 Fluxo de Veículos.....	24
5.2 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 1 .....	27
5.2.1 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 2 .....	30
5.2.2 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 3 .....	34
5.3 Temperatura e Umidade Aferidas nos Dias de Monitoramento.....	37
5.4 Emissões Atmosféricas .....	38
5.4.1 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 1 .....	38
5.4.2 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 2.....	42
5.4.3 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 3.....	46
5.5 Qualidade do Ar nos 3 Pontos de Amostragem .....	50
<b>6 Conclusão</b> .....	<b>51</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>53</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o decorrer do tempo, as cidades passaram a ter um maior número de pessoas, advindas da área rural em busca de melhores qualidades de vida. Junto com o intenso e desordenado processo de urbanização, veio a poluição e degradação do meio ambiente, afetando aspectos como o solo, a água e o ar.

Devido ao aumento significativo de pessoas vivendo em áreas urbanas, houve uma maior demanda de transportes e quantidade de bens transportados, agravando acentuadamente as emissões de gases poluentes emitidos por veículos automotores, alterando as características do ar (MANZOLI, 2009).

Um complexo sistema de fontes fixas (indústrias, queima de lixo, fornos, caldeiras e etc.) e fontes móveis (veículos automotores, etc.), tem responsabilidade direta na influência da qualidade do ar urbano. O crescimento dessas fontes poluidoras, sem o devido controle, tem aumentado consideravelmente os níveis de poluição atmosférica. As fontes veiculares têm participação acentuada na degradação da qualidade do ar atmosférico, principalmente nos grandes centros urbanos (BAIRD, 2002).

Ainda segundo o mesmo autor, a quantidade de poluentes emitidos pelos veículos depende de fatores como o tipo de motor, sua regulação e forma de dirigir. Veículos pesados (ônibus e caminhões) são responsáveis pela maior fração das emissões de óxidos de nitrogênio e de enxofre, enquanto que os veículos leves (de passeio e de uso misto) são os principais emissores de monóxido de carbono e hidrocarbonetos.

Com o aumento da renda dos habitantes das grandes metrópoles, melhorou o padrão de vida, foram adquiridos bens de consumo, entre eles os automóveis e passou-se a usar cada vez mais o transporte individual, aumentando o tempo das viagens motorizadas, devido ao aumento do congestionamento de veículos (GUERRA & CUNHA, 2009).

Segundo Freitas (2006), em consequência do crescimento do setor automobilístico, as quantidades de veículos em rodagem nas ruas das cidades acabaram por poluir o ar, através de suas queimas de combustíveis em seus motores, e dependendo do nível de concentração, o ambiente não consegue mais tolerar e dissipar esta poluição.

O problema da poluição atmosférica nas áreas metropolitanas tem-se constituído em um dos principais indícios de ameaças à qualidade de vidas de seus habitantes. Atualmente, é um dos maiores problemas que afeta a saúde pública, causando problemas aos seres humanos, animais e plantas (OGA et. al., 2008).

No que diz respeito a qualidade do ar, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 3, de 28 de junho de 1990, determina os padrões de qualidade do ar e 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).

Além da poluição atmosférica, o avanço da urbanização sem o seu devido planejamento, tem ocasionado a redução no número de áreas apropriadas para práticas esportivas e atividades de lazer, como praças, bosques, parques e demais áreas verdes. Esses locais estão sendo englobados pela civilização, e acabam dividindo o mesmo ambiente com avenidas que possuem tráfego intenso de veículos e outros aspectos advindos das grandes cidades.

O Lago Igapó, localizado na cidade de Londrina – PR, se enquadra no tipo de local citado acima, ele é utilizado por centenas de pessoas e está situado no meio do centro urbano. Por ele passa avenidas importantes e movimentadas, pois interligam diversas áreas relevantes da cidade.

Assim sendo, o presente trabalho tem por finalidade o acompanhamento e monitoramento das concentrações de gases poluentes, emitidos por veículos a combustão, em pontos estratégicos no entorno do Lago Igapó, localizado no centro urbano do município de Londrina, estado do Paraná, comparando os dados obtidos com a Resolução CONAMA nº 03 de 1990.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Monitorar a poluição atmosférica de origem veicular em três pontos estratégicos no entorno do Lago Igapó, localizado na cidade de Londrina – PR, utilizando analisador portátil de gases, comparando os valores obtidos nas medições com os padrões pertinentes a resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Monitorar a qualidade do ar por meio da medição dos níveis de monóxido de carbono (CO), oxigênio (O<sub>2</sub>), gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) e gases combustíveis voláteis em pontos específicos no Lago Igapó do Município de Londrina – PR;
- Quantificar o número de veículos que trafegam nos pontos de amostragem durante todo período de monitoramento da qualidade do ar;
- Realizar a medição de temperatura e umidade nos pontos de amostragem durante o horário de coleta;

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

Por volta da década de 1940, as cidades começaram a ter maior número de pessoas, advindas da área rural, devido ao desenvolvimento industrial nas cidades e atraídas pelo aumento na oferta de empregos e, conseqüentemente, melhores qualidades de vida (MANZOLI, 2009).

Com o passar do tempo, todo esse processo de transição acelerado de pessoas do campo para as cidades, acarretou em um crescimento desenfreado dos centros urbanos e junto com isso seus problemas ambientais.

No Brasil, calcula-se que 84,35% da população habitam as cidades, contra 15,35% que ainda residem em ambientes rurais (INSTITUTO..., 2010). Em consequência disto, houve um aumento considerável das atividades antrópicas nos centros urbanos, para atender todas as necessidades da população. Na qual a grande maioria poluidora, como o crescimento de indústrias, transporte público e carros, demandas de bens de consumo e obras diversas.

Os impactos destas atividades em associação com outras ações negativas do homem sobre o meio ambiente, como as queimadas e a devastação de áreas verdes por meio do desmatamento, tornam cada vez mais poluído o ar que nos circunda (IBRAM, 2013).

A Lei Federal nº 6.938, de 31 de julho de 1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, define poluição em seu artigo 3, como sendo “A degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sócio-econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos” (BRASIL, 1981).

Segundo Derisio (2007), todos os fatores de urbanização, associados à necessidade crônica de sistemas adequados de transporte de massa e o aumento da motorização individual, tem levado grandes centros urbanos ao congestionamento de tráfego e à poluição por veículos automotores.

O aumento da preocupação dos especialistas referente a qualidade do ar, explica o fato dessa área vim sendo extensivamente pesquisado nas últimas décadas.

Atualmente a qualidade do ar se caracteriza como um elemento de grande importância para preservação do meio ambiente e conseqüentemente na implementação de um desenvolvimento sustentável, pois a poluição atmosférica afeta de diversas formas a saúde humana, os ecossistemas e os materiais (AZUAGA, 2000).

Com base no Instituto Brasília Ambiental (2013), a poluição atmosférica vem sendo cada vez mais discutida, devido ao crescimento considerável de diversas fontes de poluentes atmosféricos que foi notado nos últimos anos, em destaque a frota de veículos automotores em circulação. O impacto ambiental causado pelos poluentes atmosféricos reflete diretamente na saúde humana, de modo que cada dia aumenta a necessidade de dar maior atenção às questões de monitoramento da qualidade do ar.

As fontes emissoras de poluição podem ser divididas em dois grandes grupos, as fontes fixas (ou estacionárias) e as fontes móveis.

### 3.1 Compostos Presentes na Atmosfera

A atmosfera é dividida em diversas camadas esféricas de gases e que permanece em contato com a superfície terrestre devido a gravidade. Essa camada é dividida em troposfera, estratosfera, mesosfera, termosfera ionosfera e exosfera. As camadas mais importantes da atmosfera para o estudo da poluição do ar são a troposfera e a estratosfera (PHILIPPI, 2005).

Ela é composta basicamente por nitrogênio, seguido por demais gases em uma porcentagem bem menor. A Tabela 1 ilustra a composição característica da atmosférica.

**Tabela 1** - Composição característica da atmosfera.

<b>SUBSTANCIA</b>	<b>COMPOSIÇÃO EM VOLUME</b>
Nitrogênio	78,08%
Oxigênio	20,95%
Argônio	0,93%
Dióxido de Carbono	0,0358%
Hidrogênio	0,00005%
Oxido Nitroso	0,00003%
Ozônio	0,000004%
Todos os Demais	0,004116%

**Fonte** – Adaptado (PHILIPPI, 2005)

A troposfera é a camada mais interna da atmosfera, sendo constituído principalmente por nitrogênio, oxigênio e de pequenas quantidades de vapor de água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). A troposfera também está envolvida na ciclagem química dos nutrientes vitais ao planeta. Além disso, é responsável pelas condições do tempo, em curto prazo e, pelo clima, em longo prazo, devida a sua fina e turbulenta camada de correntes de ar ascendentes e descendentes (MANZOLI, 2009).

Segundo Miller Jr. (1931), a estratosfera estende-se de 45 a 55 km de altitude, e é nessa camada que alguns gases como o Ozônio (O<sub>3</sub>), mesmo em pequena quantidade, absorvem diretamente uma parte significativa da radiação solar contida na faixa ultravioleta, aquecendo-se de forma crescente com a altitude, tornando-se bastante estável.

Dentro das condições atmosféricas temos como variáveis a temperatura, pressão, umidade, precipitação, radiação solar, nebulosidade, direção e velocidade dos ventos (BORSATO, 2011).

### 3.1.1 Poluição e Classificação do Poluentes

Segundo Cançado et.al (2006), a poluição do ar pode ser considerada como a presença ou lançamento de substâncias na atmosfera resultante de atividade humana ou processos naturais, em concentrações que são prejudiciais à saúde,

segurança e bem estar dos seres vivos. Existem duas maneiras de se emitir poluentes na atmosfera, sendo por eventos naturais ou ações antrópicas.

De acordo com Oga et.al (2008), os eventos naturais podem ser descritos em atividade vulcânica, incêndios florestais naturais, processos microbiológicos, maré vermelha, acúmulo de arsênio em animais marinhos ou água. Já as ações antropogênicas são decorrentes das atividades humanas, podendo ser de origem doméstica e urbana (esgoto e lixo doméstico, veículos automotores, etc.), industrial (esgoto e lixo industrial, queima de combustível) e agropecuária (queimadas, fertilizantes e praguicidas).

As atividades urbanas e industriais emitem diversos poluentes. Estes são classificados em poluentes primários e secundários. Os primários são aqueles emitidos por fontes de fácil identificação e que não passam por transformações na atmosfera, como os gases liberados pelos escapes de automóveis ou pelas chaminés de indústrias (ALVES, 2011).

Os poluentes secundários são aqueles que depois de emitidos passam por transformações na atmosfera, como o ozônio troposférico que resulta da oxidação principalmente de  $\text{NO}_x$  liberado na queima de combustíveis de veículos e indústrias. Ambos os tipos de poluentes afetam a saúde pública causando morbidade (como doenças respiratórias e cardiovasculares) e mortalidade pelo agravamento de doenças, principalmente em idosos e crianças (CANÇADO, et al., 2006).

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
$\text{SO}_2$	$\text{NO}_2$	Hidrocarbonetos	$\text{CO}$	HCl	Mistura de compostos no estado sólido ou líquido	$\text{O}_3$
$\text{SO}_3$	$\text{NO}_3$	Alcoóis		HF		Formaldeído
$\text{H}_2\text{S}$	$\text{NH}_3$	Aldeídos		Cloretos		Acroleína
Mercaptanas	$\text{HNO}_3$	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 Oga et al. (2008).

O CO é lançado em maior quantidade, seguido do SO<sub>x</sub> e do HC. Porém, em termos de risco, o CO representa apenas 1,2% (considerando-se a probabilidade de ocasionar um efeito nocivo); sendo o SO<sub>x</sub> o mais nocivo, com risco estimado de 34,6% em relação aos outros poluentes primários, seguido pelo MP, NO<sub>x</sub> e HC e depois o CO. Como exemplos de poluentes secundários têm-se o O<sub>3</sub>, presente em baixas altitudes, ácido sulfúrico, nitratos de peroxiacila (OGA et al, 2008).

### 3.1.2 Classificação das Fontes Contaminantes

As fontes de poluição da atmosfera podem ser classificadas em Naturais, antropogênicas, móveis e fixas (estacionárias).

Naturais: Provenientes de fenômenos da natureza, tais como, atividades vulcânicas, 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).

Fontes fixas se enquadram aquelas que normalmente ocupam na comunidade uma área relativamente limitada, sendo quase todas de natureza industrial e possibilitam a avaliação na base fonte por fonte (DERISIO, 2007).

Segundo a Resolução CONAMA 382/2006, fonte fixa de emissão é qualquer instalação, equipamento ou processo, situado em lugar fixo, que libere ou emita matéria para a atmosfera, por emissão pontual ou fugitiva.

Já a fonte móvel, se enquadra em qualquer instalação, equipamento ou processo natural ou artificial em movimento, que libere ou emita matéria ou energia para a atmosfera (PARANÁ, 2006).

Derisio (2007) pondera que as chamadas fontes móveis de poluição do ar são constituídas pelos veículos automotores, juntamente com os trens, aviões e embarcações marinhas. Dentre estas os veículos se destacam como as principais fontes móveis poluidoras.

### 3.2 Efeitos da Poluição na Saúde

Atualmente a poluição do ar é um dos maiores problemas de saúde pública, afetando a saúde dos seres humanos, de outros animais e das plantas. Estudos recentes apontam que, em muitos casos, não existem níveis seguros de poluentes para saúde humana (OGA et al., 2008).

Com base em dados epidemiológicos, altas concentrações de poluentes provocam: aumento da incidência de doenças respiratórias, bronquite crônica, constrição dos brônquios, diminuição da função pulmonar e o aumento da mortalidade (LORA, 2002).

Ainda segundo o mesmo autor, as exposições às altas concentrações de poluentes estão diretamente ligadas ao aumento da mortalidade nas regiões afetadas, bem como o agravamento da saúde de pacientes com doenças respiratórias.

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

Uma pessoa ativa inala entre 10.000 e 20.000 litros de ar diariamente, resultando valores próximos à de 7 a 14 litros por minuto. Durante atividades físicas, a frequência respiratória é maior e esta quantidade aumenta até 30.000 litros por dia. Juntamente com a entrada de ar no organismo, são absorvidos também os particulados e outros poluentes gasosos (LORA, 2002).

Segundo Pires (2005), os danos causados pelos poluentes dependem do tipo e quantidade de poluentes, da duração da exposição, do estado de saúde, idade e nível de atividade da pessoa exposta.

O monóxido de carbono (CO) 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).

O CO reage com a hemoglobina do sangue, tendo como resultado uma substância chamada carboxihemoglobina (COHb), Isto ocorre devido a maior afinidade do monóxido de carbono de se ligar à hemoglobina, cerca de 210 vezes mais em relação ao oxigênio. Tal reação 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 2 ilustra a concentração de CO, concentração de COHb e sinais e sintomas da intoxicação.

**Tabela 2** - Relação entre teor de CO no ar, de COHb no sangue e sinais e sintomas de intoxicação.

Concentração 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, coma, 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. 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 bissulfeto e o ácido sulfúrico), que quando inalados chegam a causar irritações no trato respiratório.

O material particulado (MP) 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. Além disso, os particulados podem concentrar na superfície outras substâncias tóxicas 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 sólidas 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 poluição em uma determinada região ocorre em devido as atividades da comunidade presente e das condições atmosféricas, as quais por sua vez são funções do tempo (DERÍSIO, 2007).

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 (Carvalho, 2009).

Ainda segundo o mesmo autor, tais fenômenos possuem tantas relações diretas quanto indiretas com as mudanças climáticas, provocando devastações ambientais e problemas de saúde que, cada vez mais, se alastram geograficamente pelo mundo.

Um dos maiores causadores da destruição da camada de ozônio são os gases denominados CFC's (cloro-flúor-carbonados), encontrados em refrigeradores, condicionadores de ar, espumas isolantes, extintores de incêndio e aerossóis. As principais consequências desta destruição seriam: o aumento do registro de pessoas com câncer de pele, prejuízos na agricultura e também na vida aquática (FIGUEREDO, 2009).

De acordo com 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 atual. 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. Também 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.

Já a chuva ácida, essa é causada pelas emissões 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, visto que esta tem um altíssimo potencial corrosivo (CARVALHO, 2009).

As chamadas inversões térmicas ocorrem quando uma camada de ar quente se sobrepõe a uma camada de ar frio, fazendo com que haja dificuldades na dispersão dos poluentes atmosféricos. 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 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).

### 3.4 Legislação Vigente para Emissões Atmosféricas

O Brasil possui uma extensa lista de legislações, resoluções e instruções normativas relacionadas à qualidade do ar que vem sendo estudadas, desenvolvidas e atualizadas desde os anos 80.

A Resolução nº 03 de 28 de junho de 1990 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar, padrões estes, que se forem ultrapassadas suas concentrações máximas, poderão afetar diretamente a saúde, ao bem estar da população, bem como causar danos ao meio ambiente em geral.

Para o efeito da Resolução supramencionada, foram estabelecidas normas relativas a padrões primários e secundários. Padrões primários de qualidade do ar correspondem aos níveis máximos toleráveis de poluição atmosférica e, se ultrapassados, podem afetar a saúde da população. Já os padrões secundários, tratam das concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população e ao meio ambiente em geral (BRASIL, 1990).

O CONAMA no uso de suas atribuições publicou a Resolução nº 18 em 06 de maio de 1986, instituindo o Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores – PROCONVE, que dentre outros objetivos, busca reduzir os níveis de poluentes por veículos automotores visando o atendimento aos Padrões de Qualidade do Ar, especialmente nos centros urbanos (BRASIL, 1986).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná – SEMA, instituiu o Plano de Controle de Poluição Veicular – PCPV (PARANÁ, 2011), cujo objetivos específicos vão de encontro aos objetivos do PROCONVE (BRASIL, 1986).

Este plano apresenta 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Fumaça 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PI 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> 24 h ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
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 através do índice.

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

Existe também o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – PRONAR, que foi instituído pela Resolução CONAMA n° 05/89 e tem como objetivo permitir o desenvolvimento econômico e social do país de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes através das fontes de poluição atmosférica.

Os dispositivos legais relacionados à poluição do ar, tem sido editados nas esferas federal e estaduais. Na esfera municipal e de regiões metropolitanas, nada existe de específico em termos de medidas legais e institucionais relativas à poluição atmosférica (DERISIO, 2007).

O monitoramento da qualidade do ar tem relevada importância para a definição de políticas de abatimento da poluição atmosférica. É através da rede de monitoramento que se pode constatar a evolução das concentrações dos poluentes e aferir a eficácia dos processos de controle de emissões.

### 3.5 Poluição Causada por Veículos Automotores

Os poluentes emitidos pelos veículos automotores apresentam uma intensa participação no crescimento desenfreado da poluição atmosférica, principalmente no Brasil, que prioriza o transporte rodoviário. As emissões provenientes dos automóveis são àquelas que mais se dispersam e têm maior dificuldade no controle (AZUAGA, 2000).

Os veículos motorizados são os grandes responsáveis pela poluição nas cidades, sendo a maior parte do CO resultante da combustão desses veículos (OGA et al., 2008). Em 2006, carros, motos, ônibus e caminhões emitiram 97% de todo o monóxido de carbono presente no ar que o paulistano respira. O monóxido de carbono (CO) representa o principal poluente dos veículos motorizados leves (VILLALOBOS, 2011).

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., 2008).

Devido as emissões dos poluentes veiculares degradarem acentuadamente a qualidade do ar, sendo potencialmente prejudicial à saúde e o bem-estar da população, é indiscutível tratar do contexto ambiental sem levar em consideração o aumento da frota de veículos. De outro modo, pode-se afirmar que nos grandes centros urbanos, os veículos automotores, fonte significativa de emissões de contaminantes atmosféricos, contribuem absurdamente para a péssima qualidade de vida das pessoas (MANZOLI, 2009).

### 3.6 Frota de Veículos no Município de Londrina – PR

De acordo com os anuários estatísticos, elaborados pelo Departamento Estadual de trânsito do Paraná (DETRAN-PR), até o mês de novembro no ano de 2014, o município de Londrina registrou um total de 356.106 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 pelo DETRAN/PR até o mês de novembro de 2014.

Tipo de Veículos	Quantidade de veículos registrados	Porcentagem dos veículos (%)
Motocicletas	75.189	21,11
Veículos Leves	217.523	61,09
Veículos Médios	41.167	11,56
Veículos Pesados	22.227	6,24
<b>Total</b>	<b>356.106</b>	<b>100,00</b>

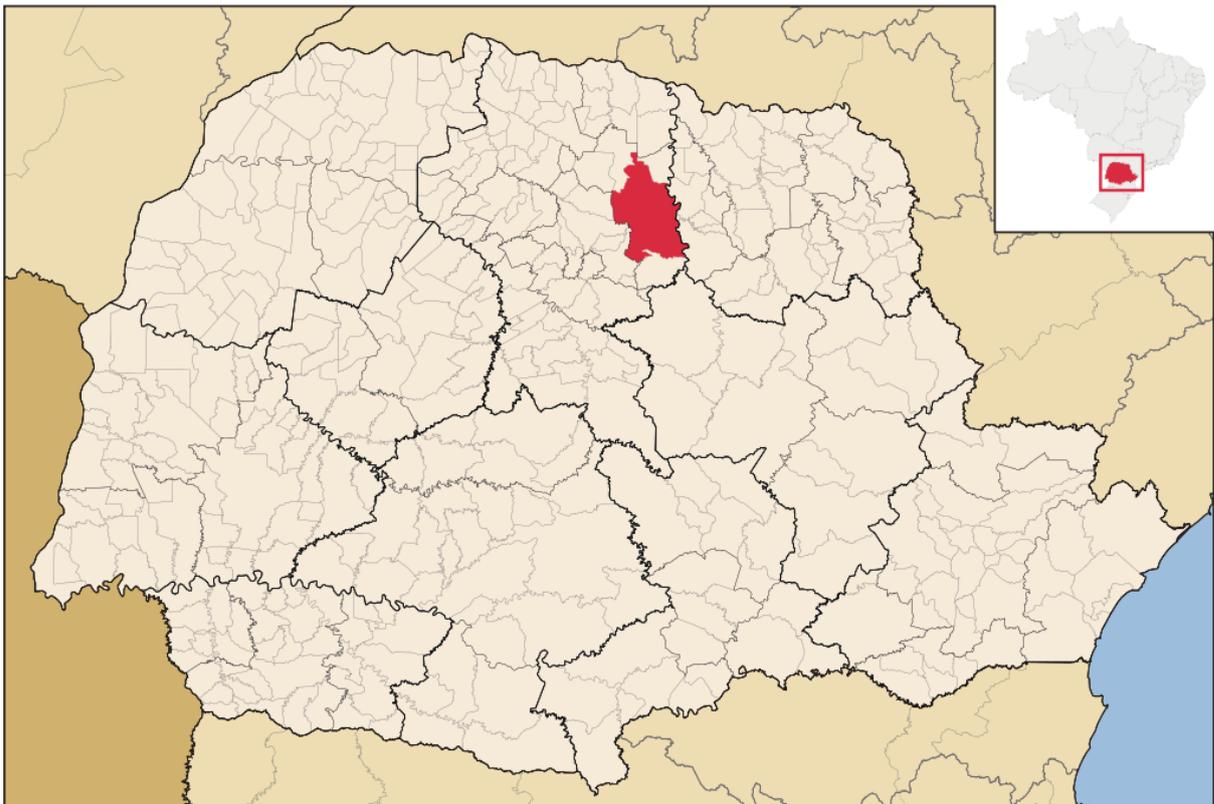
**Fonte:** Adaptado de DETRAN - PR (2014).

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo em questão foi realizado em pontos estratégicos no entorno do Lago Igapó, localizado na região central do município de Londrina – PR.

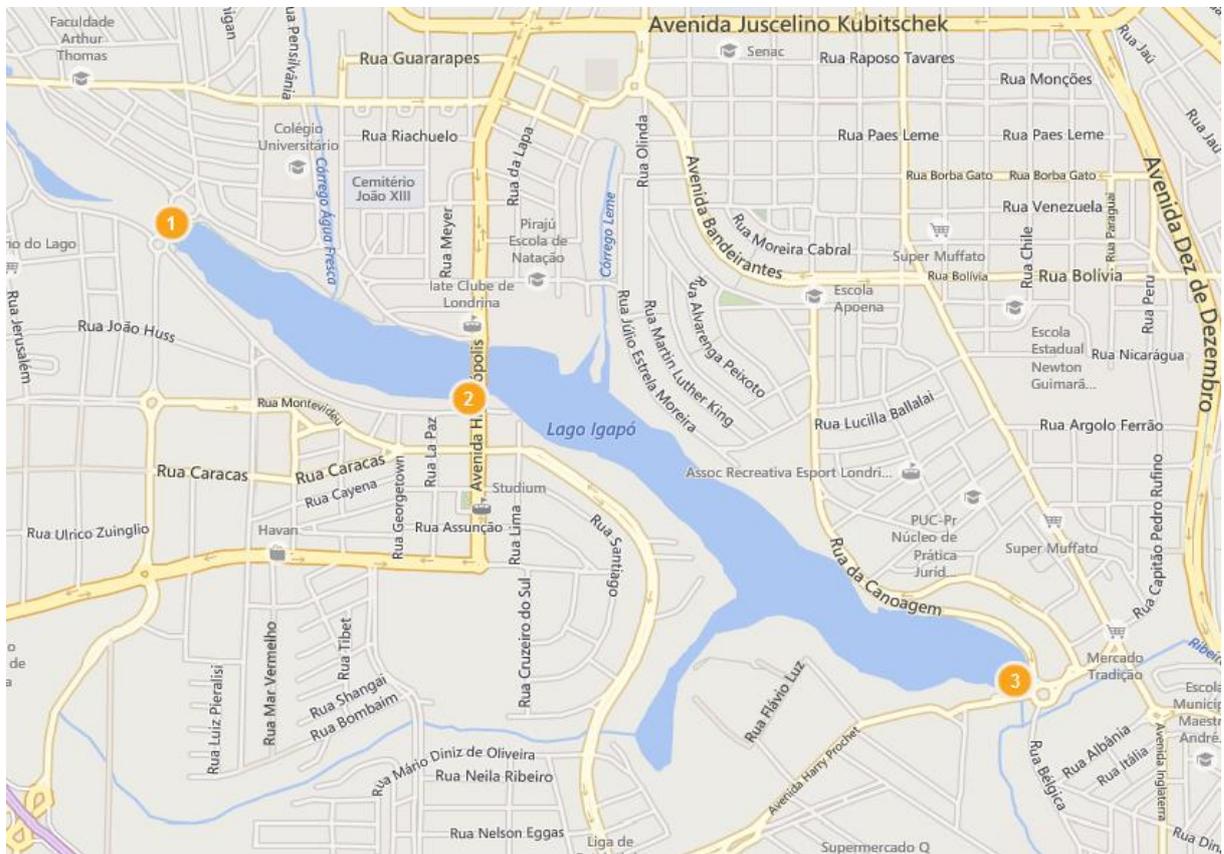
O município está localizado na região norte do Estado do Paraná (Figura 1), a altitude da área urbana da cidade é de 608 metros e apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 23°08'47" e 23°55'46" de Latitude Sul e entre 50°52'23" e 51°19'11" a Oeste de Greenwich.

Londrina possui cerca de 537.566 habitantes, sua extensão de unidade territorial é de 1.653,075 Km<sup>2</sup> e apresenta uma densidade demográfica de 306,52 hab/km<sup>2</sup> (IBGE, 2013).



**Figura 1** - Localização do município de Londrina – PR.  
**Fonte:** Bing Maps, 2014.

O Lago Igapó se encontra em um ponto da cidade por onde atravessam as principais vias de acesso para diversos bairros de Londrina. Os pontos onde foram feitas as amostragens da qualidade do ar, estão situados por onde passam essas avenidas de intenso movimento e também coincidem com os locais onde apresentam o maior número de aglomerações de pessoas para as práticas esportivas. Os locais de coletas foram designados como Ponto 1, Ponto 2 e Ponto 3. Está representado na Figura 2 a localização do Lago Igapó e dos pontos onde se realizaram as aferições.



**Figura 2** - Localização do Lago Igapó e dos pontos de amostragem no município de Londrina.  
**Fonte:** Bing Maps, 2014.

O ponto 1 está localizado na rotatória que interliga a Avenida Maringá com a Avenida Ayrton Senna, rota por onde passam uma grande frota de veículos devido ao fato de dar acesso a Gleba Palhano (bairro com inúmeros prédios), aos condomínios de casas e também é caminho para um dos principais Shoppings da cidade. No local também se encontra um grande gramado onde as famílias se reúnem para o lazer, além de pista de corrida e ciclovia no entorno do lago.

O ponto 2 situa-se na Avenida Higienópolis, via de intenso movimento, pois à beira de toda sua extensão existem áreas comerciais, residenciais, restaurantes e também bares e baladas, o que torna a avenida uma das principais escolhas de acesso a esses locais. Por onde ela cruza o lago, onde foram feitas as amostragens, existe uma ATI (Academia da Terceira Idade) pública e ao ar livre, e por ali passam pistas de corrida e ciclovia que contornam o lago.

O ponto 3 se encontra ao final do lago, na rotatória da Rua da Canoagem com a Rua Almeida Garret. É uma das rotas de acesso para Prefeitura de Londrina, o Centro Cívico, áreas residenciais e também para a saída da cidade que leva em direção a Ponta Grossa e Curitiba. O local é utilizado para atividades recreativas, devido à área verde disponível, possui ciclovia e pistas de corrida, além de ser um ponto turístico pela existência da barragem de represamento do lago.

O equipamento utilizado para detectar e realizar a quantificação das concentrações dos gases poluentes foi um aparelho detector de gás portátil, modelos Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies (Figura 3). O aparelho apresenta a leitura momentânea das concentrações dos poluentes CO e H<sub>2</sub>S, em concentrações em partes por milhão (ppm), e O<sub>2</sub> e de gases combustíveis, em porcentagem.

O aparelho funciona da seguinte maneira, ele possui uma entrada frontal, que ao ligar o equipamento, suga o ar externo constantemente, o ar atmosférico reage dentro detector e quando houver a presença de poluentes ele acusa o valor. Esse valor é dado em “picos”, ou seja, quando detectado o poluente, o aparelho informa a concentração máxima que foi alcançado naquele momento e depois zera novamente, para acusar uma próxima detecção.



**Figura 3** - Detector de gás portátil, Gás Alert MAX XT II, fabricado por BW Technologies.  
**Fonte:** <<https://www.gasmonitors.com/main.cfm?cty=242&deplc=3&depid=3&cat>>

Também foram realizados o registro da temperatura instantânea (C°) e da umidade relativa do ar (%), para essas devidas medições foi utilizado o aparelho denominado Instrutherm CO<sub>2</sub>, conforme mostra a Figura 4.



**Figura 4** - Medidor de temperatura e umidade do ar Instrutherm CO<sub>2</sub>  
**Fonte:** <<https://www.instrutherm.com.br/instruthermco2/imagem0s33>>

As medições foram realizadas em três períodos do dia, sendo uma efetuada na parte da manhã das 07:30 às 08:30 horas, uma no início da tarde das 12:00 às 13:00 horas e a outra acontecendo no final da tarde das 17:30 às 18:30 horas, respeitando a hora nacional de Brasília. Os dias em que as medições foram feitas são: quinta-feira, sexta-feira e sábado, dias que apresentam maior movimento de carros e também de pessoas que utilizam a infraestrutura oferecida pelo Lago Igapó. O período de coleta foi constituído em três semanas, assim cada ponto obteve uma aferição para cada um dos três dias.

Os dados fornecidos pelo medidor portátil foram anotados em fichas levadas a campo. Também foram anotados em fichas a contabilização e a quantificação de veículos, sendo separados em quatro categorias: veículos pesados que se refere aos ônibus e caminhões, os médios que são relacionados às camionetes, os leves e utilitários que compreenderam os veículos de passeio, e também as motocicletas, que trafegaram durante todo o período das amostragens, para analisar a relação com as quantidades de poluentes atmosféricos presentes. Para a realização do levantamento de veículos foi necessário o auxílio de outra pessoa.

Quanto as inconformidades e as situações favoráveis, foram feitas com base na Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990, que dispõe sobre o padrão de qualidade do ar referente à emissão de Monóxido de Carbono (CO).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Fluxo de Veículos

A Tabela 4 expressa o total de veículos que foram contabilizados durante as nove amostragens realizadas, sendo devidamente separados em motocicletas, veículos leves (automóveis de passeio e utilitários), veículos médios (camionetes) e veículos pesados (ônibus e caminhões).

**Tabela 4** - Quantidade de veículos quantificados nos 3 pontos amostrais.

Tipo de Veículos	Quantidade de veículos quantificados	Porcentagem dos veículos (%)
Motocicletas	4.074	9,57
Veículos Leves	33.537	78,82
Veículos Médios	3.435	8,07
Veículos Pesados	1.505	3,54
Total	42.551	100,00

Com base nas estatísticas divulgadas pelo DETRAN/PR, a frota de veículos registrados em Londrina, até o mês de novembro de 2014, foram de 356.106 unidades, conforme estão expressos na Tabela 5.

**Tabela 5** - Quantidade de veículos registrados pelo DETRAN/PR até o mês de novembro de 2014 em Londrina - PR.

Tipo de Veículos	Quantidade de veículos registrados	Porcentagem dos veículos (%)
Motocicletas	75.189	21,11
Veículos Leves	217.523	61,09
Veículos Médios	41.167	11,56
Veículos Pesados	22.227	6,24
Total	356.106	100,00

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

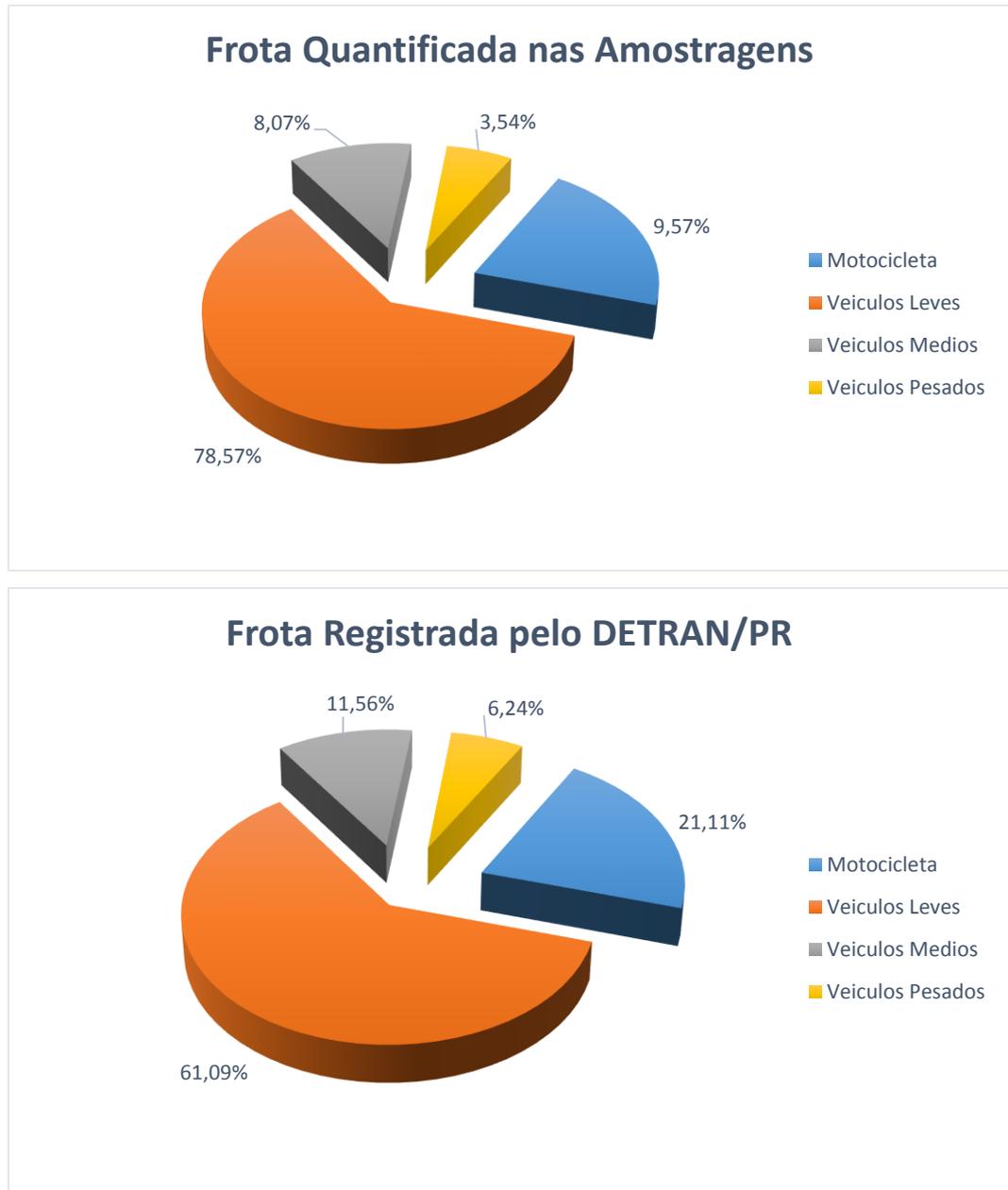
Ao se comparar os valores obtidos na realização deste trabalho com os que foram fornecidos pelo Departamento de Transito do Paraná (DETRAN/PR), pode-se observar uma diferença nas quantidades encontradas, isto pode acontecer devido ao estudo ser realizado, e focado, apenas no entorno do Lago Igapó, fazendo com que os pontos de amostragem acabem se concentrando em apenas uma região e não espalhados por toda a cidade, e, além disso, os inúmeros trajetos diferentes que podem ser feitos naquela localidade.

Porém, cabe ressaltar também, que mesmo com as quantidades dos veículos tendo uma grande diferença, os valores percentuais entre os dados obtidos com o estudo e os valores fornecidos pelo DETRAN/PR acabam apresentando uma maior proximidade, como expressa a Tabela 6.

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

Tipos de Veículos	Percentual encontrado na	Percentual com base no
	pesquisa	DETRAN/PR
Motocicletas	9,57	21,11
Veículos Leves	78,82	61,09
Veículos Médios	8,07	11,56
Veículos Pesados	3,54	6,24
Total	100,00	100,00

A Figura 5 ilustra a semelhança entre as porcentagens dos veículos contabilizados nas amostragens, com a quantidade de veículos registrados pelo município de Londrina.



**Figura 5** - Comparação percentual do cadastro do Detran/PR e as obtidas no estudo.

Conforme a ilustração na Figura 5, esta comparação mostra que os pontos de amostragem escolhidos retratam a frota circulante no município comparado ao cadastro no DETRAN/PR, percentualmente.

## 5.2 Amostragem do Fluxo de Veículos no Ponto 1

A localização do ponto 1 (Figura 6), fica na rotatória que interliga a Avenida Maringá com a Avenida Ayrton Senna, caminho por onde passa uma frota significava de veículos devido ao fato de dar acesso a diversos bairros da cidade e também por ser um dos caminhos utilizados para um dos Shoppings da cidade, onde muita gente trabalha e passeia.



**Figura 6** - Localização do Ponto 1.

O Quadro 3 representa os dados obtidos com as amostragens no ponto 1. O monitoramento foi realizado durante uma hora a partir dos horários citados. Nesse período pode-se observar a quantidade de veículos que trafegavam durante as aferições e conjuntamente analisar a qualidade do ar através do auxílio do medidor portátil de gases.

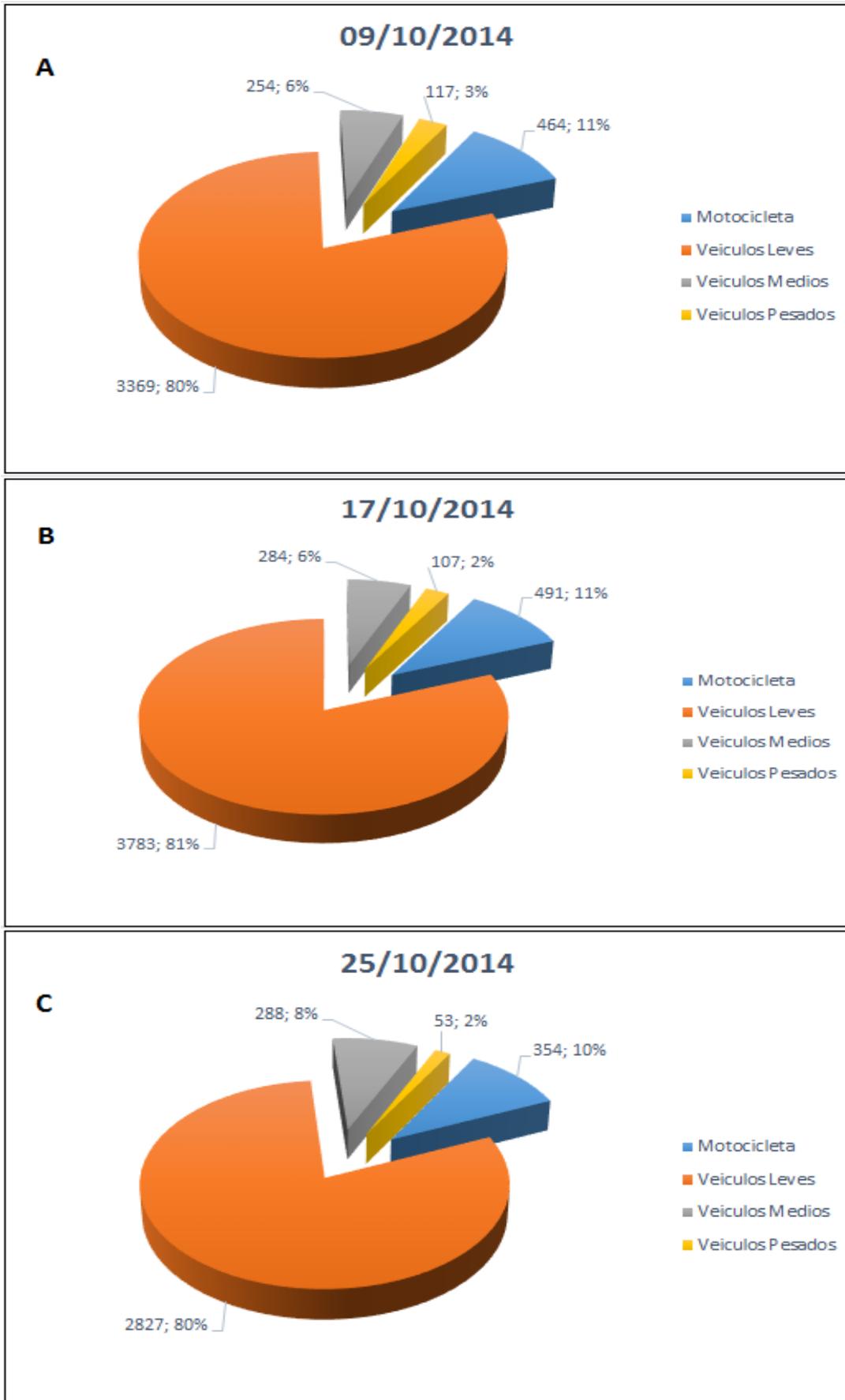
<b>Data</b>	<b>09/10/2014</b>			<b>17/10/2014</b>			<b>25/10/2014</b>			<b>Total</b>
<b>Horários<sup>(1)</sup></b>	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	-
<b>Motos</b>	110	153	201	117	180	194	107	132	115	1.309
<b>Leves</b>	1.037	1.197	1.135	987	1.598	1.198	874	1.051	902	9.979
<b>Médios</b>	48	79	127	61	105	118	81	109	98	826
<b>Pesados</b>	32	53	32	37	29	41	11	23	19	277
<b>Total1<sup>(2)</sup></b>	1.227	1.482	1.495	1.202	1.912	1.551	1.073	1.315	1.134	<b><u>12.391</u></b>
<b>Total2<sup>(3)</sup></b>	4.204			4.665			3.522			<b><u>12.391</u></b>
<b>CO ppm<sup>(4)</sup></b>	6/0	7/0	5/0	6/0	8/0	8/0	4/0	5/0	4/0	-

**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).

A Figura 7 compara as quantidades de veículos, por categoria, contabilizados nos três dias de aferições no ponto 1, através das porcentagens obtidas por meio dos dados coletados no referido local.



**Figura 7** - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 1, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (c).

Analisando a Figura anterior, conseguimos observar que as porcentagens das categorias de veículos permaneceram praticamente a mesma, observa-se também, que a quantidade contabilizada variou bem pouco entre os dias de medição.

Dentre as aferições realizadas neste ponto, ocorre a predominância da quantidade dos veículos leves (automóveis de passeio e de pequeno porte em geral) seguido das motocicletas e com os veículos médios em terceiro, devido ao fato do Ponto 1 estar localizado em uma área central da cidade onde o fluxo principal é de veículos menores e tendo como veículos pesados os ônibus de transporte coletivo e alguns caminhões de pequeno porte.

Nos dias das coletas não houve ocorrência de chuvas, porém em alguns períodos do dia o vento estava muito forte, influenciando diretamente na medição da qualidade do ar através do detector de gases portátil, pois os ventos facilitam a dissipação dos gases emitidos pelos veículos que circulam no local.

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

O ponto 2 (Figura 8) situa-se na Avenida Higienópolis, caminho muito utilizado pelos motoristas devido ao fato de ser umas das principais avenidas da região central. O local da coleta é bem onde ela cruza o Lago Igapó, o que faz também o lugar ser bem frequentado pela população para caminhadas e outras atividades físicas.



Figura 8 - Localização do Ponto 2.

O Quadro 4 apresenta as quantidades de veículos que trafegaram durante o período de amostragem, e o número de detecções de monóxido de carbono.

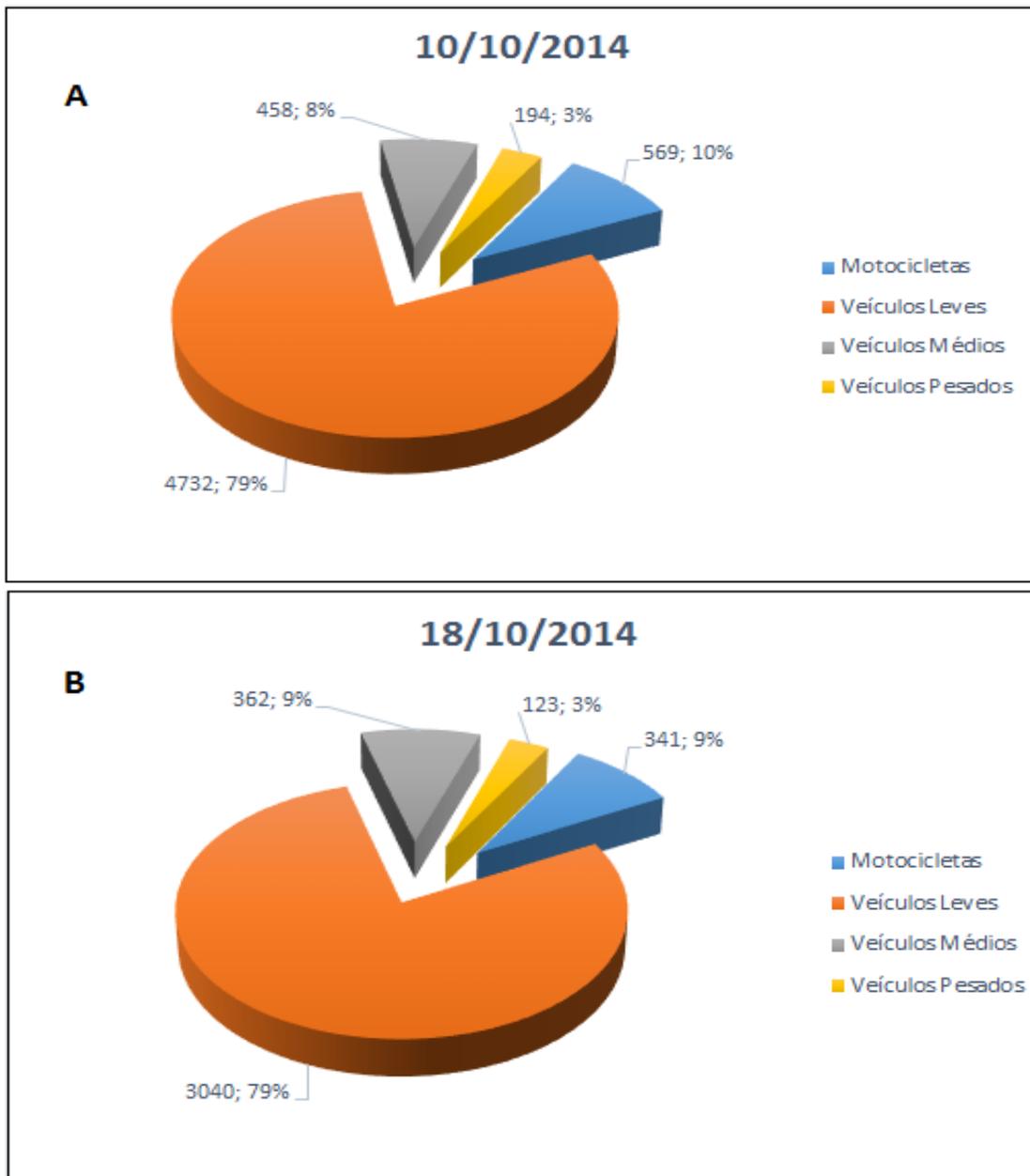
Data	10/10/2014			18/10/2014			23/10/2014			Total
Horários <sup>(1)</sup>	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	-
Motos	272	188	109	107	111	123	126	152	173	1.361
Leves	1.459	1.446	1.827	1.112	1.007	921	873	910	2.006	11.561
Médios	182	147	129	137	117	108	59	100	131	1.110
Pesados	96	52	46	51	42	30	42	41	57	457
Total1 <sup>(2)</sup>	2.009	1.833	2.111	1.407	1.277	1.182	1.100	1.203	2.367	<b>14.489</b>
Total2 <sup>(3)</sup>	5.953			3.866			4.670			<b>14.489</b>
CO ppm <sup>(4)</sup>	12/0	6/0	4/0	10/0	5/0	9/0	4/0	12/0	5/0	-

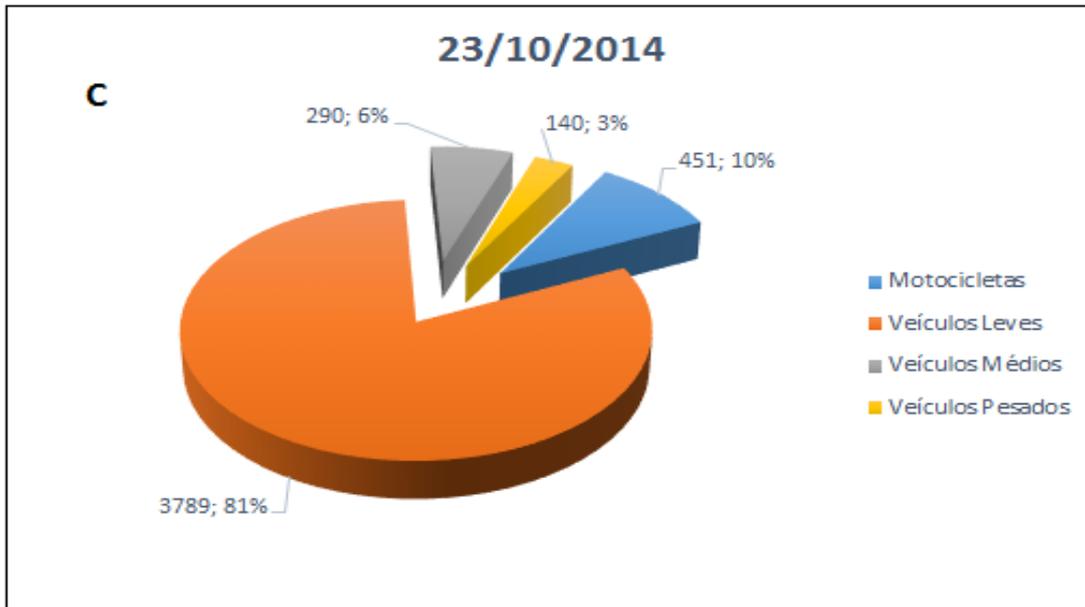
Quadro 4 - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 2.

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 previsto pelo CONAMA (igual a 35 ppm).

A Figura 9 compara as quantidades de veículos, por categoria, contabilizados nos três dias de aferições realizadas no ponto 2, através das porcentagens obtidas por meio dos dados coletados no referido local.





**Figura 9** - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 2, primeira medição (A), segunda (B) e terceira (C).

Conforme apresentado na Figura 9, ocorre a predominância da quantidade dos veículos leves (automóveis de passeio e de pequeno porte em geral) seguido das motocicletas e com os veículos médios em terceiro, fato que também ocorreu com dados mostrados anteriormente no Ponto 1. O Percentual comparado entre os dois pontos são praticamente os mesmos. Outro fator que podemos ressaltar entre o Ponto 1 e o Ponto 2, é o número de detecções apontadas pelo aparelho e nenhuma sendo acima do limite permitido pelo CONAMA. Essas similaridades podem ser compreendidas devido ao fato dos dois locais estarem muito próximos e pertencerem a região central da cidade, assumindo assim um mesmo comportamento característico entre eles.

Não houve ocorrência de chuvas nos dias em que foram realizadas as coletas. Pelo fato do local ser bem aberto e sem prédios em volta, o vento permaneceu constante e significativo durante as aferições, prejudicando diretamente a medição da qualidade do ar através pelo detector de gases portátil, mas influenciando na dissipação dos gases emitidos pelos veículos.

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

O Ponto 3 (Figura 10), se encontra ao final do Lago Igapó, na rotatória da Rua da Canoagem com a Rua Almeida Garret. O local da amostragem fica mais afastado da área central da cidade, o que se diferencia dos pontos apresentados anteriormente.



**Figura 10** - Localização do Ponto 3.

O Quadro 5 expõe as quantidades de veículos que trafegaram durante as coletas efetuadas no local, bem como a quantidade de detecções de monóxido de carbono no local.

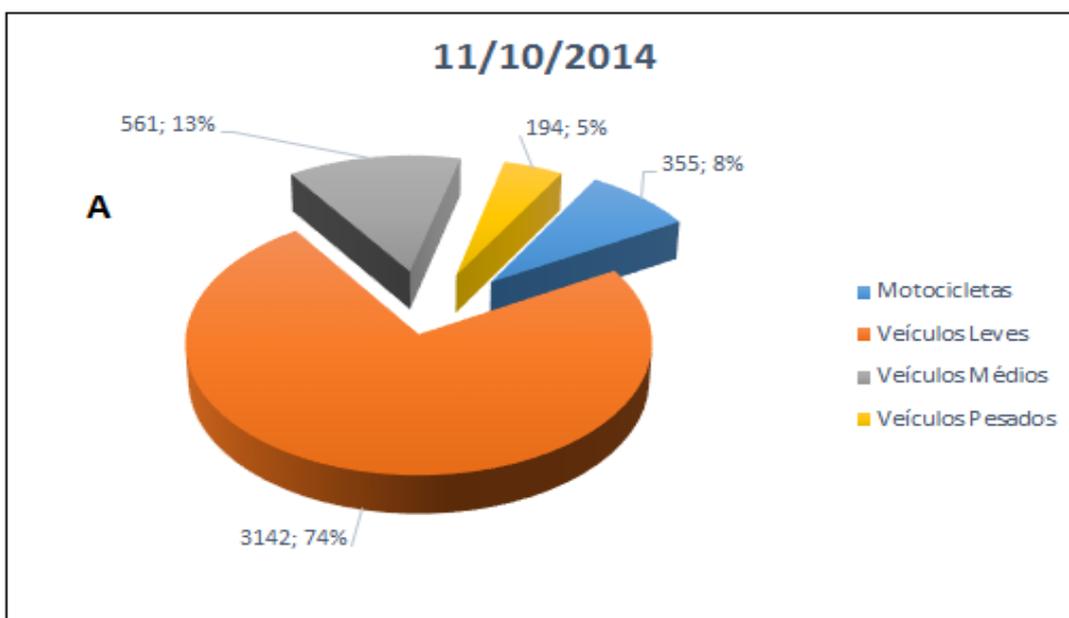
Data	11/10/2014			16/10/2014			24/10/2014			Total
<b>Horários<sup>(1)</sup></b>	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	7:30	12:00	17:30	-
<b>Motos</b>	87	141	127	101	181	202	155	200	210	1.404
<b>Leves</b>	961	1.133	1.048	562	1.633	1.974	822	1.897	1.967	11.997
<b>Médios</b>	158	193	210	72	163	157	121	183	242	1.499
<b>Pesados</b>	44	81	69	65	92	91	78	87	164	771
<b>Total1<sup>(2)</sup></b>	1.250	1.548	1.454	800	2.069	2.424	1.176	2.367	2.583	<b><u>15.671</u></b>
<b>Total2<sup>(3)</sup></b>	4.252			5.293			6.126			<b><u>15.671</u></b>
<b>CO ppm<sup>(4)</sup></b>	11/0	22/2	15/0	18/0	13/0	9/0	11/0	11/0	28/4	-

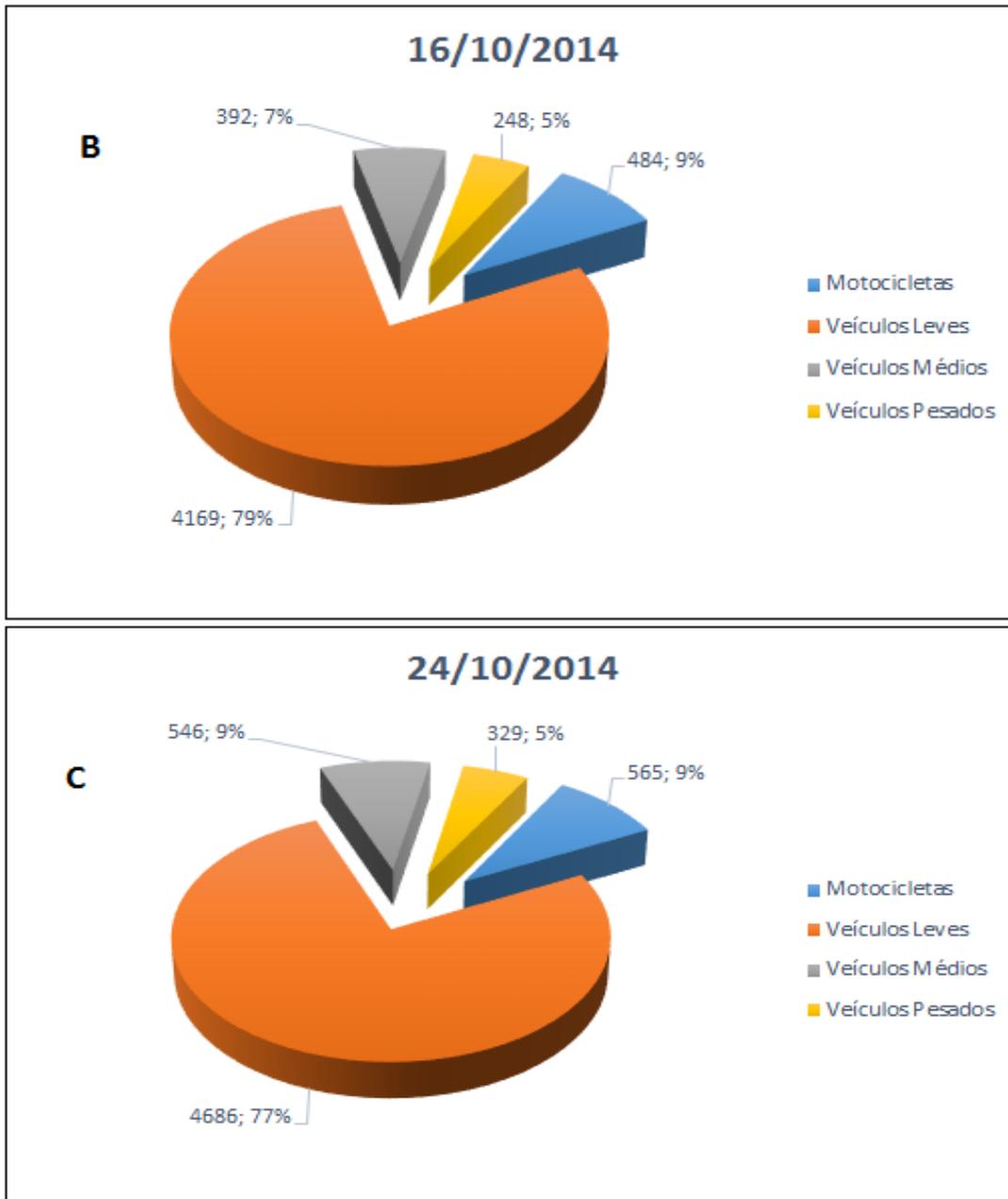
**Quadro 5** - Total de veículos contabilizados por grupo, data e horário no Ponto 3.

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 previsto pelo CONAMA (igual a 35 ppm).

A Figura 11 apresenta a comparação das quantidades de veículos, por categoria, catalogados nos três dias de aferições no ponto 3, através das porcentagens obtidas por meio dos dados coletados no referido local.





**Figura 11** - Comparação percentual entre as amostragens no Ponto 3, na primeira medição (A), na segunda (B) e na terceira (C).

Pode-se notar que o ponto 3 apresentou a maior totalidade no número de veículos contabilizados, em relação aos três pontos de coleta deste trabalho. O fluxo predominante foi de veículos leves, porém fica claro que as porcentagens dos veículos médios e dos veículos pesados apresentaram-se maior neste ponto do que nos dois pontos anteriores, fato compreendido pelos motivos do local estar situado fora da área central da cidade, favorecendo o tráfego de caminhões e veículos mais

pesados, e também, por ser utilizada como uma das rotas para perimetrais e saídas da cidade, ajudando assim no aumento de veículos desse tipo.

Conforme apresentado no Quadro 5, as quantidades de detecções apontadas pelo aparelho nesse ponto também foram elevadas, chegando a ser três vezes mais que nos pontos anteriores. Nota-se que no dia 11 de outubro de 2014, durante a coleta das 12:00 horas, foram registrados dois valores acima do nível máximo permitido pelo CONAMA, situação que também aconteceu no dia 24 de outubro, que apresentou quatro detecções acima do previsto pela legislação, na coleta realizada às 17:30 horas.

Nos dias em que foram realizadas as coletas, não houve ocorrências de chuvas no local.

### 5.3 Temperatura e Umidade Aferidas nos Dias de Monitoramento

A Tabela 7 mostra as temperaturas (°C) e a umidade relativa do ar (%) que foram registradas nos dias de coletas de dados, com suas respectivas datas e períodos. Verificam-se valores típicos da época da primavera e estação mais quente, que influenciam na dissipação dos gases emitidos pelos veículos.

**Tabela 7** - Temperatura e umidade do ar aferidas nos dias de medição.

<b>Pontos</b>	<b>7:30 – 8:30</b>	<b>12:00 – 13:00</b>	<b>17:30 – 18:30</b>
Ponto 1 (09/10/2014 - Quinta)	17°C / 79%	36°C / 27%	29°C / 35%
Ponto 1 (17/10/2014 - Sexta)	20°C / 63%	34°C / 24%	29°C / 37%
Ponto 1 (25/10/2014 - Sábado)	27°C / 30%	37°C / 21%	31°C / 27%
Ponto 2 (10/10/2014 - Sexta)	28°C / 33%	30°C / 53%	28°C / 55%
Ponto 2 (18/10/2014 - Sábado)	27°C / 35%	34°C / 29%	30°C / 26%
Ponto 2 (23/10/2014 - Quinta)	26°C / 37%	33°C / 34%	29°C / 52%
Ponto 3 (11/10/2014 - Sábado)	24°C / 37%	32°C / 27%	29°C / 29%
Ponto 3 (16/10/2014 - Quinta)	29°C / 51%	37°C / 41%	33°C / 45%
Ponto 3 (24/10/2014 - Sexta)	25°C / 50%	31°C / 56%	30°C / 27%

## 5.4 Emissões Atmosféricas

Não foram detectadas emissões de gás sulfídrico ( $H_2S$ ) e de gases combustíveis durante todo o período de monitoramento. De acordo com ANDRADE et. al., (2009), a justificativa para essa ocorrência se dá pelo fato do  $H_2S$  acabar reagindo com o oxigênio atmosférico, assim formando o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ), composto o qual não é detectado pelo equipamento utilizado na pesquisa. Outra explicação seria que alguns gases são mais pesados do que o ar (como o sulfeto de hidrogênio) e podem estar depositados próximos ao solo (GOUVEIA, 2014). Já o oxigênio ( $O_2$ ) permaneceu com o valor inalterado de 20,9% em todas as coletas de dados.

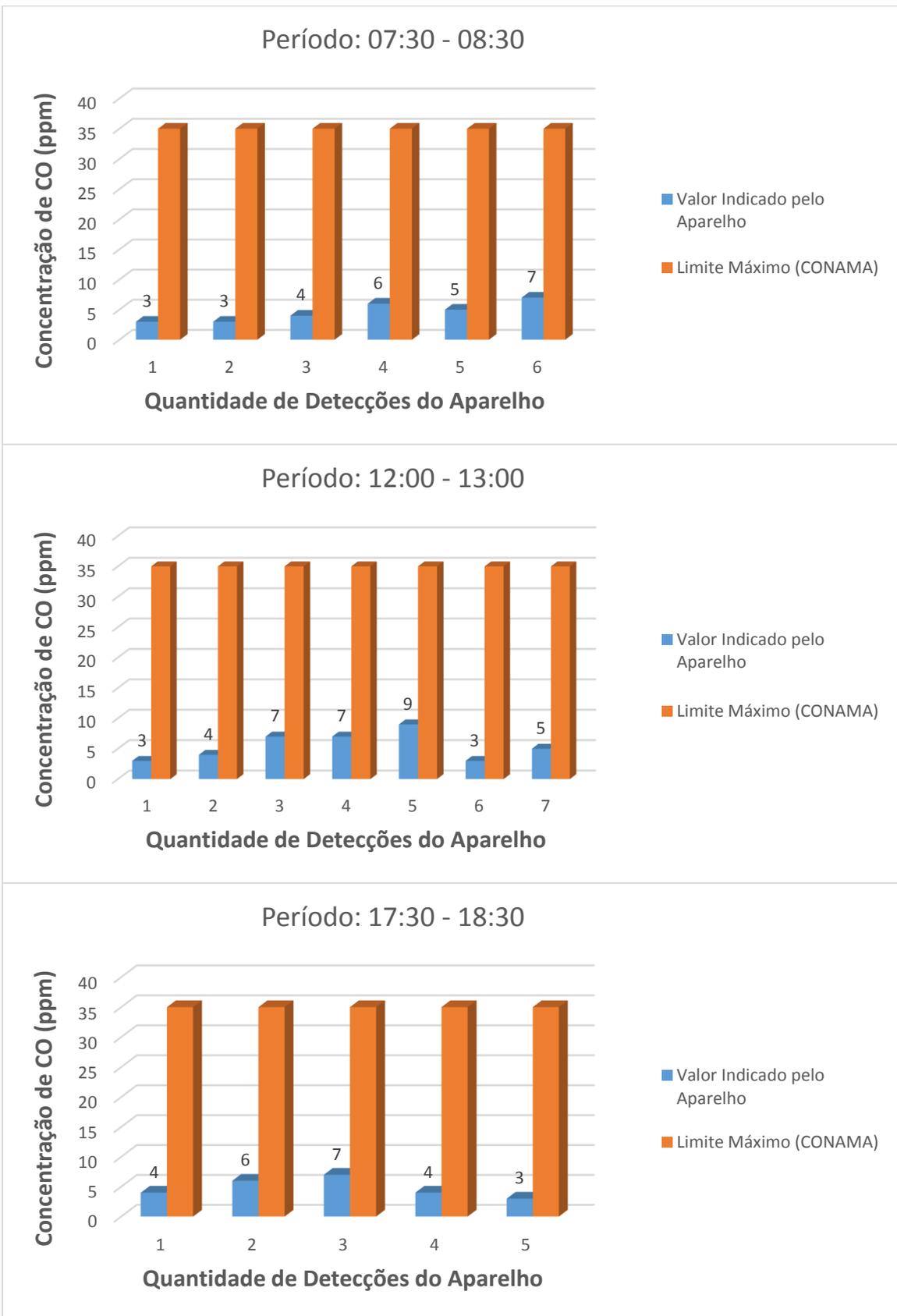
Conforme consta na Resolução CONAMA 03/1990, as detecções que apontarem concentrações maiores ou iguais a 35 partes por milhão (ppm), estariam impróprias ao bem estar da saúde humana. Foram realizadas 258 ocorrências, destas, 53 no Ponto 1, já no Ponto 2 foram 67 e finalizando com 138 no Ponto 3. Do total das 258 detecções, apenas 6 apresentaram valor acima do limite imposto pela legislação.

### 5.4.1 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 1

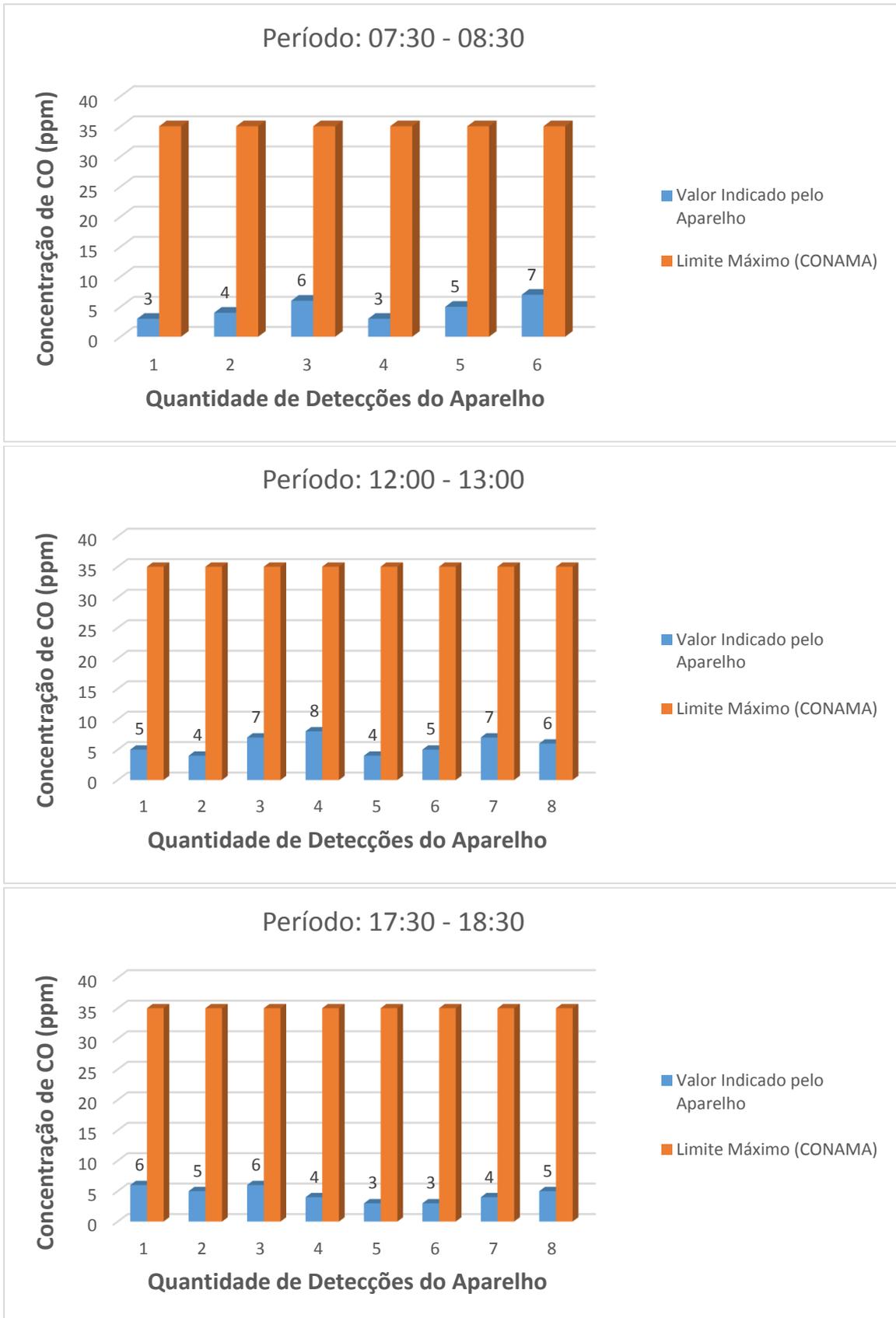
Durante as medições realizadas na rotatória que interliga a Avenida Maringá com a Avenida Ayrton Senna, o aparelho portátil de gases teve a menor incidência de gases detectados, foram apenas 53 registros. Ele também apresentou a menor totalidade de veículos contabilizados.

Pelo fato do ponto 1 estar localizado ao lado de uma rotatória, fazendo com que o trânsito flua mais facilmente e os motoristas não precisem parar, faz com que as emissões de poluentes sejam menores, por não precisarem forçar o motor, influenciando na baixa ocorrência de gases detectados.

As Figuras 12, 13 e 14 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens realizadas no dia 09, 17 e 25 de outubro, respectivamente.



**Figura 12 - Concentração de CO (ppm) no dia 09 de outubro de 2014.**



**Figura 13 - Concentração de CO (ppm) no dia 17 de outubro de 2014.**

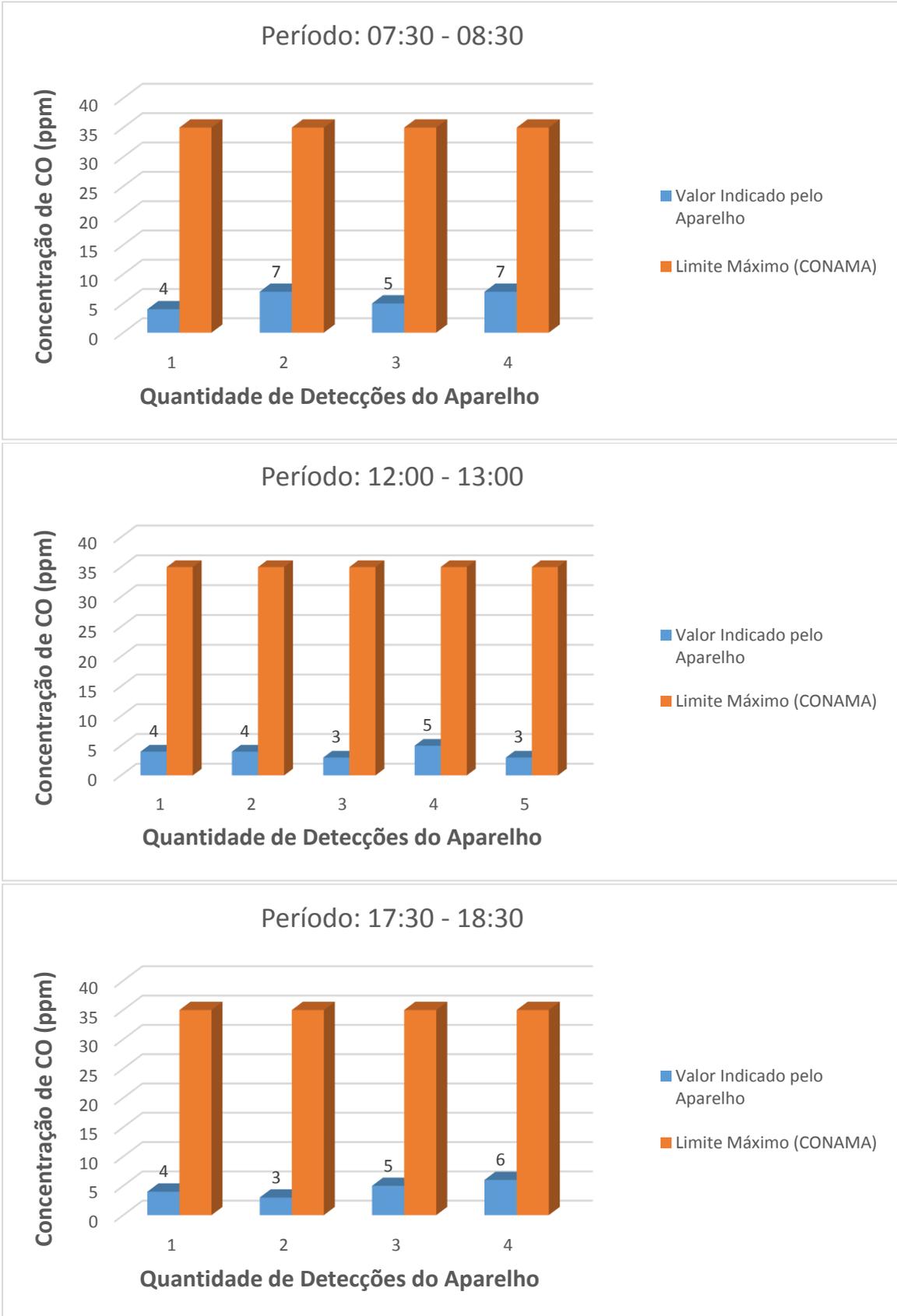


Figura 14 - Concentração de CO (ppm) no dia 25 de outubro de 2014.

Consegue-se observar nos gráficos expostos anteriormente, que em nenhum momento o limite imposto pela legislação brasileira foi ultrapassado no Ponto 1, devido ao fato do local não apresentar um tráfego de muitos veículos pesados, e a grande maioria desses veículos serem ônibus de transporte coletivo e não de caminhões maiores e mais poluentes. Os outros tipos de veículos que também passaram pelo local de coleta aparentavam estar em bom estado e condições de uso, sendo uma grande minoria de veículos velhos e sem manutenção.

Pode-se concluir que o local no Lago Igapó onde está situado o Ponto 1 mostrou uma qualidade do ar satisfatória durante os dias e períodos de aferições, com baixas detecções realizadas pelo aparelho e sem nenhuma ocorrência acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990.

#### 5.4.2 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 2

No decorrer das medições realizadas na Avenida Higienópolis, no local onde ela passa pelo Lago Igapó, o aparelho portátil de gases teve uma incidência de gases detectados maior que as apontadas no Ponto 1, foram 67 registros contra 53 da amostragem anterior. Assim como os gases detectados, o Ponto 2 também apresentou uma maior totalidade de veículos contabilizados se comparado com o ponto anterior.

As Figuras 15, 16 e 17 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens realizadas no dia 10, 18 e 23 de outubro, respectivamente.

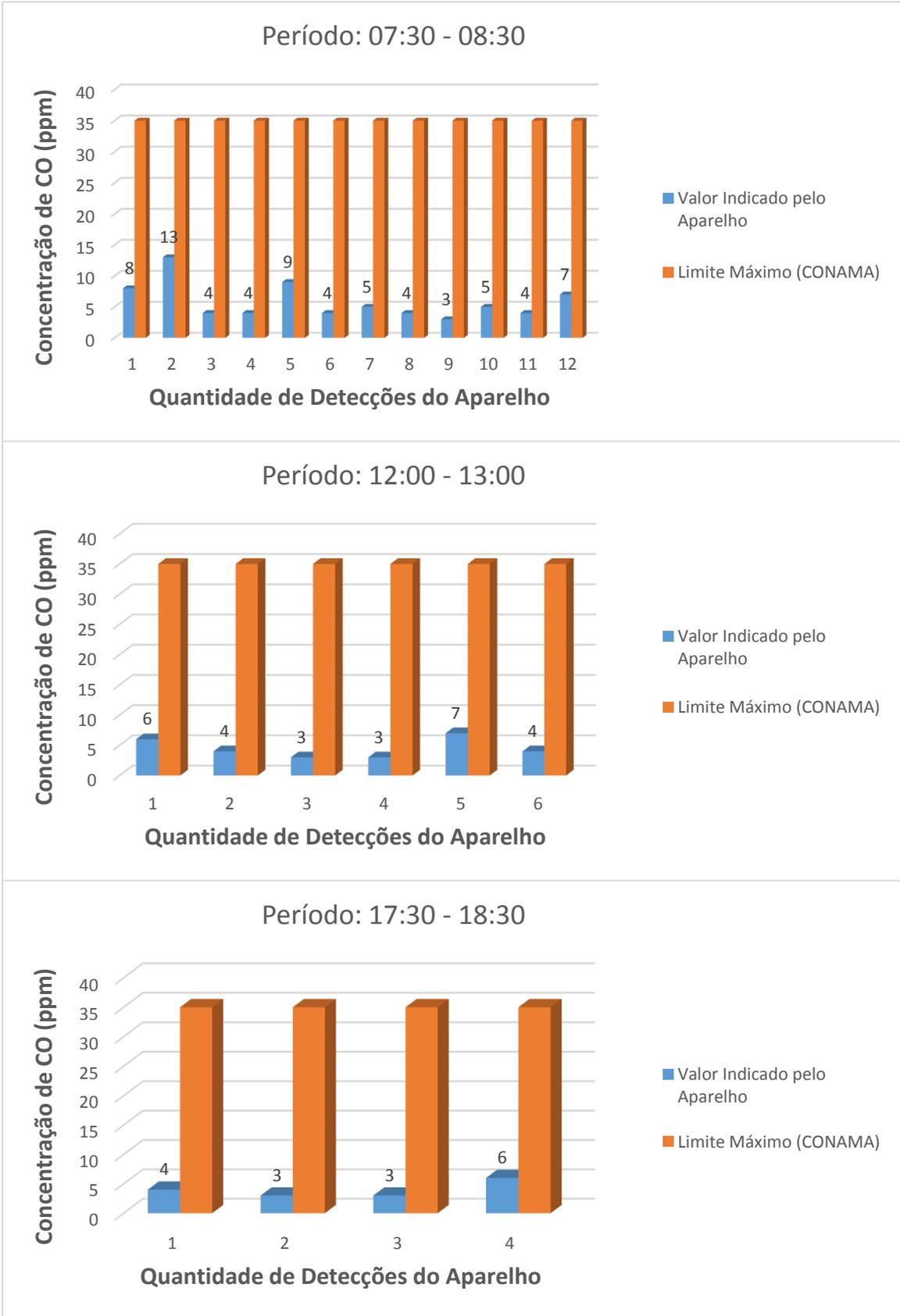


Figura 15 - Concentração de CO (ppm) no dia 10 de outubro de 2014.

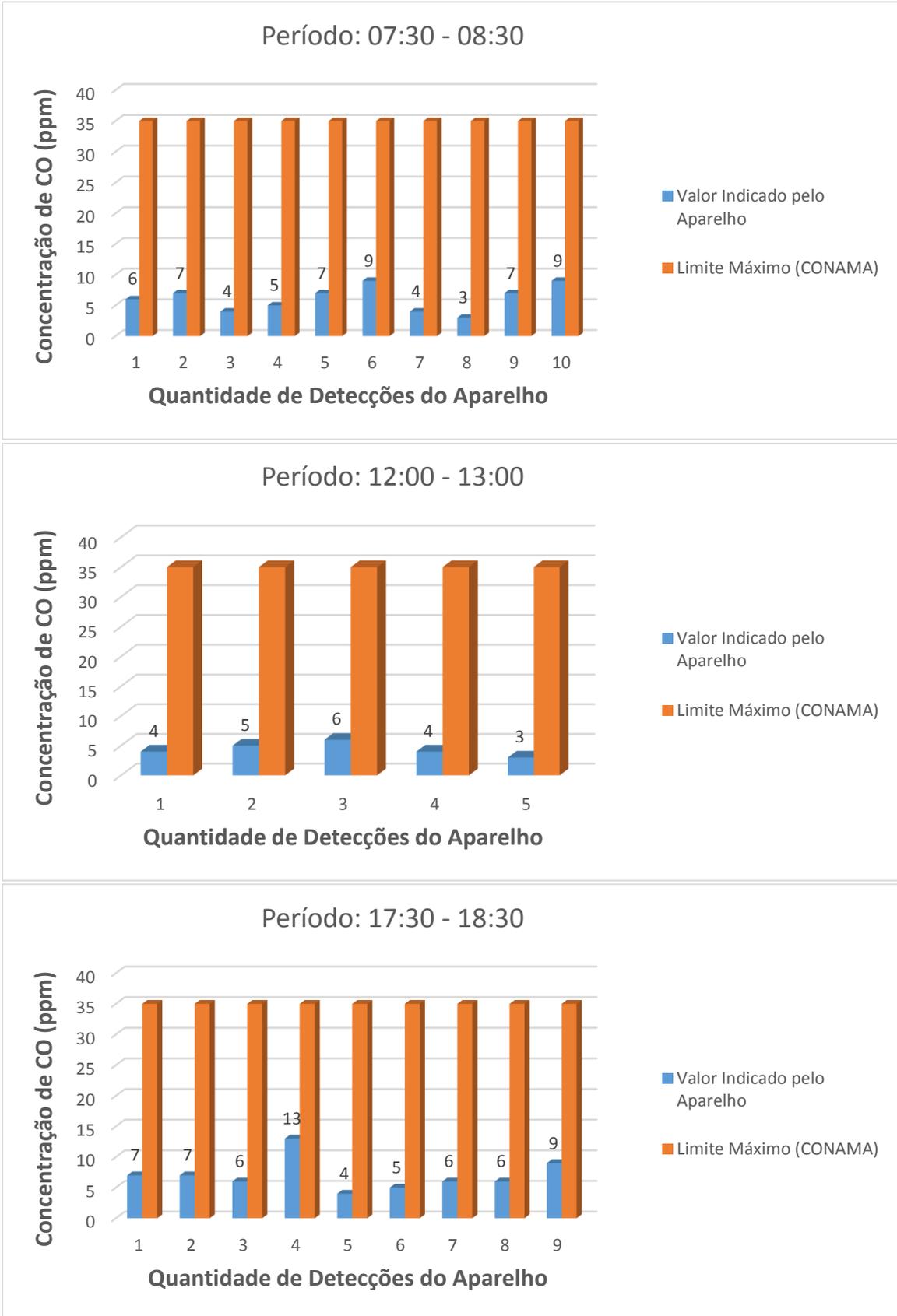


Figura 16 - Concentração de CO (ppm) no dia 18 de outubro de 2014.

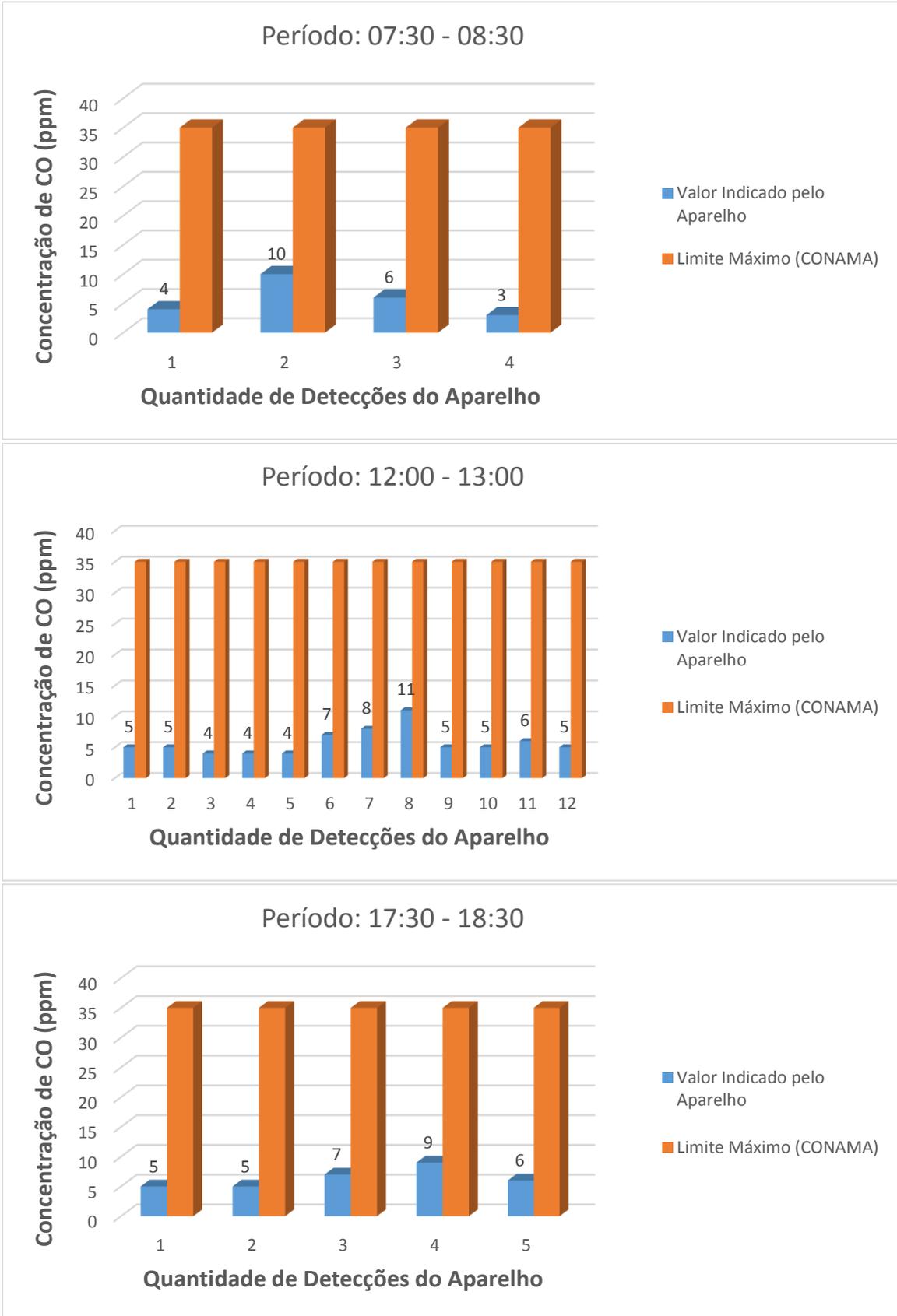


Figura 17 - Concentração de CO (ppm) no dia 23 de outubro de 2014.

Pode-se identificar nos gráficos expostos, que em nenhum momento o limite de CO ultrapassou o previsto pela legislação vigente. No dia 10 de outubro, no período da manhã, e no dia 23 de outubro, no período das doze horas, foram registradas as maiores quantidades de detecções do aparelho no Ponto 2, chegando a 12 ocorrências, com níveis de 13 (ppm) e 11 (ppm), respectivamente.

Mesmo o Ponto 2 estando próximo ao ponto 1 e pertencerem a região central, tendo a mesma característica, que é fluxo de carros leves em bom estado, em quase sua totalidade, e o baixo tráfego de caminhões pesados, ocorreram mais acusações no Ponto 2 e também foram registrados níveis maiores de concentração de CO, isso pode ser justificado pela existência de um semáforo cerca de 15 metros antes do ponto de amostragem, fazendo com que os motoristas forcem os motores, dos carros para adquirirem movimento, ao passar pelo local de coleta.

O Ponto 2 mostrou uma qualidade do ar satisfatória durante os dia e períodos de aferições, sem nenhuma ocorrência acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA.

#### 5.4.3 Amostragem da Qualidade do Ar no Ponto 3

Durante as medições realizadas na Barragem no final do Lago Igapó, o aparelho portátil de gases obteve a maior incidência de poluentes detectados durante todo o estudo, foram 138 registros, o que representa mais de 50% de todas as acusações catalogadas nos três pontos. O ponto 3 também apresentou o maior fluxo de veículos dentre os três locais de amostragens.

As Figuras 18, 19 e 20 apresentam as concentrações obtidas nas amostragens realizadas no dia 11, 16 e 24 de outubro, respectivamente.

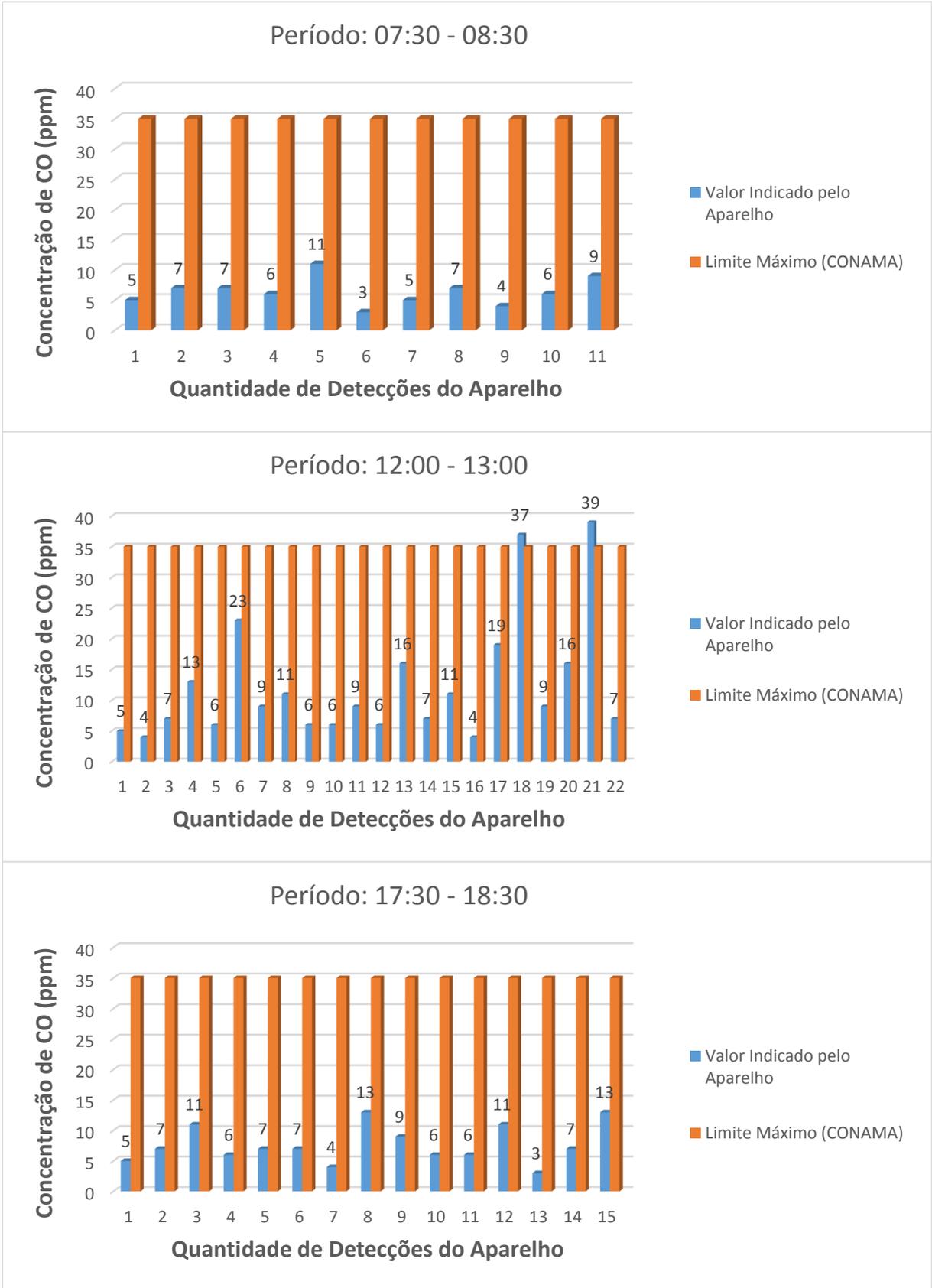


Figura 18 - Concentração de CO (ppm) no dia 11 de outubro de 2014.

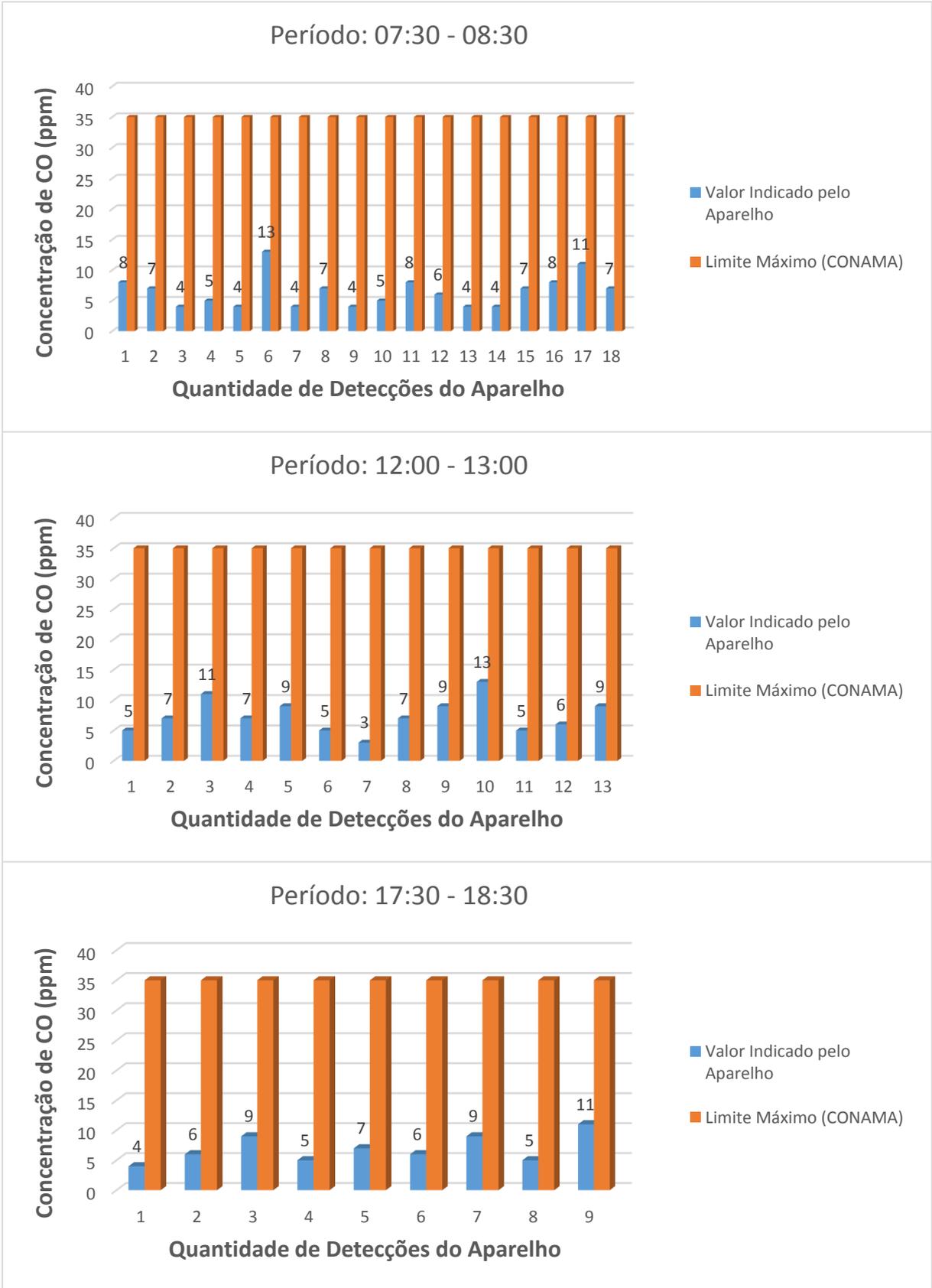


Figura 19 - Concentração de CO (ppm) no dia 16 de outubro de 2014.

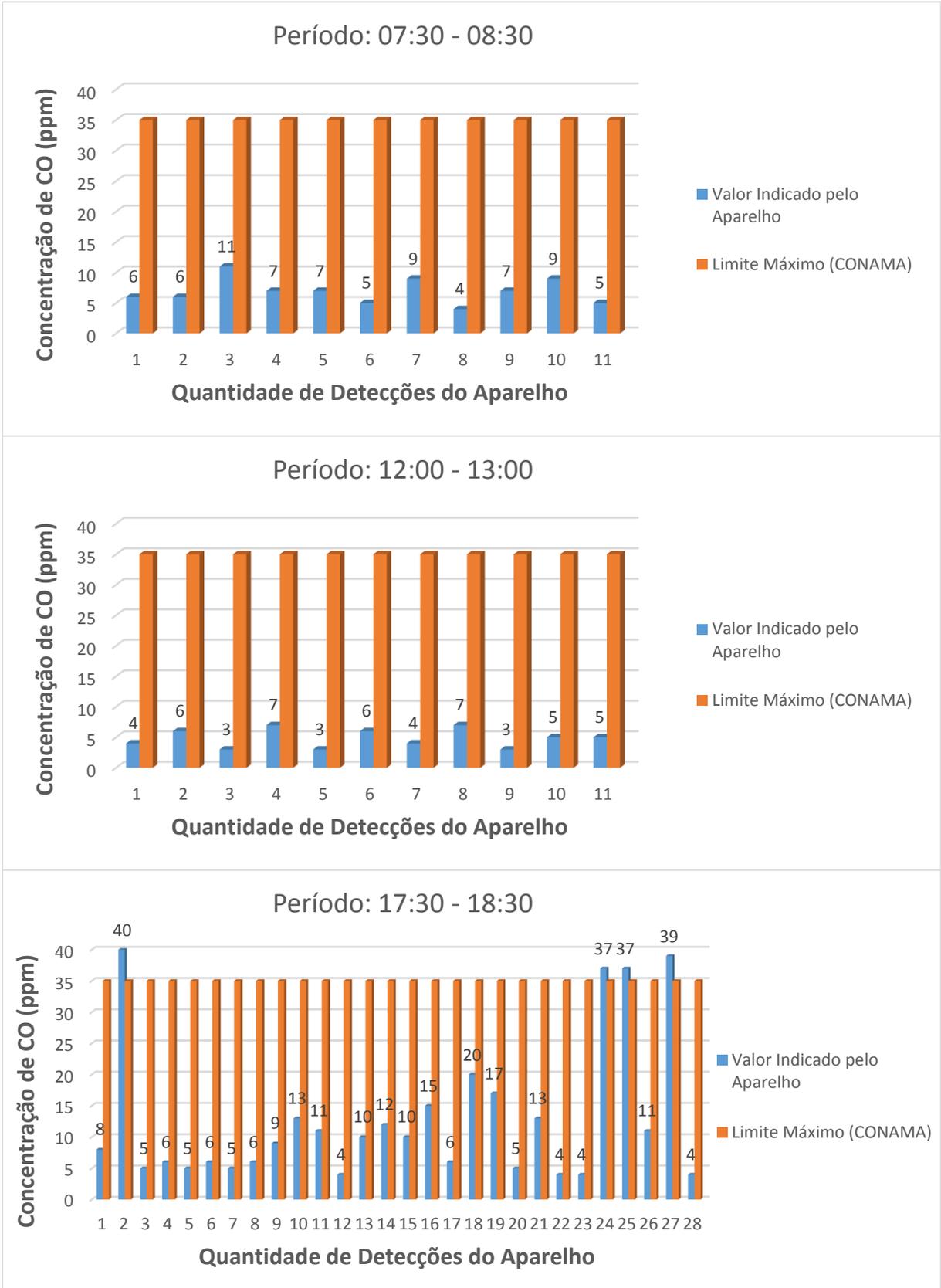


Figura 20 - Concentração de CO (ppm) no dia 24 de outubro de 2014.

Pode-se observar nos gráficos que foram expostos, que diferente dos dois pontos anteriores, o Ponto 3 apresentou seis ocorrências em que o nível de CO, detectado pelo aparelho, ultrapassou o limite de 35 (ppm) previsto pela Resolução CONAMA 03/1990. Duas delas aconteceram no dia 11 de outubro, durante o período das 12 horas, marcando níveis de 37 e 39 (ppm) de monóxido de carbono e, os outros 4 registros, ocorreram no dia 24 de outubro, no final da tarde, com duas ocorrências de 37, uma de 39 e a outra de 40 (ppm).

O Ponto 3 tinha como característica um maior fluxo de caminhões pesados, por ser mais afastado da região central, e também apresentou, em alguns momentos das coletas, a passagem de veículos em péssimas condições de uso, fatores que justificam os dados encontrados acima do limite permitido pela legislação. Outra questão que também influenciou nos valores elevados de monóxido de carbono, foi a existência de uma placa de sinalização (pare), metros antes do local de amostragem, fazendo os motores emitirem mais poluentes ao passarem pelo ponto.

Mesmo com o Ponto 3 apresentando essas inconformidades, a qualidade do ar durante os outros dias e períodos de aferições esteve dentro do limite estabelecido pela Resolução CONAMA.

### 5.5 Qualidade do Ar nos 3 Pontos de Amostragem

Os locais onde foram realizadas as coletas de dados, apresentam uma amplitude, bem considerável, sem barreiras próximas (como prédios e construções altas), o que diminui a concentração de gases, pois os poluentes acabam sendo dispersados mais facilmente.

Apesar da quantidade de picos superiores, ao permitido pela Resolução CONAMA 03/90, encontrados no Ponto 3, todos os dias e períodos de coletas realizadas, nos três pontos estudados, apresentaram uma concentração média de CO inferior aos 35 (ppm), em uma hora de amostragem. Representando uma situação esporádica e de rápida dissipação dos gases poluentes, o que mantém a qualidade do ar no Lago Igapó dentro dos limites de segurança para saúde da população que utiliza o local.

## 6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, foi possível constatar que a quantidade de veículos ou o tipo da frota, que passaram pelos locais de estudo, não são fatores determinantes e/ou exclusivos na concentração de monóxido de carbono (CO) no ar, e sim o estado de manutenção e conservação desses meios de transportes.

Notou-se também que os veículos mais novos, sendo eles leves ou pesados, não influenciaram na concentração das medições ou no número de detecções realizadas pelo aparelho, devido ao fato desses automóveis agregarem tecnologias que reduzem a emissão de poluentes, 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.

O Ponto 1 juntamente com o Ponto 2, mostraram ter uma qualidade do ar em melhores condições do que o Ponto 3, pois em nenhum momento eles tiveram o limite imposto pela legislação brasileira ultrapassado, fato importantíssimo, pois são os locais mais utilizados pela população londrinense para práticas esportivas no Lago Igapó. Mesmo não sendo contabilizado o ano de fabricação dos carros, o trânsito predominante nesses pontos eram de carros mais novos, fabricados nos últimos 10 anos, o que reforça a conclusão citada nos parágrafos anteriores.

Já o Ponto 3 apresentou 3 detecções acima do nível máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 03/1990, marcando 37, 39 e 40 (ppm) de um total de 35 (ppm) permitidos. Nos dias em que ocorreram as inconformidades, ficou evidente que foi por influência de veículos pesados que passaram pelo local em péssimas condições de uso e em visível estado de depreciação. No dia 24 de outubro, durante o período de final de tarde, caminhões pipa foram até o local para encher seus reservatórios com água da barragem, influenciando no resultado mais agravante entre as coletas, em termos de emissões de poluentes, em todo o estudo realizado.

Conclui-se que o Lago Igapó, mesmo estando na região central da cidade e compartilhar o mesmo ambiente com avenidas de intenso tráfego de veículos automotores, apresenta uma excelente qualidade do ar, se mostrando adequado e seguro para utilização de toda população. Apesar das inconformidades constatadas no Ponto 3, essas não tornam o local impróprio para o uso, já que as ocorrências se

deram por motivos esporádicos e não por uma característica predominante no local. Mesmo o Lago Igapó apresentando uma qualidade do ar satisfatória, deve-se considerar que esses poluentes são mais agravantes em crianças e pessoas idosas.

O medidor de gás portátil, assim como todo aparelho, possui seus erros e limitações, aconselha-se um estudo periódico no local, como forma de monitoramento e controle dos poluentes que estão sendo emitidos, e seus devidos níveis, utilizando sempre aparelhos mais novos e sofisticados, que possam ser mais eficazes e identificarem outros gases poluentes que também são nocivos à saúde.

Uma boa alternativa, seria a implantação de um programa municipal de inspeção veicular com possível aplicação de multas para os que ultrapassarem os valores máximos de concentração de CO permitidos pela legislação, acarretando em uma melhoria na qualidade do ar e conseqüentemente no aumento da qualidade de vida da população.

## REFERÊNCIAS

ALVES, Elton A. da C. **Contribuição das Emissões de Poluentes de Veículos para a Poluição Atmosférica Urbana**. 2011. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Automobilística) - Escola superior de tecnologia e gestão, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria, 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 12 jul. 2014.

AZUAGA, Denise. **Danos ambientais causados por veículos leves no Brasil**. 2000. 193 f. Monografia (Pós-graduação em Engenharia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/dazuaga.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2014.

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 maio de 2014.

BORSATO, Vitor da Assunção.; A Dinâmica Atmosférica no Centro-Sul do Brasil no Verão e as Influencias do El Niño Oscilação Sul (Enos). **Revista do Departamento de Geografia – USP**. São Paulo, V. 22, p. 135-157.2011

BRASIL. **Lei nº 9.638 de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: 11 jun. 2014.

CANÇADO, José E. D., BRAFA, Alfesio., PEREIRA, Luiz A. A., ARBEX, Marcos A., SALDIVA, Paulo H. N. e SANTOS, Ubiratan de P. Repercussões Clínicas da Exposição à Poluição Atmosférica. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, São Paulo, v.32, n.2, 2006.

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](http://www.puc-rio.br/pibic/relatorio_resumo2009/relatorio/dir/mariana_carvalho.pdf)> acesso em 10 mai 20

\_\_\_\_\_. 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.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>. Acesso em: 29 de maio de 2014.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA Nº 018, de 06 de maio de 1986. Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE. **Diário Oficial da União República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 jun. 1986.

\_\_\_\_\_. 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>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

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

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: 29 de maio de 2014.

GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista da. **Impactos ambientais urbanos no Brasil**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/meio-ambiente/qualidade-do-ar.html>> acesso em: 14 jun. 2014.

GOUVEIA, Jorge L. N. **Atuação de equipes de atendimento emergencial em vazamentos de combustíveis em postos e sistemas retalhistas**. 2004, 214p. Tese (Mestrado em Saúde Pública). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004, p. 54-81. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/postos/dissertacao\\_gouveia.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/emergencia/acidentes/postos/dissertacao_gouveia.pdf)>. Acesso em: 26 mai. 2014.

IBRAM - INSTITUTO BRASÍLIA AMBIENTAL. 2013. Disponível em: <http://www.ibram.df.gov.br/informacoes/meio-ambiente/qualidade-do-ar.html> acesso em 14 jun. 2014

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: 14 jun. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=411370&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>>. Acesso em: 15 de jul. de 2014.

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, 200p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009, p. 26. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18143/tde-26052009-170127/fr.php> >. Acesso em: 14 jun. 2014.

MILLER Jr, G. Tyler; **Ciência Ambiental**. 11 ed. São Paulo, Thomson Learning Edições. 1931.

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

PARANÁ. **RESOLUÇÃO N º 054/06 – SEMA. CONTROLE DA QUALIDADE DO AR**. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. Curitiba – PR. 2006. Disponível em: [http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO\\_SEMA\\_54\\_2006.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/RESOLUCOES/RESOLUCAO_SEMA_54_2006.pdf)>. Acesso em: 11 jul. 2014.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Estado da Segurança Pública – Departamento de Transito do Paraná – DETRAN PR. **Frota de veículos cadastrados no Estado do Paraná – Posição em novembro de 2014**. Paraná. 2014. 08p. Disponível em: [http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscastradospr/2014/frota\\_novembro\\_2014.pdf](http://www.detran.pr.gov.br/arquivos/File/estatisticasdetransito/frotadeveiculoscastradospr/2014/frota_novembro_2014.pdf)

\_\_\_\_\_. **PLANO DE CONTROLE DE POLUIÇÃO VEICULAR – PCPV**. Secretaria Estadual de Meio Ambiente Curitiba – PR. 2011. Disponível em: <[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao\\_ambiental/Legislacao\\_estadual/R ESOLUCOES/PCPV\\_Estado\\_do\\_Parana.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Legislacao_ambiental/Legislacao_estadual/R ESOLUCOES/PCPV_Estado_do_Parana.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2014.

PHILIPPI, Arlindo Jr. **Saneamento, saúde, e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

PIRES, Dilson O. **Inventário de emissões atmosféricas de fontes estacionárias e sua contribuição para a poluição do ar na região metropolitana do Rio de Janeiro**. 2005. 188 f. Tese (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

LONDRINA. Disponível: <[http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec\\_planejamento/perfil/perfil\\_de\\_londrina\\_2013.pdf](http://www.londrina.pr.gov.br/dados/images/stories/Storage/sec_planejamento/perfil/perfil_de_londrina_2013.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2014.

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.

VILLALOBOS, Luz Delicia; CASTILLO, Milagros N. Q. Controle da qualidade do ar usando gráficos de controle para um modelo de regressão múltipla. IN: SIMPÓSIO AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, 2, 2011, Campo Mourão, PR. **Anais do II Simpósio Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná**. Campo Mourão, PR : UTFPR, 2011. 1 CD-ROM.