CARACTERIZAÇÃO DE AMBIENTES INTERNOS DA REGIÃO CENTRAL DE SÃO CARLOS/SP: MATERIAL PARTICULADO E POLUIÇÃO SONORA

ELAINE SCHORNOBAY

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Ciências, Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento.

Área de concentração: Hidráulica e Saneamento

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wiclef Dymurgo Marra Jr.

[VERSÃO CORRIGIDA]

**São Carlos, SP
2012**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

S374c Schornobay, Elaine
 Caracterização de ambientes internos da região
 central de São Carlos-SP : material particulado e
 poluição sonora. / Elaine Schornobay ; orientador
 Wicleff Dymurgo Marra Jr. São Carlos, 2012.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação e
Área de Concentração em Engenharia Hidráulica e
Saneamento)-- Escola de Engenharia de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2012.

1. Poluição sonora. 2. Material particulado. 3.
Conforto térmico. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Bacharel **ELAINE SCHORNOBAY**.

Título da dissertação: "Caracterização de ambientes internos da região central de São Carlos/SP: material particulado e poluição sonora".

Data da defesa: 25/05/2012

Comissão Julgadora:

Resultado:

Prof. Dr. Wiclef Dymurgo Marra Junior (Orientador)
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Profª. Drª. Mônica Lopes Aguiar
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADO

Profª. Drª. Simone Andrea Pozza
(Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:
Prof. Titular **Edson Cezar Wendland**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Associado **Paulo Cesar Lima Segantine**

DEDICATÓRIA

"Aos mais importantes e amados, minha família. Pela liberdade, pela confiança e apoio incondicionais em todas as minhas decisões."

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio regular, essencial para o desenvolvimento da presente pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado.

Ao Professor Wiclef, pelo apoio, orientação e infra-estrutura disponibilizada para a realização deste trabalho.

À Professora Mônica, pelas considerações, apoio e suporte instrumental para o trabalho.

Aos companheiros de pesquisa e amigos Lênin, Tatiane e Guilherme, pelas discussões e trocas de aprendizado.

Aos funcionários e responsáveis dos locais em que este trabalho foi realizado, sempre atenciosos.

À todos os colegas, Professores e funcionários do PPG-SHS, pela troca de experiências e pelos momentos de lazer.

Aos amigos, Amanara, Bruno, Córdoba, Filipe, Flávia, Luciano, Natália, Raphael e em especial ao Lucas, que pela amizade me trouxe para São Carlos, e ao Narumi, meu grande companheiro em São Carlos, amigo para todas as horas.

As amigos Edicléia, Elizângela, Solange, Lucas Rocha, Mariana, Priscila e Viviane, que mesmo à distância sempre me confortaram nas horas amargas e torceram pelas minhas realizações.

Ao meu namorado Roberto, pela presença em todos os momentos, por toda paciência e compreensão a mim dedicadas.

E especialmente, à minha família querida, minha mãe Tereza, meu pai Eugênio e meu admirado irmão Eliton, por tudo de mais importante que cultivaram na minha educação, os bons exemplos!!

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade ambiental interna de lojas da região central na cidade de São Carlos/SP. Foram monitorados os seguintes parâmetros: concentração e análise química de MP_{10} e de $MP_{2,5}$, CO_2 , níveis de ruído, temperatura e umidade relativa do ar. A coleta de dados foi realizada de maneira simultânea em ambientes internos e externos de quatro lojas do centro da cidade por um período de oito horas diárias, das 9 h às 17 h. Dois pontos estavam localizados de frente para vias de grande circulação de veículos e dois no calçadão da cidade (sem trânsito de veículos). Os valores de concentração, tanto de MP_{10} como de $MP_{2,5}$, se apresentaram, na maior parte dos dias de coleta, com os valores internos superiores aos externos. Para o período chuvoso, em que foi realizado o maior número de coletas, os valores de concentração não ultrapassaram os limites estabelecidos pela OMS, de $25\mu g/m^3$ para o $MP_{2,5}$ e de $50\mu g/m^3$ para o MP_{10} . Quanto à análise química, foi observado que não há diferenças significativas entre os ambientes interno e externo. Sendo que, em ambos os ambientes, foram encontrados Si, S, Ca, Fe, Al, K e Cu, elementos comumente observados em áreas urbanas. Em relação ao CO_2 , o seu monitoramento não se mostrou relevante, já que todos os ambientes monitorados realizavam trocas de ar com o ambiente externo de forma natural, dessa forma a concentração não atingiu valores preocupantes. Os níveis de poluição sonora monitorados no ambiente externo foram superiores aos do ambiente interno em todos os dias monitorados. Os pontos de monitoramento que ficavam direcionados para as vias de circulação de veículos apresentaram valores superiores aos encontrados no calçadão da cidade. Em todos os dias monitorados, os valores de ruído dos ambientes interno e externo não apresentaram acordo com o padrão estabelecido pela NBR 10.151/2.000, de 50dB(A) e 60dB(A), respectivamente. Sendo que os valores externos ficaram entre 61 dB(A) e 66,8 dB(A) e, para o ambiente interno, os valores variaram de 53,9 dB(A) a 63,6 dB(A). A temperatura e a umidade relativa do ar apresentaram variações ao longo do dia e, de acordo com a RE/ANVISA nº09/2003 e o índice HI, a maioria dos dias monitorados sugere sensação de desconforto térmico aos ocupantes desses locais.

Palavras-chave: Material particulado, poluição sonora, conforto térmico.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the indoor environmental quality of shops in the central region in São Carlos/SP. The following parameters were monitored: the concentration and chemical analysis of MP_{10} and $MP_{2,5}$, CO_2 , noise levels, temperature and relative humidity. Data collection was performed simultaneously in internal and external environments of four stores in the center of town for period of eight hours daily, from 9 am to 5 pm. Two points were located in front of large circulation routes for vehicles and two on the sidewalk of the city (no vehicle traffic). The values concentration both PM_{10} and $PM_{2,5}$ are presented, in most days of collection, with the internal values higher than the outside. For the rainy season, which was held in the greatest number of samples, the concentration values did not exceed the limits set by OMS of $25\mu g/m^3$ for $MP_{2,5}$ and $50\mu g/m^3$ for MP_{10} . In the chemical analyses, it was not observed significant differences between the internal and external environments, since in both environments were found Si, S, Ca, Fe, Al, Cu and K, elements commonly seen in urban areas. In relation to the CO_2 monitoring was not relevant, since all monitored environments performed air exchanges with the external environment in a natural way, producing values concentration not concern. The noise levels monitored in the external environment were superior to the internal environment every day. The monitoring points directed to the traffic routes of vehicles had higher values than those found on the sidewalk of the city. On each day the monitored noise values of the internal and external environments not presented inside of the standard established by NRB 10.151/2000 of 50dB(A) e 60dB(A), respectively, since external values were between 61dB(A) and 66,8dB(A), and the internal environment values ranged from 53,9dB(A) and 63,6dB(A). The temperature and relative humidity showed variations throughout the day, and according to RE/ANVISA nº09/2003 and the index HI, most of the days monitored suggests thermal discomfort to the occupants of these places.

Keywords: Particulate matter, noise pollution, thermal comfort.

LISTA DE FIGURAS

1	Concentração de MP ₁₀ coletados no centro de São Carlos	15
2	Relação entre precipitação e concentração de MP ₁₀ normalizados	16
3	Mapa de localização da cidade de São Carlos	19
4	Localização dos pontos amostrais	20
5	Disposição do ponto amostral P1	21
6	Disposição do ponto amostral P2	22
7	Disposição do ponto amostral P3	22
8	Disposição do ponto amostral P4	23
9	Bomba de sucção da SKC (a), PEM (b) utilizados para coleta de material particulado e disposição das partes do PEM (c)	27
10	Monitores Portáteis EVM-7 (a) pDR-1.500 (b)	29
11	Concentração de CO ₂ interno	32
12	Concentração de CO ₂ externo	33
13	Comportamento diário típico de temperatura e umidade relativa do ar no P1 - (28/10/2011)	38
14	Temperaturas médias dos meses de junho, julho e novembro dos últimos 6 anos para a cidade de São Carlos	39
15	Índice de calor - HI	42
16	Gráfico do comportamento de um dia típico da poluição sonora no P1 (24/11/2011)	44
17	Valores médios de poluição sonora por ponto de coleta	45
18	Gráfico em boxplot dos níveis de poluição sonora interno para cada dia de coleta	47
19	Gráfico em boxplot dos níveis de poluição sonora externo para cada dia de coleta	48
20	Comportamento do material particulado ao longo de um dia de coleta no P2 - (25/11/2011)	51
21	Gráfico de <i>boxplot</i> das coletas de MP _{2,5} da etapa de coleta preliminar dos dados com o EVM-7	53

22	Gráfico de <i>boxplot</i> da concentração do MP _{2,5} no ambiente interno coletado com o pDR-1.500	54
23	Gráfico de <i>boxplot</i> da concentração do MP _{2,5} no ambiente externo coletado com o EVM-7	55
24	Gráfico de <i>boxplot</i> da concentração do MP ₁₀ no ambiente interno coletado com o pDR-1500	56
25	Gráfico de <i>boxplot</i> da concentração do MP ₁₀ no ambiente externo coletado com o EVM-7	57
26	Valores de concentração de material particulado obtidos na etapa de coleta preliminar dos dados	58
27	Comparação das concentrações MP ₁₀ e MP _{2,5} no ambiente interno	60
28	Comparação das concentrações MP ₁₀ e MP _{2,5} no ambiente externo	62
29	Análise química das membranas brancas	63
30	Análise química da etapa de coleta preliminar de dados	64
31	Constituição química do MP ₁₀ interno e externo	66
32	Constituição química do MP ₁₀ e MP _{2,5} externos	67
33	Análise química da etapa de coleta efetiva de dados (1)	68
34	Análise química da etapa de coleta efetiva de dados (2)	69
35	Membrana de coleta de MP ₁₀ externo (07/06/2011)	70
36	Membrana de coleta de MP ₁₀ externo (25/11/2011)	70
37	Membrana de coleta de MP _{2,5} externo (07/06/2011)	71
38	Membrana de coleta de MP _{2,5} externo (01/12/2011)	71
39	Comparação equipamentos de coletas do MP _{2,5} no ambiente interno	72
40	Comparação equipamentos de coletas do MP _{2,5} no ambiente externo	73
41	Comparação equipamentos de coletas do MP ₁₀ no ambiente interno	74
42	Comparação equipamentos de coletas do MP ₁₀ no ambiente externo	74
43	Comparação da temperatura e concentração de MP ₁₀ internos	77
44	Comparação da umidade relativa e concentração de MP ₁₀ internos	78

LISTA DE TABELAS

1	Características dos locais de amostragens	21
2	Distribuição da coleta de dados da etapa preliminar	24
3	Distribuição da coleta de dados da etapa efetiva	25
4	Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) de temperatura e umidade relativa do ar para cada ponto de amostragem na etapa de coleta preliminar dos dados (inverno)	34
5	Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) de temperatura e umidade relativa do ar para cada ponto de amostragem na etapa de coleta efetiva dos dados (verão).	35
6	Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) para temperatura e umidade relativa do ar para cada dia da etapa de coleta preliminar de dados	35
7	Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) para temperatura e umidade relativa do ar para cada dia da etapa de coleta efetiva de dados	36
8	Índice de calor - HI	40
9	Valores de média e desvio padrão de poluição sonora por ponto de coleta	45
10	Valores de média e desvio padrão da poluição sonora para cada dia de coleta	46
11	Médias e desvio padrão do material particulado coletado com os monitores portáteis	52
12	Concentrações de MP ₁₀ e MP _{2,5} de todos os dias de coleta e relação interno/externo (I/E)	59
13	Relação MP _{2,5} /MP ₁₀	61
14	Valores de precipitação e concentração de MP ₁₀ e MP _{2,5} nos ambientes interno e externo	76
15	Gravimetria da fase de coleta preliminar	87
16	Gravimetria da fase de coleta efetiva	88
17	Gravimetria da fase de coleta efetiva (continuação)	89
18	Temperatura e umidade relativa do ar do dia 28/10/2011	90
19	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011	91
20	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	92

21	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	93
22	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	94
23	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	95
24	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	96
25	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	97
26	Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)	98
27	Material particulado do dia 25/11/2011	99
28	Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)	100
29	Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)	101
30	Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)	102

LISTA DE SÍMBOLOS

MP ₁₀	Material particulado com diâmetro aerodinâmico de 10 μ m
MP _{2,5}	Material particulado com diâmetro aerodinâmico de 2,5 μ m
MP _{2,5-10}	Material particulado com diâmetro aerodinâmico de 2,5 μ m à 10 μ m
CO ₂	Dióxido de Carbono
OMS	Organização Mundial da Saúde
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
USEPA	United States Environmental Protection Agency
CO	Monóxido de Carbono
SO ₂	Dióxido de Enxofre
NO _x	Óxido de Nitrogênio
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
dB	Decibéis
dB(A)	Decibéis em nível de ponderação A
μ g	Microgramas
μ g/m ³	Microgramas por metro cúbico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UFSCar	Universidade Federal de São Carlos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
PEM	Personal Environmental Monitor

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	i
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE SIGLAS	v
1 Introdução	1
2 Objetivos	3
3 Revisão Bibliográfica	4
3.1 Qualidade do ar em ambientes internos	4
3.2 Material Particulado	7
3.3 Poluição Sonora	11
3.4 Histórico de Estudos em São Carlos	14
4 Materiais e Métodos	18
4.1 Local de estudo	18
4.2 Coleta dos dados	23
4.3 Material Particulado	25
4.3.1 Filtração	26
4.3.2 Monitores de material particulado	28
4.4 Análise do dióxido de carbono (CO ₂)	29
4.5 Poluição Sonora	30
4.6 Variáveis climáticas	30
4.6.1 Conforto térmico	31
5 Resultados e Discussão	32
5.1 Temperatura e umidade relativa do ar	33

5.1.1	Índice de Calor (HI)	40
5.2	Poluição sonora	41
5.3	Material particulado	50
5.3.1	Resultado dos Monitores Portáteis	50
5.3.2	Resultados da Gravimetria	58
5.3.3	Análise química	63
5.3.4	Comparação métodos de medição de material particulado	72
5.4	Váriaveis climáticas	75
6	Conclusões	79
7	Sugestões para trabalhos futuros	80
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
A	APÊNDICE - Dados da gravimetria da fase de coleta preliminar de dados	87
B	APÊNDICE - Dados da gravimetria da fase de coleta efetiva dos dados	88
C	APÊNDICE - Dados de temperatura e umidade relativa do ar do dia 28/10/2011	90
D	APÊNDICE - Dados dos níveis de ruído do dia 24/11/2011	91
E	APÊNDICE - Dados de concentração de MP_{2,5} do dia 25/11/2011	99

1 Introdução

O crescimento das aglomerações urbanas nas últimas décadas criou, nesses ambientes, condições adversas à qualidade de vida das populações. Os avanços industriais e o aumento exorbitante da frota veicular são os principais fatores relacionados aos efeitos negativos, e um dos sistemas que mais tem sofrido com essa degradação é o ar.

A deterioração da qualidade do ar causa danos aos materiais, à fauna, à flora, às condições de visibilidade e também agride de muitas maneiras a saúde da população (CETESB, 2011). Há algum tempo se sabe a relação existente entre o aumento dos casos de internações e mortes por complicações cardiorrespiratórias, nos episódios em que ocorre aumento da concentração dos poluentes. Além disso, as partículas e gases são formadas de componentes químicos que podem ser tóxicos à saúde e ter potencial cancerígeno (SALDIVA et al., 1992). Neste contexto, especial atenção se tem dado às partículas finas, menores que $10\mu\text{m}$ de diâmetro, que por possuírem menores dimensões, atingem o trato respiratório, e as menores que $2,5\mu\text{m}$ podem chegar até os alvéolos pulmonares. Como agravante, as partículas inferiores a $2,5\mu\text{m}$, diferentemente das partículas maiores que logo se depositam no solo com a ação da gravidade, podem permanecer suspensas por um tempo muito maior e viajar dezenas de quilômetros (MARQUES, 2000).

A quantificação dos poluentes pode ser realizada de duas maneiras, por meio de amostragens diretamente na fonte ou, nos chamados receptores. A quantificação realizada nos receptores é interessante porque se está avaliando não apenas a liberação de substâncias por uma única fonte, mas a soma de todas as fontes após dispersão e reações químicas, tendo-se dessa forma uma idéia melhor da exposição.

Além da poluição do ar, o aumento da frota veicular nas últimas décadas, juntamente com outros fatores, têm provocado sérios problemas devido ao aumento do nível de poluição sonora nos centros urbanos. As pessoas que frequentam esses ambientes diariamente podem sofrer danos que vão desde aumento do *stress*, perturbação do sono, até danos relacionados à perda da audição, dependendo dos níveis e da quantidade de horas semanais a que são expostas (ZANNIN; DINIZ; BARBOSA, 2002).

Dessa forma, o ambiente criado nos centros urbanos tem se mostrado inadequado em muitas

situações e pode afetar de várias maneiras os frequentadores desses locais. Sendo assim, os maiores afetados com os malefícios são os trabalhadores, que diariamente frequentam por longas horas esses ambientes e são expostos a vários fatores que afetam sua integridade física e mental.

2 Objetivos

Este trabalho teve como objetivo a caracterização de ambientes internos da região central de São Carlos/SP, principalmente, no tocante à influência do ambiente externo nos internos. Para isto, o levantamento de dados foi realizado de maneira simultânea em ambientes internos e externos de 4 pontos comerciais da região central. Foram monitorados: concentração e composição química do MP_{10} e do $MP_{2,5}$, temperatura, umidade relativa do ar, dióxido de carbono (CO_2) e níveis de ruído. Dos quatro pontos, dois estavam alocados em vias de grande circulação de veículos e dois no calçadão da cidade (sem trânsito de veículos). O levantamento desses dados teve como objetivo verificar:

- A concentração de MP_{10} e $MP_{2,5}$;
- A composição química das duas frações de MP;
- Os níveis de poluição sonora;
- Os níveis de temperatura e umidade relativa do ar;
- A comparação entre os ambientes interno e externo para todas as variáveis;
- As diferenças entre os pontos de coleta;
- A comparação com padrões estabelecidos.

3 Revisão Bibliográfica

Nesta seção será apresentada a revisão bibliográfica considerada relevante para o tema desta pesquisa.

3.1 Qualidade do ar em ambientes internos

A qualidade do ar em ambientes internos é um fator determinante para a saúde e o bem-estar da população. Nas sociedades modernas, com as pessoas passando a maior parte do seu tempo no interior de ambientes (em casa, no trabalho, na escola e em veículos), a exposição a poluentes presentes no ar, na maioria desses ambientes, causa efeitos adversos à saúde, como doenças respiratórias, alergias e irritação do trato respiratório (BRUCE; PEREZ-PADILLA; ALBALAK, 2000). Várias publicações da Organização Mundial da Saúde (OMS) alertam para o perigo da exposição à poluição do ar e os seus malefícios. Alguns estudos científicos, como Peters et al. (1999), Bernstein et al. (2004), Sundell (2004), Myers e Maynard (2005) e Frew (2005), evidenciam a associação do aparecimento de algumas doenças e o aumento da mortalidade infantil com a exposição ao ar contaminado com determinados poluentes. Além disso, outros estudos revelam que doenças como asma, segundo Richardson, Eick e Jones (2005), e catarata, Pokhrel et al. (2005), estão associadas à má qualidade do ar em ambientes internos.

O controle da qualidade do ar em ambientes internos é frequentemente inadequado e muitas vezes sua importância para a saúde é ignorada, sendo importante o fortalecimento das pesquisas nesse sentido para auxiliar e estimular o planejamento de programas de prevenção dos órgãos de saúde. Os efeitos deletérios da poluição do ar, na saúde das pessoas, são mais evidentes principalmente nas crianças, idosos e naqueles pertencentes a subgrupos mais suscetíveis, particularmente as com asma. Tal suscetibilidade deve ser levada em consideração nas ações de controle da qualidade do ar (BRUCE; PEREZ-PADILLA; ALBALAK, 2000).

A poluição do ar interior é causada por uma combinação de agentes físicos, químicos e biológicos. Pode ser proveniente de fontes externas, como automóveis e indústrias, e de fontes internas, como: mobiliário, cigarro, equipamentos eletrônicos e a própria atividade humana. As queixas podem estar localizadas ou espalhadas por todo o ambiente, podem ter origem biológica, alérgica, química e fisiológica (ELLER, 1998). A qualidade do ar nesses ambientes está relacionada à com-

binação de vários fatores: entendimento das fontes de emissão, da ventilação dos prédios, das salas e dos processos que afetam o transporte e o destino dos contaminantes (BRICKUS; NETO, 1999). O avanço tecnológico colocou a população em contato com novos materiais, empregados na construção civil e em mobiliário, que podem alterar consideravelmente a qualidade do ar interior. Neste contexto, a avaliação da qualidade do ar (IQA) em ambientes internos torna-se importante.

Outro importante fator na interferência da qualidade do ar dos ambientes internos é a qualidade do ar externo. Assim, a relação entre os níveis de concentração interna e externa (I/E) de um determinado poluente é um parâmetro importante na avaliação da qualidade do ar interior (GODISH, 1991). No Brasil, devido ao tipo de clima, a ventilação dos interiores é na maioria das vezes realizada, deixando-se portas e janelas abertas. Por essa razão, a poluição do ar exterior é considerada como fator determinante na qualidade do ar interior, tanto em residências como em escritórios e casas comerciais, especialmente as situadas próximos a vias urbanas (BRICKUS; NETO, 1999).

Lee et al. (2002) avaliaram a qualidade do ar interior em residências, escritórios, escolas, *shoppings centers* e restaurantes, avaliando os níveis de CO₂, MP₁₀, COV e bactérias. Todos os valores encontrados desses poluentes excederam os níveis aceitos na legislação do país (China), evidenciando deficiências na ventilação dos ambientes, ocupação inadequada, presença de fumantes e uso de materiais na construção e no mobiliário com emissões de poluentes (COV's). Os estudos de Keller-Olaman et al. (2005) demonstram a má qualidade do ar interior de 300 residências da cidade de Hamilton (Canadá) e sua possível influência na qualidade de vida de seus ocupantes.

No Brasil, os estudos relacionados à qualidade do ar interior são escassos e se restringem na maioria das vezes a ambientes climatizados artificialmente. Em alguns ambientes, como bibliotecas, escolas e hospitais, também já foram conduzidos estudos, mas são ainda em número reduzido e restritos a algumas cidades. A regulamentação no país acerca da qualidade do ar interior é ditada principalmente pela RE/ANVISA nº 09/2003, que determina o limite de exposição de vários poluentes e por normatizações da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento - ABRAVA. No entanto, essas normas são direcionadas para ambientes com climatização artificial.

Na cidade de São Carlos, há alguns estudos voltados ao tema, como por exemplo Ito (2007), que realizou um estudo acerca da qualidade do ar interior de duas bibliotecas da cidade, a biblioteca municipal Amadeu Amaral e a biblioteca da UFSCar. Este trabalho também avaliou duas

bibliotecas na capital do estado de São Paulo, realizando dessa forma o monitoramento em duas cidades com portes diferentes, uma cidade capital e uma cidade do interior. Em todos os ambientes monitorados a concentração de material particulado foi superior no ambiente interno. Em São Carlos, a biblioteca Amadeu Amaral, localizada no centro da cidade, apresentou concentrações mais elevadas de MP do que a biblioteca da UFSCar. Para os gases, apenas o CO₂ esteve presente em concentração detectável pelo aparelho de medição, sendo que apresentava acordo com os limites determinados em todos os ambientes monitorados. Nascimento (2011) também avaliou a qualidade da biblioteca municipal Amadeu Amaral, de São Carlos, verificando que os ocupantes estão expostos à sensação de desconforto térmico, bem como a elevados níveis de poluição sonora e taxa de iluminação insuficiente. Em relação à concentração de bioaerossóis, material particulado, gás carbônico e taxa de ventilação, os valores encontrados estavam em acordo com os padrões estabelecidos.

3.2 Material Particulado

Nas últimas décadas, o avanço industrial e comercial nos centros urbanos levou a um acentuado crescimento da concentração de gases e partículas poluentes, excedendo as concentrações naturalmente encontradas na atmosfera. A emissão, seja por fontes fixas, móveis e ou geradas por meio de reações químicas, tem tornado a atmosfera urbana inadequada à saúde humana. Segundo Saldiva et al. (1992), o material particulado inalável encontrado nessa atmosfera, juntamente com os gases poluentes presentes, são tóxicos à saúde e têm potencial cancerígeno. Além disso, outros estudos mostram que o material particulado tem influência no meio ambiente, como por exemplo Martins, Dias e Gonçalves (2009), que afirmam a existência da interferência dos aerossóis nas propriedades radioativas da atmosfera. Sendo assim, pode ocorrer a alteração das condições climáticas locais porque o material particulado atua como núcleos de condensação. Contini et al. (2012) reafirmam, dizendo que o estudo das emissões do aerosol urbano é importante devido aos efeitos potenciais que têm sobre a saúde e o clima. Principalmente por causa dos grandes impactos à saúde humana, as altas concentrações de MP são de maior interesse em áreas urbanas (LEE; HO; CHOI, 2011).

O material particulado é classificado de acordo com suas propriedades aerodinâmicas como: grossa (diâmetro aerodinâmico entre 10 e $2,5\mu\text{m}$), finas (menores que $2,5\mu\text{m}$) e ultrafinas (menores que $0,1\mu\text{m}$ de diâmetro) (POPE; YOUNG; DOCKERY, 2006). O conhecimento do diâmetro da partícula tem importância pois pode ser usado como um indicador da fonte emissora, e também está associado a deposição da partícula no trato respiratório. As partículas de maiores dimensões são menos prejudiciais à saúde, já que se depositam no solo em poucas horas, em função da ação da gravidade. O mesmo não ocorre com as partículas de menores dimensões, que são pequenas o suficiente para permanecerem em suspensão na atmosfera, movendo-se juntamente com o gás e, na prática, não se depositam no solo, permanecendo na atmosfera por horas ou até dias, podendo viajar por distâncias consideráveis a partir da fonte (MARQUES, 2000).

Durante a década de 1980 e início de 1990, resultados de estudos epidemiológicos nos EUA identificaram o MP menor que $10\mu\text{m}$ como sendo o diâmetro de partícula relacionado aos danos agudos e crônicos à saúde. Mais recentemente, as crescentes pesquisas mostram que a atenção deve ser focada nas partículas menores que $2,5\mu\text{m}$ de diâmetro, sendo estas mais relevantes aos efeitos adversos à saúde do que as partículas menores que $10\mu\text{m}$ (HARRISON et al., 2011). Em 1997, a USEPA (United States Environmental Protection Agency), baseada em evidências de que as

partículas com menores diâmetros aerodinâmicos são mais patogênicas, propôs a inclusão de um novo padrão de qualidade do ar (USEPA, 1997), separando o MP_{10} em duas frações:

- $MP_{2,5}$: partículas com diâmetro aerodinâmico menor que $2,5\mu m$;
- MP_{10} : partículas com diâmetro aerodinâmico menor que $10\mu m$.

As partículas mais finas podem ultrapassar as defesas respiratórias, causando respostas inflamatórias, podem chegar aos alvéolos pulmonares, atingir a corrente sanguínea, causar doenças do coração e do pulmão, diabetes, nascimentos prematuros, baixo peso ao nascer, câncer, morte súbita e alterações cognitivas (OLMO et al., 2011; RAASCHOU-NIELSEN et al., 2001; MODIG et al., 2006; WILHELM; RITZ, 2003; BRAUER et al., 2008; POWER et al., 2011; POPE; YOUNG; DOCKERY, 2006; HOEK et al., 2002; FILHO et al., 2008; CENDON et al., 2006). Se existir revestimento químico da partícula, como com nitratos, sulfatos ou metais, pode ocorrer um dano oxidativo local e/ou dano carcinogênico (BASCOM, 1996). Centros urbanos geralmente reúnem uma grande frota veicular, além de atividades industriais, o que torna a poluição antropogênica significativamente maior do que a natural nestes locais (WATSON; CHOW, 2001).

Em relação às fontes emissoras não naturais, os veículos apresentam participação significativa na emissão de material particulado. São responsáveis por emissões de metais agregados ao material particulado (STERNBECK; SJÖDIN; ANDRÉASSON, 2002), além de gases como CO_2 , CO , SO_2 e NO_x . Contini et al. (2012) concluíram em seu trabalho realizado em Lecce, na Itália, que a concentração de partículas revela a marcação de padrões diários e semanais, correlacionados com a taxa de tráfego. Castanho e Artaxo (2001) identificaram como principais fontes de $MP_{2,5}$ atmosférico na região metropolitana de São Paulo: veículos, ressuspensão de partículas do solo, combustão e óleo combustível, além de sulfatos e emissões industriais. Em um relatório elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), foi identificado como maiores fontes de aerossol, em Araraquara/SP, o tráfego de veículos, emissões industriais e componentes típicos de queimadas. No mesmo local, foi observado que o $MP_{2,5}$ representa 45% da massa do MP_{10} (CETESB, 2000). Este dado inspira cuidados com a qualidade do ar em cidades de médio porte do interior paulista, pois praticamente metade do material particulado respirável pertence a fração fina e, portanto a mais patogênica do MP. No mesmo relatório, é constatado que em Campinas/SP as partículas de $MP_{2,5}$ representam 60% do MP_{10} , indicando que em locais nos quais as

fontes veiculares são preponderantes, as partículas finas são responsáveis por grande parte do MP respirável.

Bruno (2005) realizou um trabalho de identificação de fontes de material particulado para a cidade de São Carlos. E verificou que há diferença na origem do MP entre as estações seca e chuvosa. Para o $MP_{2,5}$, a presença de elementos de origem secundária (carbono e enxofre secundário) é mais relevante, provavelmente gerados a partir de emissão veicular. No $MP_{10-2,5}$, a emissão veicular direta se apresenta como a maior fonte de contribuição na massa do MP, e no período seco a contribuição das queimadas é bastante significativa.

Shaka e Saliba (2004) compararam as características químicas do $MP_{10-2,5}$ e $MP_{2,5}$ de Beirut, no Mediterrâneo Oriental, e mostraram que, o $MP_{2,5}$ apresenta altas concentrações tanto de íons inorgânicos como de compostos orgânicos. As espécies carbonadas se apresentam na forma de íon carbonado no $MP_{2,5}$ e carbonato de cálcio no $MP_{10-2,5}$. Ácidos carboxílicos e alcoóis de longa cadeia são mais presentes no $MP_{2,5}$ e água é predominantemente detectada no $MP_{10-2,5}$.

Evidências epidemiológicas produzidas usando diferentes modelos de estudos têm demonstrado que a poluição atmosférica tem efeitos negativos sobre a saúde humana, mesmo se os poluentes estão abaixo do limite permitido pela legislação brasileira no CONAMA 03/1990. Medidas como inspeções veiculares, transportes públicos eficientes, gestão de tráfego, corredores de ônibus, sistemas de ciclovias e pedágios urbanos são todos consistentes como propostas para a criação de um ambiente saudável. O Brasil precisa mudar seus padrões de emissões e adotar políticas voltadas para a conscientização, expansão e melhoria do transporte público. Estudos epidemiológicos precisam ser entendidos e usados como a base para a definição das políticas públicas que têm o objetivo de prover a qualidade de vida da população (OLMO et al., 2011).

A legislação brasileira que regula os níveis de material particulado é a Resolução CONAMA 03/1990, que determina níveis de média 24h de $150\mu g/m^3$ para o MP_{10} . Para a fração $MP_{2,5}$, o país não possui padrões estabelecidos. No entanto, a normatização do CONAMA está ultrapassada, de acordo com a OMS seriam adequados níveis máximos de $50\mu g/m^3$ para o MP_{10} e de $25\mu g/m^3$ para o $MP_{2,5}$. A CETESB em 2011 estabeleceu novos padrões de MP_{10} para o estado de São Paulo e pela primeira vez definiu padrões para o $MP_{2,5}$. Os valores da média de 24h são de $120\mu g/m^3$ para o MP_{10} , e de $60\mu g/m^3$ para o $MP_{2,5}$. O objetivo é, ao final de 3 estágios, atingir os mesmos padrões estabelecidos pela OMS. O primeiro estágio terá duração de três anos, para os outros dois a

determinação do tempo de duração será de acordo com a avaliação do estágio anterior (AFEEVAS, 2012).

3.3 Poluição Sonora

O incremento no número de pessoas e veículos circulando nas ruas, recentemente, levou a inserção de um novo tema de pesquisas ao currículo das universidades: a poluição sonora. O ruído, uma das consequências do desenvolvimento urbano diretamente associado ao avanço da tecnologia, juntamente com a poluição do ar, do solo e da água, constituem um grupo significativo de fatores de risco para a saúde humana (BARBOSA; CARDOSO, 2005). Em países com grandes problemas sociais, o estudo da poluição sonora não recebe a devida atenção. No Brasil, as poucas pesquisas relacionadas com o tema concentram-se principalmente nas grandes cidades.

O ruído é definido como um som indesejável e é conhecido como um risco a saúde humana há bastante tempo. No entanto, era considerado apenas em alguns ambientes, como o "chão de fábricas", onde se observava os danos relacionados à perda da audição. Há alguns estudos citando o ruído fora do ambiente fabril, porém são escassos, sendo um exemplo Hay e Kemp (1972), que na década de 1970, apontaram a poluição sonora como sendo um dos fatores da diminuição do rendimento do trabalho em escritórios da Inglaterra e do País de Gales. Questionários aplicados a 729 ocupantes de escritórios, nesses países, identificaram o barulho do ar condicionado, da rua e do próprio escritório (telefone tocando, pessoas conversando e o barulho das máquinas) como os maiores geradores de ruído.

De acordo com a OMS (Organização Mundial da Saúde), ruído pode causar prejuízo à audição, interferir na comunicação, perturbar o sono, causar efeitos cardiovasculares e fisiológicos, reduzir o desempenho intelectual e causar mudanças no comportamento social. Passchier-Vermeer e Passchier (2000) afirmam em seu trabalho que há evidências científicas suficientes de que a exposição ao ruído pode induzir a perda da audição, causar hipertensão e doença cardíaca isquêmica, aborrecimento, distúrbios do sono e redução da concentração. Para outros efeitos, como mudança do sistema imune e malformações congênitas, as evidências são ainda limitadas.

Segundo Willich et al. (2006), o limite de 85 dB por até 8 horas, sugerido pelo NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) é muito elevado e, níveis entre 60 e 70 dB seriam mais adequados. A necessidade de reavaliação dos limites de exposição ao ruído deve ser realizada, em particular, nos locais de trabalho. Por exemplo, o limite de exposição de 85 dB nesses ambientes pode não causar danos à audição, se o trabalhador usar protetores auditivos, mas ele estará exposto aos efeitos não-auditivos causados pelo ruído, como aumento dos níveis de

adrenalina e cortisol no sangue, chamados de hormônios do *stress*, aumento da pressão arterial, etc. Outros trabalhos evidenciam os malefícios causados pela exposição a níveis elevados de ruído, demonstrando a importância do assunto e a necessidade de uma regulamentação adequada para a preservação da saúde (BELOJEVIC et al., 2008; ERLANDSSON et al., 2008; EVANS et al., 2001; MUZET, 2007; OMOKHODION; EKANEM; UCHENDU, 2008).

Muzet (2007) relata que estamos expostos a diferentes fontes de ruído, que dependem da nossa atividade, localização e hora do dia. O ruído urbano, descartando-se emissões temporárias causadas principalmente por obras civis, shows e eventos artísticos, tem como principal fonte de emissão o tráfego de veículos, representado pelo barulho do motor, da fricção entre o veículo e o ar, entre pneus e superfície da estrada, e pela aceleração. As queixas de ruído aumentam de frequência com o aumento do tamanho das cidades. No Brasil, o avanço da indústria automobilística, depois da década de 1950, levou ao incremento no número de veículos nas cidades, provocando um aumento progressivo dos níveis de poluição sonora e de poluição atmosférica.

Zannin, Diniz e Barbosa (2002) publicaram um estudo realizado na cidade de Curitiba. Observaram que a maior parte do ruído provinha dos veículos, e que 93,3 % dos locais monitorados apresentaram níveis maiores que 65 dB(A), considerado o limite pela medicina preventiva. E em 40,3% dos locais de amostragem, os níveis de ruído eram superiores a 75 dB(A), valor considerado extremamente alto. Segundo Omokhodion, Ekanem e Uchendu (2008), em estudo relacionado a vários pontos em uma comunidade da Nigéria, o barulho da rua, comércio e circulação de veículos, está associado a perdas auditivas induzidas pelo ruído. A população dessas áreas analisadas está exposta a altos índices de ruído, com níveis variando de 89-99 dB(A), níveis de ruído além dos aceitos para o limite de exposição ocupacional.

Petian (2008) realizou um estudo na população empregada na área central da cidade de São Paulo, incluindo 10 bairros. Foram analisados apenas estabelecimentos comerciais localizados no térreo das edificações e diretamente abertos para a via pública. A metodologia consistiu em um questionário, com algumas perguntas abertas, e a medição dos níveis de pressão sonora. O estudo identificou que a maioria dos trabalhadores, 57% dos entrevistados, achava o local de trabalho ruidoso, e para 34% esse ruído incomodava muito, interferindo nas atividades, principalmente na comunicação e concentração. Quando questionados em o que os incomodava na cidade, o ruído apareceu em terceiro lugar, ficando atrás da violência e poluição do ar. As principais fontes de

ruído citadas foram da rua, do tráfego e do próprio estabelecimento. Perda auditiva, estresse, irritabilidade, dor de cabeça e alterações no sono foram relacionadas ao ruído urbano. Os níveis de ruído alcançaram valores médios variando de 70,4dB(A) e 88,6dB(A), acima dos 60dB(A) recomendado pelas NBR 10151 (2000) e NBR 10152 (1987) para áreas mistas.

3.4 Histórico de Estudos em São Carlos

O Programa de Pós- Graduação de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) possui um grupo de pesquisa na área de Controle Ambiental, que há vários anos tem estudado o material particulado no município de São Carlos. Durante os primeiros estudos, foram definidos 5 pontos de amostragem para coleta de material particulado. Posteriormente, estes pontos foram reduzidos para apenas um ponto de monitoramento localizado no centro da cidade. O ponto foi considerado de interesse devido à grande densidade de pessoas, grande fluxo de veículos e concentrações médias semelhante aos outros pontos monitorados (CELLI, 1999).

Entre setembro de 1997 e janeiro de 2000, foi constatado que os valores encontrados para o MP_{10} não ultrapassavam os valores estabelecidos na legislação ambiental brasileira (média anual: $50\mu g/m^3$, média diária: $150\mu g/m^3$), excetuando os meses de julho e agosto, coincidindo com o período da queima de cana de açúcar na região (CELLI, 1999; MARQUES, 2000; MARQUES et al., 2001). Durante o monitoramento, verificou-se que existe uma tendência periódica na concentração do MP, apresentando médias menores no verão, maiores no inverno e médias semelhantes durante as outras estações, sendo que, no inverno a concentração encontrada era 2,5 vezes maior do que no verão (MARQUES et al., 2001). Bruno (2005) analisou as concentrações de material particulado respirável (MP_{10}) e suas frações fina ($MP_{2,5-10}$) e super fina ($MP_{2,5}$) com as amostragens realizadas entre 1997 e 2004. O ano foi dividido em duas estações, a seca (abril a outubro) e a chuvosa (novembro a março). A estação chuvosa coincide com a época do verão, nessa época ocorre a lavagem dos poluentes pela chuva e as temperaturas são mais elevadas, propiciando uma maior dispersão dos poluentes, pois as altas temperaturas na superfície favorecem o não aparecimento da inversão térmica. A Figura 26 apresenta as médias mensais de concentração de MP_{10} no período de setembro de 1997 a junho de 2004. É possível verificar que os valores apresentam concentração maior no inverno e menor no verão.

Figura 1 - Concentração de MP₁₀ coletados no centro de São Carlos

Fonte: (BRUNO, 2005)

Segundo Bruno (2005), além do clima influenciar diretamente na dispersão do MP, também possui fator determinante no comportamento das atividades antropogênicas, como por exemplo, queimadas. A Figura 2 mostra a precipitação e concentração de MP₁₀ normalizados (cada valor de grandeza foi dividido pelo respectivo valor máximo no período). É possível observar claramente que a concentração de MP é inversamente proporcional à precipitação.

Figura 2 - Relação entre precipitação e concentração de MP₁₀ normalizados

Fonte: (BRUNO, 2005)

Além da influência do clima na variação da concentração do MP, sabe-se que existe um aumento ocasionado devido ao crescimento urbano e rural. Marques (2000) verificou um grande crescimento no MP₁₀ durante o período de 1997 a junho de 2000, embora a média medida não tenha atingido os limites da legislação. O aumento foi atribuído ao aumento na emissão de CO₂, no entanto, não foi verificado a origem da emissão do CO₂.

Pozza (2005) realizou um estudo para identificação das fontes de material particulado da cidade de São Carlos, em que foram realizadas análises para determinar fontes consideradas as mais características para a região. Trabalhos anteriores como Marques (2000) e de Pozza et al. (2004),

indicaram as seguintes fontes: solo, emissão veicular, ressuspensão do solo pela ação veicular e queimadas, confirmados neste trabalho.

4 Materiais e Métodos

4.1 Local de estudo

A cidade de São Carlos localiza-se na região central do estado (Latitude: -22,0175°; Longitude: -47,89083°; Altitude: 854m) e possui uma população de mais de 220.000 habitantes segundo censo de 2010, com cerca de 95% vivendo na área urbana (IBGE, 2012). A cidade possui um importante parque industrial, atividades no setor agropecuário, concentrando-se na produção de leite, cana, laranja, frango, carne bovina e milho, e comércio bastante desenvolvido na região central da cidade.

A atividade comerciária na região central de São Carlos oferece produtos e serviços nos diversos ramos, apresentando desde o comércio de ruas (camelôs), pequenas lojas de atividades diversificadas até filiais de grandes redes de magazines do país. Destacam-se entre o comércio varejista de maior porte, as atividades relacionadas a vestuário (roupas e calçados) e as de móveis e eletro-eletrônicos. Possui ainda variedade de pequenos pontos comerciais que oferecem grande diversidade de produtos de moda e decoração, artigos esportivos, prestação de serviços (assistência técnica), pontos de alimentação (restaurantes, lanchonetes, cafés), entre outros.

O local escolhido para a realização deste estudo é a área central da cidade de São Carlos, devido ao intenso fluxo de veículos e pessoas. O local possui também um histórico de estudos realizados acerca da constituição do material particulado da cidade. De acordo com levantamento realizado pelo Departamento de Trânsito no ano de 2009, o fluxo de veículos é em média de 15.200 veículos por dia na Avenida São Carlos. A Rua José Bonifácio apresenta um fluxo menor que a Avenida São Carlos, sendo que, em média, 5.430 veículos transitam nessa via por dia. Ainda segundo o departamento e trânsito de São Carlos, no período 2009-2012 deve-se estimar um aumento na circulação de veículos de 10% na Avenida São Carlos e de 15% na Rua José Bonifácio (NOVAES, 2012 [Comunicação Pessoal]). A Figura 3 apresenta o mapa de localização de São Carlos.

Os pontos amostrais foram escolhidos, considerando-se a atividade de comércio desenvolvida e a localização de cada um na região central. Dessa forma, dos quatro pontos selecionados, dois estavam alocados diretamente em frente a vias com grande circulação de veículos (P1 e P4) e os outros dois no calçadão de São Carlos (P2 e P3), onde há somente tráfego de pedestres, havendo

Figura 3 - Mapa de localização da cidade de São Carlos

Fonte: LocalizaSãoCarlos (2012)

tráfego de veículos apenas nas ruas transversais. O P1 estava localizado na Avenida São Carlos, rua de maior movimento da cidade, o P4 na esquina das ruas General Osório e José Bonifácio, o P2 no calçadão entre a Avenida São Carlos e a Rua Episcopal e o P3, também no calçadão, entre a Rua Episcopal e a Rua José Bonifácio. A Figura 4 representa os locais de amostragem.

Inicialmente, foi definido que as amostragens seriam realizadas em lojas que tivessem um mesmo objeto de comércio, assim, foram selecionados 4 pontos para amostragem em que era realizado o comércio de confecções de uma maneira geral (roupas, artigos de cama, mesa e banho). A opção pelos que comercializavam tecidos foi devido ao maior aceite da realização do trabalho por esses locais. Apesar de ainda apresentarem uma certa relutância, por não saberem ao certo como o trabalho seria conduzido, todos foram enfáticos em não querer que o nome das lojas fossem divulgados e questionaram se esse tipo de trabalho não traria problemas se apresentasse, por exemplo, condições não adequadas nos ambientes.

Figura 4 - Localização dos pontos amostrais

Fonte: GoogleMaps (2012)

Os pontos comerciais, apesar de apresentarem similaridade quanto ao tipo de produto comercializado, tinham suas singularidades, principalmente em relação à arquitetura das construções, as quais são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características dos locais de amostragens

Pontos de coleta	Janelas	Ventilação natural	Resfriador de ar	Ventiladores	Som ambiente
P1		X		X	X
P2		X		X	X
P3	X	X	X		X
P4	X	X		X	X

As Figuras 5, 6, 7 e 8 apresentam a disposição dos pontos amostrais dentro de cada loja, no P1, P2, P3 e P4, respectivamente. Nos 4 pontos amostrais, o ponto de coleta foi definido pelos responsáveis do comércio, para que atrapalhasse o menos possível o andamento normal de cada local. Coincidentemente, nos pontos P1, P2 e P3, o ponto amostral ficou próximo aos caixas das lojas. Isso porque as lojas de roupas costumam ter todos os seus espaços ocupados por araras de roupas e balcões, onde os objetos comercializáveis são alocados. Apenas o P4 ficou próximo a uma vitrine da loja, onde as pessoas apenas visualizavam as peças e não realizavam a manipulação das mesmas, e por consequência disto, este ponto ficou mais próximo à saída do que ao interior da loja.

Figura 5 - Disposição do ponto amostral P1

1-Araras de roupa; 2-Caixas.

Figura 6 - Disposição do ponto amostral P2

1-Araras de roupas e bancadas de cama, mesa e banho; 2-Araras suspensas; 3-Caixas; 4-Tapetes e cortinas; 5-Crediário; 6-Depósito.

Figura 7 - Disposição do ponto amostral P3

1-Araras de roupas; 2-Vitrines; 3-Provadores; 4-Caixas; 5-Depósito.

Figura 8 - Disposição do ponto amostral P4

1-Araras de roupa; 2-Vitrines; 3-Caixas; 4-Depósito

4.2 Coleta dos dados

A campanha de coleta de dados foi dividida em duas etapas. A primeira, que será aqui chamada de coleta preliminar de dados, foi realizada durante os meses de maio, junho e julho do ano de 2011. Nesta etapa, o monitoramento foi realizado uma vez ao mês em cada local. Dessa forma, cada local foi monitorado três vezes neste período, com exceção do P4 que teve início das coletas no mês de junho, tendo sido monitorado duas vezes. E a segunda etapa, aqui denominada de coleta efetiva dos dados, foi realizada do dia 27 de outubro ao dia 1º de dezembro de 2011. Como já mencionado, a coleta de dados foi realizada de maneira simultânea nos ambientes interno e externo dos pontos amostrais. No entanto, devido à insuficiência de equipamentos na etapa de coleta preliminar dos dados, não foi possível a coleta simultânea de todas as variáveis. As Tabelas 2 e 3 apresentam de maneira resumida a distribuição da coleta dos dados, na etapa preliminar e efetiva, respectivamente.

Tabela 2 - Distribuição da coleta de dados da etapa preliminar

PONTO	DATA	I/E	Termohigrômetro	Decibelímetro	EVM	PEM	MultiRAE
3	10/05/2011	I	T, UR			MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	
1	12/05/2011	I	T, UR			MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	
2	13/05/2011	I	T, UR			MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	
2	07/06/2011	I	T, UR		CO ₂ , MP _{2,5}	MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	CO ₂
3	08/06/2011	I	T, UR		CO ₂ , MP _{2,5}	MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	CO ₂
4	10/06/2011	I	T, UR		CO ₂ , MP _{2,5}	MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	CO ₂
1	14/06/2011	I	T, UR		CO ₂ , MP _{2,5}	MP ₁₀	
		E	T, UR			MP ₁₀ , MP _{2,5}	CO ₂
1	19/07/2011	I	T, UR	ruído			CO ₂
		E	T, UR	ruído	CO ₂ , MP _{2,5}		
3	20/07/2011	I	T, UR	ruído			CO ₂
		E	T, UR	ruído	CO ₂ , MP _{2,5}		
4	21/07/2011	I	T, UR	ruído			CO ₂
		E	T, UR	ruído	CO ₂ , MP _{2,5}		
2	25/07/2011	I	T, UR	ruído			CO ₂
		E	T, UR	ruído	CO ₂ , MP _{2,5}		

I=interno; E=externo; T=temperatura; UR=umidade relativa.

Tabela 3 - Distribuição da coleta de dados da etapa efetiva

PONTO	DATA	I/E	Termohigrômetro	Decibelímetro	EVM	pDR	PEM
1	27/10/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀
	28/10/2011	I	T, UR	ruído		MP _{2,5}	MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
3	07/11/2011	I	T, UR			MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR		MP ₁₀		MP ₁₀
	08/11/2011	I	T, UR			MP _{2,5}	MP _{2,5}
		E	T, UR		MP _{2,5}		MP _{2,5}
2	17/11/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀
	18/11/2011	I	T, UR	ruído		MP _{2,5}	MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
4	21/11/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀
	22/11/2011	I	T, UR	ruído		MP _{2,5}	MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
1	23/11/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀ , MP _{2,5}
	24/11/2011	I	T, UR	ruído		MP _{2,5}	MP ₁₀ , MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
	25/11/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀ , MP _{2,5}
	26/11/2011	I	T, UR			MP _{2,5}	MP ₁₀ , MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
3	28/11/2011	I	T, UR	ruído		MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀ , MP _{2,5}
	29/11/2011	I	T, UR			MP _{2,5}	MP ₁₀ , MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}
4	30/11/2011	I	T, UR			MP ₁₀	MP ₁₀
		E	T, UR	ruído	MP ₁₀		MP ₁₀ , MP _{2,5}
	01/11/2011	I	T, UR	ruído		MP _{2,5}	MP ₁₀ , MP _{2,5}
		E	T, UR	ruído	MP _{2,5}		MP _{2,5}

I=interno; E=externo; T=temperatura; UR=umidade relativa.

4.3 Material Particulado

O material particulado foi coletado nas frações MP₁₀ e MP_{2,5}. O MP₁₀ é constituído das partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μ m, e o MP_{2,5} inferior a 2,5 μ m. A coleta do MP foi realizada de duas maneiras: (1) por meio de filtração, acumulando material em uma membrana,

de onde se obteve dados de concentração e de caracterização química; e (2) utilizando monitores portáteis de material particulado, que instantaneamente apresentavam os valores de concentração do MP no visor do equipamento, e acumulavam os dados ao longo do dia para serem transferidos em computador.

4.3.1 Filtração

A filtração foi realizada utilizando-se o *Personal Environmental Monitor* - PEM, que é um monitor de uso pessoal, acoplado a uma bomba de sucção que operava à vazão de 10 l/min, ambos são da marca SKC e estão ilustrados na Figura 9. O uso do PEM em um funcionário, que é o comumente realizado, foi substituído pela sua colocação em um suporte de 1,5 m de altura, ficando dessa forma fixo durante todo o tempo amostral. A bomba era acondicionada dentro de uma caixa acústica. O ar contendo o MP era succionado e adentrava pelos orifícios da parte superior do PEM, as partículas com diâmetro superior ao diâmetro de corte eram impactadas no anel [Fig. 9 (c)] que era untado para cada coleta com óleo. Na coleta de MP realizada no mês de maio, este anel foi untado com óleo de baixa viscosidade, que acabou escorrendo e contaminando as membranas, o que interferiu nos resultados. Por conta disso, a partir da coleta do mês de junho, passou-se a utilizar vaselina para untar o anel. As partículas menores que o diâmetro de corte eram então encaminhadas na direção da membrana, onde ficavam retidas.

Durante o período da pré-coleta foram utilizados dois tipos de membrana, uma do tipo PTFE, de 37mm de diâmetro e poro de $1\mu\text{m}$ de diâmetro, no mês de maio, e no mês de junho uma membrana também de PTFE de 37mm de diâmetro e poro de $2\mu\text{m}$ de diâmetro, com anel suporte. No período de coleta efetiva dos dados, foi utilizada uma membrana do tipo PTFE de 37mm de diâmetro e poro de $2\mu\text{m}$ de diâmetro sem anel suporte. Para determinação da concentração do material particulado, foi realizada a pesagem das membranas pré e pós-coleta, em balança com precisão de $1\mu\text{g}$, e o volume de ar também era conhecido. Como as campanhas de amostragem tinham duração de 8 horas à uma vazão constante de 10 L/min, era obtido o volume de 4.800 L. Como exceção, no dia 21/11/2011, quando a bomba de coleta do ar externo apresentou problema e foi obtido um volume de 3.156 L apenas, e o dia 26/11/2011, em que a coleta foi realizada em um sábado e teve duração de 7 h e 30 min, com um volume de ar amostrado de 4.500 L.

A pesagem das membranas do período de pré-coleta foi realizada no Laboratório de Polui-

Figura 9 - Bomba de sucção da SKC (a), PEM (b) utilizados para coleta de material particulado e disposição das partes do PEM (c)

Fonte: SKC (2012)

ção Atmosférica do Instituto de Física da Universidade de São Paulo-SP. No dia anterior a cada pesagem, as membranas eram levadas para ambientação na sala da balança, onde umidade relativa e temperatura eram mantidas constantes. Era necessária também a eliminação da carga eletrostática das membranas, sendo que, no mês de maio, foram utilizadas pastilhas de Polônio, que eram colocadas sobre a caixa contendo as membranas por algum tempo antes da pesagem. Para as pesa-

gens realizadas com as membranas utilizadas nas coletas do mês de junho, a retirada das cargas foi realizada utilizando-se um eletrodo de remoção de cargas, sendo que a membrana era passada por alguns segundos pelo eletrodo e logo em seguida era realizada a pesagem.

A pesagem das membranas para a coleta efetiva dos dados foi realizada no laboratório de Controle Ambiental I, da Engenharia Química da UFSCar. Na etapa de coleta preliminar, esta balança não foi utilizada porque o laboratório não possuía o equipamento para a retirada da carga eletrostática das membranas. Após aquisição do eletrodo, similar ao utilizado no IFSP, as pesagens passaram a ser realizadas na UFSCar. Como o laboratório não possuía uma sala única para a balança, as membranas eram acondicionadas em um dessecador pelo menos um dia antes da pesagem. O laboratório em que a balança era mantida também era utilizado por outros pesquisadores e possuía vários outros equipamentos, por causa disso era difícil manter a umidade relativa e a temperatura constantes. Para tentar minimizar interferências, o ar condicionado era ligado uma hora mais ou menos antes de se iniciar a pesagem das membranas e permanecia por todo o tempo de pesagem.

As membranas foram submetidas à análise química por meio de Fluorescência de Raio - X, no Laboratório de Caracterização Estrutural (LCE) da Engenharia de Materiais da UFSCar. O equipamento utilizado foi da marca *Shimadzu*, EDX-720 *Energy Dispersive X-Ray Spectrometer*, colimador de 10mm e na atmosfera ar.

4.3.2 Monitores de material particulado

Dois monitores portáteis foram utilizados para a determinação da concentração do material particulado. Ambos são de resposta rápida, ou seja, apresentam em tempo real, na tela do equipamento, os valores da concentração do MP e também armazenam os dados para serem transferidos em um computador. Neste trabalho, os dados foram armazenados de 1 min em 1 min. A Figura 10 apresenta os monitores, *Environmental monitoring instrument* (EVM-7) da *Quest Technologies*, e o *personal DataRam* (pDR-1500) da *Thermo Scientific*.

O EVM-7 realiza o monitoramento da concentração de MP em suas frações MP₁₀, MP₄, MP_{2,5} e MP₁. Uma vez que a fração da partícula a ser coletada é definida, uma bomba interna suciona o ar e ele realiza a medida em tempo real, utilizando espalhamento de luz por um laser fotômetro para determinar a concentração em massa total (em unidades de mg/m³) de partículas.

Na etapa de coleta preliminar de dados, o EVM-7 foi utilizado, alternando-se o ambiente interno e externo, já na etapa de coleta efetiva dos dados, ele foi utilizado somente no ambiente externo.

O pDR-1500 pode coletar partículas nos diâmetros MP_{10} , MP_4 , $MP_{2,5}$, MP_1 , realizando a medição pela detecção por espalhamento de luz. Ele possui dois ciclones, usados separadamente, por onde ocorre a entrada de ar. Variando a vazão, ocorre a diferenciação do diâmetro aerodinâmico das partículas, o que faz com que apenas a fração desejada seja coletada. O pDR-1500 foi utilizado somente no ambiente interno na etapa de coleta efetiva dos dados.

Figura 10 - Monitores Portáteis EVM-7 (a) pDR-1.500 (b)

Fonte: Acervo pessoal

4.4 Análise do dióxido de carbono (CO_2)

O monitoramento de CO_2 foi realizado, utilizando-se um monitor portátil de gases, da marca *RAE Systems*, modelo *MultiRAE IR - PGM54*. O equipamento realiza a sucção do ar e a concentração de CO_2 é detectada por meio de um sensor infravermelho interno. A concentração era exibida instantaneamente na tela do monitor e os dados armazenados na memória para, posteriormente, serem transferidos para um computador. Neste trabalho os dados foram armazenados a cada 30 segundos. As amostragens foram realizadas, tomando-se por base a ANVISA nº09/2003, que determina apenas um ponto de monitoramento em locais que possuem área construída de até $1.000m^2$ e que seja realizado por equipamento de leitura direta.

4.5 Poluição Sonora

Para o monitoramento da poluição sonora foram utilizados medidores de nível de pressão sonora, modelo DEC-490 da marca *Instrutherm*, com escala de medição de 30 a 130 dB. O equipamento armazenava a sequência dos dados, assim um perfil do tempo amostrado pode ser elaborado, sendo que, neste trabalho os dados foram armazenados a cada 30 segundos. A respeito do que diz a NBR-10151 de 2000 que norteia a realização das medições, o decibelímetro era mantido, na medida do possível para não atrapalhar as atividades do local, a 1 m de distância de qualquer superfície. Os dados de ruído foram coletados simultaneamente no ambiente interno e externo dos pontos amostrais, com exceção dos dias 07 e 08/11 em que os decibelímetros estavam sendo utilizados em outra pesquisa, e nos dias 26, 29 e 30/11 em que o decibelímetro do ambiente interno apresentou problemas.

4.6 Variáveis climáticas

Os dados de temperatura e de umidade relativa do ar foram coletados utilizando-se termohigrômetros digitais, modelo *Hygropalm* zero da marca Rotronic. A norma RE/ANVISA nº 9 de 2003 serviu como referência para as medições, qual determina o uso de equipamento de leitura direta, tendo faixa de leitura de 0 °C à 70 °C e de 5% a 95% para temperatura e umidade relativa do ar, respectivamente. A RE/ANVISA nº 9 também determina o número mínimo de pontos amostrais de acordo com a área construída, todos os locais de coleta de dados deste trabalho enquadram-se no número mínimo de 1 ponto amostral, por possuírem área construída menor que 1000 m². A temperatura e a umidade relativa do ar foram coletadas a cada 15 min simultaneamente nos ambientes interno e externo dos pontos amostrais.

Além da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar coletados nos locais de amostragem, foram utilizados os dados de precipitação da estação meteorológica da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), localizada na Rodovia Washington Luiz, km 234.

4.6.1 Conforto térmico

Para o estudo do conforto térmico, neste trabalho foram utilizados as faixas de valores estabelecidas pela RE/ANVISA nº 09/2003. E além disso, foi utilizada uma expressão de Índice de calor (HI), *Healt index*, da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (ROTHFUSZ; HEADQUARTERS, 1990). Para elaboração deste índice são levados em consideração valores monitorados de temperatura e umidade relativa do ar. Outros parâmetros são considerados neste cálculo, mas para estes os valores são assumidos, baseados em estudos biometeorológicos, afim de simplificar o modelo, apresentado na equação abaixo.

$$HI = -42,379 + 2,04901523(T) + 10,14333127(R) - 0,22475541(TR) - 6,83783 \times 10^{-3}(T^2) - 5,481717 \times 10^{-2}(R^2) + 1,22874 \times 10^{-3}(T^2R) + 8,5282 \times 10^{-4}(TR^2) - 1,99 \times 10^{-6}(T^2R^2)$$

Onde,

T= Temperatura (°F);

R= Umidade relativa (%)

5 Resultados e Discussão

De acordo com o que foi apresentado na metodologia, a coleta de dados foi dividida em duas etapas, a coleta preliminar e a coleta efetiva. Após a etapa de coleta preliminar dos dados, ficou definido que o monitoramento de CO₂ não seria mais realizado, pois as áreas de estudo se referem a ambientes abertos, o qual não seria relevante. A seguir, serão apresentados os resultados do monitoramento do CO₂, e nas seções seguintes os resultados referentes ao ruído, material particulado e variáveis climáticas.

No Brasil, há duas normas que regem a concentração limite de CO₂ em ambientes internos, sendo que ambas são para ambientes internos climatizados artificialmente, não havendo normatização para ambientes não climatizados. A RE/ANVISA nº 09/2.003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária estabelece o limite de concentração de CO₂ em 1.000 ppm, e a RN 02 de 2.003 da ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ventilação, Ar Condicionado e Aquecimento) estabelece uma concentração interna de no máximo 700 ppm maior que a concentração de CO₂ externa. As Figuras 11 e 12 apresentam os gráficos de *boxplot* da concentração de CO₂ interna e externa, respectivamente, monitorada durante a etapa de coleta preliminar de dados.

Figura 11 - Concentração de CO₂ interno

Figura 12 - Concentração de CO₂ externo

Pode ser observado que os valores da concentração interna de CO₂ ficaram abaixo dos 1.000 ppm estabelecidos pela ANVISA nº09/2.003, e que as concentrações internas e externas são muito similares, não ultrapassando o que estabelece a RN 02/2.003. Portanto, o monitoramento de CO₂ não é interessante no foco deste estudo, por ser realizado em ambientes que as trocas de ar são constantes com o meio externo, principalmente pela manutenção de portas e janelas abertas, fazendo com que os níveis internos de CO₂ não atinjam valores que causem danos aos ocupantes. Assim, o estudo do CO₂ foi descontinuado na etapa de coleta efetiva dos dados.

5.1 Temperatura e umidade relativa do ar

A Resolução RE/ANVISA nº 09/2003 estabelece valores adequados de temperatura e umidade relativa do ar para a manutenção do conforto térmico, no entanto, ela é específica para ambientes climatizados artificialmente. Como não há normatização no Brasil referente à ambientes não climatizados, caso dos ambientes estudados neste trabalho, a norma da ANVISA será utilizada como referência. A norma estabelece valores diferenciados de temperatura e umidade relativa do ar para as estações verão e inverno. Para fins de comparação, neste trabalho a etapa de coleta preliminar de dados, realizada nos meses de maio, junho e julho, será considerada como estação inverno. A etapa

de coleta efetiva de dados, realizada do final do mês de outubro ao início do mês de dezembro, será considerada como estação verão.

As Tabelas 4 e 5 apresentam os valores de média, desvio padrão e a relação interno/externo (I/E) para temperatura e umidade relativa do ar por ponto de coleta, para a etapa de coleta preliminar e efetiva dos dados, respectivamente. Quando se analisa os valores da relação interno/ externo (I/E), algumas informações interessantes podem ser observadas. Para a temperatura, os valores da relação são maiores no inverno, apenas o P1 apresentou valor menor que 1, significando que as temperaturas internas tendem a ser superiores às externas. No verão todos os valores da relação ficam abaixo de 1, indicando que os valores de temperatura são maiores no ambiente externo. Em relação a umidade relativa do ar, o comportamento se apresenta de maneira diferenciada, sendo que em ambas as estações os valores internos são superiores aos valores externos. No entanto, no inverno a relação I/E fica mais próxima de 1, significando que os valores internos e externos são muito similares. Já no verão, devido ao aumento das temperaturas, a umidade relativa apresenta uma amplitude maior, fazendo com que a relação I/E seja de até 1.23 (P1), devido ao fato da umidade relativa externa apresentar valores significativamente menores que a interna.

Tabela 4 - Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) de temperatura e umidade relativa do ar para cada ponto de amostragem na etapa de coleta preliminar dos dados (inverno)

Pontos	Temperatura (°C)				Relação I/E	Umidade relativa (%)				Relação I/E
	Média		Desvio padrão			Média		Desvio padrão		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
P1	25,0	25,7	2,73	3,66	0,97	46,5	43,3	6,26	8,29	1,07
P2	24,2	24,2	2,04	2,27	1,00	53,5	52,8	5,53	6,24	1,01
P3	24,6	23,6	2,23	4,50	1,04	50,0	49,2	6,88	10,00	1,02
P4	22,6	22,4	3,65	3,98	1,01	53,6	53,8	14,45	15,36	1,00

A Tabela 6 apresenta os valores de média, desvio padrão e da relação interno/externo (I/E) para a temperatura e a umidade relativa do ar para cada dia de coleta, realizadas durante a estação inverno. A RE/ANVISA nº 09/2003 estabelece a faixa de valores de temperatura de 20°C a 22°C no inverno para manutenção do conforto térmico. Em um único dia (10/06) o valor médio ficou abaixo do estabelecido (19,3°C), e apenas dois dias apresentaram média dentro do padrão 08/06 e 14/06, com 22°C e 21,7°C, respectivamente. No restante dos dias amostrados, todos os valores médios ficaram acima do que estabelece a RE/ANVISA nº 09, variando de 22,9°C à 27,3°C. Dessa forma, em apenas 27,3% dos dias amostrados os valores médios foram adequados ao conforto térmico

Tabela 5 - Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) de temperatura e umidade relativa do ar para cada ponto de amostragem na etapa de coleta efetiva dos dados (verão).

Pontos	Temperatura (°C)				Relação I/E	Umidade relativa (%)				Relação I/E
	Média		Desvio padrão			Média		Desvio padrão		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
P1	28,3	30,8	1,90	2,32	0,92	45,4	36,8	8,65	7,26	1,23
P2	27,7	29,2	3,23	4,01	0,95	43,2	39,2	9,34	10,05	1,10
P3	26,4	28,3	1,18	2,16	0,93	52,6	47,5	6,32	9,01	1,11
P4	27,9	28,8	1,56	2,85	0,97	56,6	54,2	9,33	12,95	1.04

humano.

A umidade relativa do ar, também direcionada pela RE/ANVISA nº 09, é considerada adequada quando seus valores no inverno ficam dentro da faixa de 35% à 65%. Considerando os valores de inverno apresentados na Tabela 6, houve uma excessão (10/06) que apresentou um valor superior ao estabelecido (66,2%), sendo que em todos os outros dias a média dos valores ficou em acordo com os padrões estabelecidos para o conforto térmico humano. Assim, em 90,9% dos dias amostrados os valores permaneceram dentro do padrão estabelecido.

Tabela 6 - Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) para temperatura e umidade relativa do ar para cada dia da etapa de coleta preliminar de dados

Pontos	Data	Temperatura (°C)				Relação I/E	Umidade relativa (%)				Relação I/E
		Média		Desvio padrão			Média		Desvio padrão		
		I	E	I	E		I	E	I	E	
P1	12/5	27,3	27,7	1,02	1,24	0,99	50,3	47,1	4,01	4,23	1,07
	14/6	21,7	21,1	1,46	1,63	1,03	46,6	46,8	7,98	9,52	1,00
	19/7	26,0	28,2	1,49	2,11	0,92	43,0	36,3	3,63	4,73	1,18
P2	13/5	24,7	24,8	1,63	1,75	0,99	57,0	56,5	4,68	5,36	1,01
	7/6	25,2	25,4	1,62	1,88	0,99	52,0	49,8	5,48	6,42	1,04
	25/7	22,9	22,3	2,07	1,92	1,02	51,7	52,2	4,85	5,02	0,99
P3	10/5	26,0	25,8	1,30	1,46	1,01	55,4	53,7	3,88	5,39	1,03
	8/6	22,0	18,1	1,63	2,68	1,22	42,6	49,0	5,98	14,04	0,87
	20/7	25,7	27,0	0,86	1,78	0,95	52,3	45,0	1,45	6,20	1,16
P4	10/6	19,3	18,9	1,23	1,67	1,02	66,2	66,4	7,10	8,95	1,00
	21/7	26,0	25,9	1,47	1,89	1,00	41,0	41,2	6,83	8,52	0,99

Para a estação verão a Tabela 7 apresenta os valores de média, desvio padrão e da relação interno/externo (I/E) para a temperatura e a umidade relativa do ar, para cada dia de coleta. Nesta

estação a RE/ANVISA nº 09/2003 estabelece a faixa de valores entre 23°C e 26°C, podendo operar com um máximo de 27°C. Não foram obtidos valores abaixo do indicado e apenas três dias ficaram dentro do padrão estabelecido (07/11, 17/11 e 18/11) com 26°C, 25,1°C e 25,3°C, respectivamente. Quatro valores ficaram na faixa de 26°C à 27°C, e o restante ficou acima do limite estabelecido de 27°C. Portanto, apenas 43,7% dos dias amostrados apresentaram valores adequados ao conforto humano.

A faixa de umidade relativa do ar considerada adequada para o verão é de 45% à 65%, segundo RE/ANVISA nº 09/2003. Houve um único dia na etapa de coleta efetiva de dados que apresentou valor superior ao estabelecido, 69% (22/11) e houveram dois dias em que a umidade relativa do ar ficou abaixo do recomendado, com 37,5% e 32,1% (24/11 e 25/11). Portanto, no restante dos 81,2% dos dias amostrados os valores médios permaneceram dentro do que é admitido para o conforto humano (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores de média, desvio padrão e relação interno/externo (I/E) para temperatura e umidade relativa do ar para cada dia da etapa de coleta efetiva de dados

Pontos	Data	Temperatura (°C)				Relação I/E	Umidade relativa(%)				Relação I/E
		Média		Desvia padrão			Média		Desvio padrão		
		I	E	I	E		I	E	I	E	
P1	27/10	27,7	31,2	1,78	1,32	0,89	53,07	41,8	10,20	7,58	1,27
	28/10	29,6	33,0	1,71	1,65	0,90	45,2	35,6	3,70	3,32	1,27
	23/11	27,3	28,9	1,67	2,26	0,95	45,8	38,3	6,36	8,17	1,20
	24/11	28,5	30,2	1,69	1,78	0,94	37,5	31,5	4,78	4,63	1,19
P2	17/11	25,1	25,7	2,54	2,95	0,98	50,3	47,7	7,48	8,75	1,05
	18/11	25,3	26,3	2,11	2,24	0,96	45,3	42,1	6,29	7,51	1,08
	25/11	29,9	32,2	1,63	1,87	0,93	32,1	27,3	2,56	3,04	1,18
	26/11	30,6	32,9	1,71	1,94	0,93	45,4	39,8	8,20	6,07	1,14
P3	7/11	26,0	27,0	0,78	1,39	0,96	52,5	47,3	2,67	4,70	1,11
	8/11	26,2	28,9	1,32	2,44	0,91	48,2	41,1	7,03	9,97	1,18
	28/11	26,3	28,1	1,04	1,95	0,94	55,8	52,4	6,93	9,90	1,07
	29/11	26,9	29,2	1,31	2,10	0,92	53,7	49,4	5,22	6,47	1,09
P4	21/11	28,0	30,0	1,87	3,14	0,93	49,5	43,8	8,95	10,80	1,13
	22/11	26,4	26,2	0,70	1,42	1,01	69,0	69,5	4,19	7,28	0,99
	30/11	28,5	29,7	1,10	2,18	0,96	53,4	50,6	4,86	8,22	1,05
	1/12	28,8	29,4	1,05	2,66	0,98	54,5	52,8	3,20	9,01	1,03

Para os resultados apresentados dos níveis de umidade relativa do ar, a maior parte dos dias amostrados encontra-se em acordo com o que estabelece a RE/ANVISA nº09/2003, sendo em

90,9% dos casos do inverno e em 81,2% do verão. Para a temperatura, apenas 27,3% dos casos no inverno e 43,7% no verão estão em acordo com a ANVISA. Observando os valores da relação I/E de temperatura, percebe-se que a variação entre os ambientes é pequena, estando a maior parte dos valores da relação próximo à 1, representando alta influência do ambiente externo no interno. Isto expressa um aspecto de desconforto térmico para os ocupantes dos locais amostrados, uma vez que toda a mudança ocorrida no ambiente externo será também sentida no ambiente interno (Tabela 6 e 7).

Ao longo do dia de trabalho as pessoas são expostas à variação das condições do ambiente. Dessa forma, apesar da média diária poder apresentar valores adequados, a mudança ao longo do dia pode expor os ocupantes desses locais à condições não adequadas. A Figura 13 apresenta o gráfico com o comportamento diário típico dos níveis de temperatura e umidade relativa do ar, do dia 28/10/2011 no P1. De acordo com o gráfico temperatura e umidade relativa do ar são inversamente proporcionais, sendo que esse foi o comportamento encontrado para a maioria dos dias amostrados em que não houve ocorrência de precipitação. A variação no ambiente externo é superior à variação no ambiente interno tanto para a umidade relativa do ar como para a temperatura.

Como já mencionado, a RE/ANVISA nº 09/2003 é uma norma criada para ambientes climatizados, o estabelecimento de seus padrões leva em consideração vários aspectos, como por exemplo, o gasto de energia. Caso contrário, se pensássemos apenas no conforto térmico humano, poderiam ser estabelecidos valores ideais de temperatura e umidade relativa do ar iguais durante todo o ano. Nos ambientes estudados neste trabalho, a maior parte dos dias em que a temperatura estava em acordo com os padrões estavam contidos na estação verão. No entanto, os valores não adequados do inverno não foram decorrência de temperaturas muito baixas nesta estação. Pelo contrário, um único valor (19,3°C) foi menor que o estabelecido pela ANVISA, todos os outros não estavam em acordo por apresentarem valores maiores que o padrão. Isto ocorre porque o inverno em São Carlos não é muito rigoroso, não apresenta temperaturas muito baixas como no sul do país, por exemplo.

A Figura 14 apresenta um gráfico com os valores médios dos meses junho, julho e novembro (nos quais as coletas para este trabalho foram mais significativas) para os últimos 6 anos, os dados foram obtidos da Estação Meteorológica da EMBRAPA Pecuária Sudeste (EMBRAPA, 2012).

Figura 14 - Temperaturas médias dos meses de junho, julho e novembro dos últimos 6 anos para a cidade de São Carlos

Fonte: (EMBRAPA, 2012)

Nenhuma média mensal ficou abaixo dos 15°C, sendo que a maior parte dos valores da estação fria estão na faixa de 18°C à 20°C, no entanto, esses números são de médias compostas com valores noturnos, diferentemente das médias deste trabalho que são apenas do período diurno. Se considerarmos o valor mínimo do inverno e o valor máximo do verão da RE/ANVISA nº09/2003 como uma faixa adequada, com exceção do dia 10/06 em que foi obtido 19,3°C, todos os outros dias ficariam dentro dessa faixa de valores, sendo assim, os valores apresentados para a estação inverno não caracterizam desconforto térmico aos ocupantes dos ambientes amostrados.

5.1.1 Índice de Calor (HI)

Como descrito na metodologia o índice de calor ou HI é uma maneira simplificada de definir a sensação de conforto térmico em um ambiente. Para elaboração do índice, é necessário realizar apenas o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar, já que para os outros parâmetros utilizados na avaliação do conforto térmico são assumidos valores. A Tabela 8 apresenta os valores do HI (*Heat Index*) e os valores utilizados para elaboração do índice.

Tabela 8 - Índice de calor - HI				
Ponto de coleta	Data	Temperatura (°F)	Umidade relativa (%)	HI
P1	12/05	81,2	50,3	81,9
	14/06	71,1	46,6	77,0
	19/07	78,8	43,0	79,4
P2	13/05	76,4	57,0	78,3
	7/06	77,4	52,0	78,9
	25/07	73,1	51,7	77,0
P3	10/05	78,8	55,4	80,2
	8/06	71,7	42,6	77,0
	20/07	78,3	52,3	79,5
P4	10/06	66,7	66,2	75,1
	21/07	78,8	41,0	79,2
P1	27/10	81,8	53,07	83,0
	28/10	85,2	45,2	85,6
	23/11	81,2	45,8	81,5
	24/11	83,2	37,5	82,2
P2	25/11	85,9	32,1	83,9
	26/11	87,1	45,4	88,1
	17/11	77,2	50,3	78,7
	18/11	77,6	45,3	78,8
P3	07/11	78,8	52,5	80,0
	08/11	79,2	48,2	80,0
	28/11	79,4	55,8	80,7
	29/11	80,5	53,7	81,7
P4	30/11	83,4	53,4	85,0
	01/12	83,8	54,5	85,9
	21/11	82,4	49,5	83,1
	22/11	79,5	69,0	82,0

A Figura 15 apresenta os valores encontrados do índice, como também a linha que representa o limite da sensação de conforto térmico. É possível observar que grande parte dos valores se en-

contra acima do limite determinado, em 59,3% dos casos, significando que na maior parte dos dias monitorados, os trabalhadores ficaram expostos à sensação de desconforto térmico. Comparando a número de dias monitorados que apresentam acordo com o HI e o número de dias que apresentam acordo com a RE/ANVISA nº 09/2.003, observa-se que o índice mantém um maior número dos dias monitorados dentro dos limites estabelecidos para a manutenção do conforto térmico. Esta diferenciação entre as duas formas de determinação pode ser devido à ANVISA estabelecer uma comparação separada entre umidade relativa do ar e temperatura, já o valor do índice é uma junção dos dois fatores.

5.2 Poluição sonora

Os níveis de poluição sonora foram coletados de maneira simultânea nos ambientes interno e externo. A Figura 16 apresenta um gráfico do comportamento típico ao longo de um dia de coleta (24/11/2011). Neste dia, a medição foi realizada no P1, sendo a média do ambiente externo de 66,3 dB(A) e do ambiente interno de 58,3 dB(A). A variação que ocorreu no ambiente externo apresentou maior amplitude e atingiu picos mais elevados de ruído. As linhas contínuas do gráfico representam o limite da NBR 10151/2000, que determina o nível máximo de 60 dB(A) para o ambiente externo e de 50 dB(A) para o ambiente interno, em áreas mistas com vocação comercial e administrativa. Como pode ser observado no gráfico, ao longo do dia em ambos os ambientes toda a variação que ocorreu foi acima dos limites estabelecidos pela NBR 10151/2000.

Figura 15 - Índice de calor - HI

A Figura 17 apresenta os níveis médios de ruído nos ambientes interno e externo para cada ponto de coleta. É possível visualizar que nos 4 pontos os níveis médios de poluição sonora se apresentaram superiores no ambiente externo, isto é atribuído às movimentações regulares de um centro de cidade, circulação de veículos, carros de som, grande volume de pessoas circulando nas calçadas e sistemas de som das lojas. No P1 foi encontrado o valor médio de poluição sonora externo mais elevado, este ponto amostral estava localizado na via de maior movimento da cidade, com grande tráfego de veículos, incluindo todos os ônibus de transporte urbano coletivo que circulam no sentido Sul- Norte de São Carlos. Para o poluição sonora interna, o P4 apresentou o maior valor, isto ocorreu por causa da localização do ponto amostral no interior do ambiente. O P4 era situado mais próximo à saída do que ao interior da loja, por isso também apresenta a menor variação entre os valores médios de poluição sonora interno e externo. Os outros 3 pontos internos eram próximos aos locais de pagamento das lojas, ou seja, aos caixas. Dessa forma esses pontos ficavam mais no interior das lojas, sofrendo uma influência externa menor que o P4. A Tabela 9 apresenta os valores médios com o desvio padrão e a relação interno/externo (I/E) para cada ponto.

Figura 16 - Gráfico do comportamento de um dia típico da poluição sonora no P1 (24/11/2011)

Figura 17 - Valores médios de poluição sonora por ponto de coleta

Tabela 9 - Valores de média e desvio padrão de poluição sonora por ponto de coleta

Pontos de coleta	Média (dB(A))		Desvio Padrão		Índice I/E
	I	E	I	E	
P1	58,8	66,2	4,29	4,60	0,89
P2	57,3	63,6	3,65	4,31	0,90
P3	55,0	62,9	5,05	3,13	0,87
P4	61,3	64,0	4,11	5,27	0,96

I=Interno; E=Externo

A Tabela 5.2 apresenta os valores de média, desvio padrão e o índice I/E para todos os dias de coleta. Em nenhum dos dias amostrados os valores internos e externos de poluição sonora apresentaram acordo com a NBR 10151/2000. Para o ambiente externo o menor valor médio encontrado foi de 61 dB(A) no P2 (17/11/2011) e o maior valor médio de 66,8 no P1 (28/10/2011), sendo que o limite da NBR é de 60 dB(A). Para o ambiente interno, o menor valor médio foi de 53,9 dB(A) no P3 (20/07/2011), e a maior média de 63,6 dB(A) no P4 (01/12/2011), sendo o limite de 50 dB(A). A relação I/E variou de 0,83 à 0,99, portanto em nenhum dia a média diária interna superou a externa. O P4 apresentou os valores da relação mais próximos a 1, indicando que neste ponto houveram as menores diferenças entre os níveis de poluição sonora interno e externo. Como já mencionado anteriormente, isto ocorre devido à localização do ponto amostral interno, que sofre uma influência

grande da poluição sonora externa. O P1 apresentou os valores mais baixos da relação I/E, indicando que, neste ponto estão presentes as maiores diferenças entre os níveis de poluição sonora interno e externo. Neste caso, isto ocorre porque os valores externos deste ponto também são os mais elevados dos 4 pontos de coleta.

Tabela 10 - Valores de média e desvio padrão da poluição sonora para cada dia de coleta

Ponto de coleta	Data da coleta	Média (dB(A))		Desvio Padrão		Índice I/E
		I	E	I	E	
P1	19/07	54,7	65,8	4,86	5,31	0,83
	27/10	58,3	66,3	3,88	4,85	0,88
	28/10	59,8	66,8	2,95	4,22	0,89
	23/11	59,8	65,8	3,62	4,48	0,91
	24/11	60,7	66,1	3,41	4,02	0,92
P2	25/07	56,3	61,3	3,59	3,50	0,92
	17/11	56,3	61,0	3,51	3,57	0,92
	18/11	56,9	63,4	3,39	4,17	0,90
	25/11	59,8	65,0	2,78	3,59	0,92
	26/11	-	66,0	-	4,23	-
P3	20/07	53,9	64,4	5,58	2,88	0,84
	28/11	-	62,7	-	3,10	-
	29/11	56,0	61,7	4,30	2,79	0,91
P4	21/07	59,0	62,8	4,65	6,07	0,94
	21/11	59,7	63,6	3,83	5,20	0,94
	22/11	62,7	63,4	2,93	5,23	0,99
	30/11	-	64,0	-	5,30	-
	01/12	63,6	65,4	2,99	4,76	0,97

Como mostrado, o maior valor médio encontrado para o ambiente externo foi de 66,8 dB(A) e para o interno de 63,6 dB(A). No entanto, ao longo do dia de medição ocorreram valores muito mais elevados, chegando próximo à 85 dB(A) no ambiente interno e a 90 dB(A) no ambiente externo. Esses valores que podem ser chamados de *outliers*, foram devido principalmente à passagem de veículos mais barulhentos, buzinas, carros com volume de som alto, etc. As Figuras 18 e 19 apresentam os gráficos de boxplot dos níveis de poluição sonora interno e externo, respectivamente. O gráfico de boxplot apresenta uma sensibilidade em capturar e apresentar os valores de *outliers*, e os valores de mediana são representados pela linha no centro da caixa. No caso deste trabalho, os valores de *outliers* devem ser considerados, já que não são valores errôneos e sim picos de ruído.

Figura 18 - Gráfico em boxplot dos níveis de poluição sonora interno para cada dia de coleta

Figura 19 - Gráfico em boxplot dos níveis de poluição sonora externo para cada dia de coleta

A Lei municipal nº 14.415/08 norteia alguns parâmetros acerca da poluição sonora na cidade de São Carlos. Estabelece, por exemplo, a proibição de alto-falantes expostos no exterior dos estabelecimentos comerciais e exige que os carros de som trabalhem com alvará de funcionamento. Em relação aos limites máximos dos níveis sonoros, a Lei nº 14.415/08 aborda em seu texto que utiliza os mesmos parâmetros da NBR 10151. No entanto, ela faz uso de uma versão antiga da norma, a NBR 10.151/1987, que é menos rigorosa que a versão de 2000. Para a área de estudo deste trabalho o limite municipal é de 70 dB(A), portanto, em nenhum dos dias amostrados a média ultrapassou este valor. Optou-se pela utilização da NBR 10.151/2000 para fins de comparação dos valores obtidos neste trabalho, visto que seus parâmetros são mais atuais. Apesar de o município possuir uma lei que estabelece limites para a poluição sonora, ainda não pratica penalizações para os casos que não atendem os padrões. Há especulações entre os comerciantes que este é um assunto em início de discussões. Por conta disso, enquanto as amostragens eram realizadas no centro da cidade, as pessoas aproximavam para perguntar o que era e qual o objetivo da pesquisa. Além disso, muitas questionavam se era da prefeitura, e muitas outras (as que costumam frequentar o centro de São Carlos diariamente) indagavam sobre o aspecto de que nos dias em que as amostragens estavam sendo realizadas, os comerciantes diminuíam o volume ou desligavam seus sistemas de som. Por isso, é possível que os níveis de ruído de São Carlos apresentem valores maiores dos que os encontrados neste trabalho.

5.3 Material particulado

A coleta de dados de material particulado foi realizada por meio da utilização dos monitores portáteis e por meio da filtração. Com os monitores foi possível apresentar o comportamento do material particulado ao longo do dia de amostragem. Da filtração se obteve os resultados de concentração pela gravimetria e foi realizada a análise química dos componentes presentes na amostra.

5.3.1 Resultado dos Monitores Portáteis

A coleta de material particulado com os monitores portáteis foi realizada utilizando-se dois diferentes monitores, o EVM-7 e o pDR-1500. O EVM-7 foi utilizado para monitoramento interno e externo de $MP_{2,5}$, na etapa de coleta preliminar de dados, e para monitoramento de MP_{10} e $MP_{2,5}$ externos na etapa de coleta efetiva de dados. O pDR-1.500 foi utilizado para monitoramento de MP_{10} e $MP_{2,5}$ no ambiente interno, apenas na etapa de coleta efetiva dos dados. A Figura 20 apresenta o gráfico do comportamento de um dia do material particulado interno e externo do dia 25/11/2.011 no P2. Por conta do uso de dois equipamentos diferentes, o gráfico apresenta o comportamento da concentração do material particulado sem levar em consideração os valores de concentração obtidos. Com esse objetivo, o gráfico foi construído com os valores obtidos de concentração de cada ambiente divididos pelo maior valor de concentração daquele dia.

A Tabela 11 apresenta os valores médios, o desvio padrão e a relação interno/externo (I/E) para cada dia de coleta. Observando a Tabela 11, percebe-se claramente que há dias em que os valores encontrados não são coerentes, especialmente os valores do ambiente externo, coletados com o EVM-7, que apresentou valores de desvio padrão muito altos. Os valores da relação I/E também não são satisfatórios, pois os valores da relação apresentados não condizem com o tipo de ambiente monitorado. A Figura 21 apresenta o gráfico de *boxplot* das coleta de $MP_{2,5}$ realizadas durante a etapa de coleta preliminar de dados.

Figura 20 - Comportamento do material particulado ao longo de um dia de coleta no P2 - (25/11/2.011)

Tabela 11 - Médias e desvio padrão do material particulado coletado com os monitores portáteis

Ponto de coleta	Data	Fração	Média ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Desvio padrão		Relação I/E
			Interno	Externo	Interno	Externo	
P1	14/06	MP _{2,5}	44,1	-	12,7	-	-
	19/07	MP _{2,5}	-	3,5	-	3,3	-
	27/10	MP ₁₀	12,9	23,4	3,8	10,8	0,55
	28/10	MP _{2,5}	14,1	13,1	2,9	4,0	1,08
	23/11	MP ₁₀	8,3	5,6	2,3	9,4	1,48
	24/11	MP _{2,5}	5,9	3,1	3,8	6,5	1,92
P2	07/06	MP	17,1	-	5,4	-	-
	25/07	MP _{2,5}	-	5,7	-	6,3	-
	17/11	MP ₁₀	11,6	15,4	2,8	13,2	0,75
	18/11	MP _{2,5}	9,4	9,2	2,0	5,8	1,02
	25/11	MP ₁₀	12,7	9,9	2,2	12,1	1,28
	26/11	MP _{2,5}	7,6	3,2	2,0	9,9	2,40
P3	8/6	MP	3,0	-	2,2	-	-
	20/07	MP _{2,5}	-	12,0	-	4,9	-
	07/11	MP ₁₀	18,4	24,8	3,0	8,2	0,74
	08/11	MP _{2,5}	15,8	13,1	3,4	5,9	1,20
	28/11	MP ₁₀	5,3	13,1	3,6	4,0	0,40
	29/11	MP _{2,5}	11,7	0,9	3,4	1,2	12,54
P4	10/6	MP	11,1	-	8,3	-	-
	21/07	MP _{2,5}	-	9,0	-	6,6	-
	21/11	MP ₁₀	11,4	10,4	2,3	8,0	1,10
	22/11	MP _{2,5}	14,5	14,0	5,3	11,8	1,04
	30/11	MP ₁₀	5,4	6,6	1,7	7,3	0,82
	01/12	MP _{2,5}	8,6	6,9	3,0	10,0	1,25

As Figuras 22 e 23 apresentam os gráficos de *boxplot* da concentração de MP_{2,5} interno e externo, respectivamente, e as Figuras 24 e 25 apresentam os gráficos de *boxplot* da concentração interna e externa de MP₁₀, respectivamente, da etapa de coleta efetiva de dados. Esse tipo de gráfico apresenta de maneira mais clara a distribuição dos valores coletados. Os dados coletados com o EVM-7 apresentam uma maior variação do que os valores do pDR-1.500, atingindo valores de até 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 21 - Gráfico de *boxplot* das coletas de MP_{2,5} da etapa de coleta preliminar dos dados com o EVM-7

Figura 22 - Gráfico de *boxplot* da concentração do $\text{MP}_{2,5}$ no ambiente interno coletado com o pDR-1.500

Figura 23 - Gráfico de *boxplot* da concentração do MP_{2,5} no ambiente externo coletado com o EVM-7

Figura 25 - Gráfico de *boxplot* da concentração do MP₁₀ no ambiente externo coletado com o EVM-7

5.3.2 Resultados da Gravimetria

Como apresentado na metodologia, durante a coleta do mês de maio foi utilizado um óleo de baixa viscosidade para untar o anel do PEM. As membranas foram contaminadas com esse óleo que acabou escorrendo e o valor de concentração do material particulado foi bastante superior ao esperado, como mostra o gráfico da Figura 26, que apresenta os valores de concentração obtidos na etapa de coleta preliminar dos dados. Por conta disso, os resultados de gravimetria do mês de maio não foram incorporados à discussão dos resultados deste trabalho, sendo consideradas apenas as coletas realizadas a partir do mês de junho.

Figura 26 - Valores de concentração de material particulado obtidos na etapa de coleta preliminar dos dados

Trabalhos anteriores relacionados ao material particulado de São Carlos mostraram que os valores de concentração apresentam variação sazonal, sendo maiores durante os meses de maio a outubro (estação seca) e menores durante os meses de novembro a abril (estação chuvosa) (CELLI et al., 2003; MARQUES et al., 2001). A variação entre esses períodos é determinada, principalmente, pela precipitação, que funciona como lavador para as partículas da atmosfera. A Tabela 12 apresenta os valores de concentração e a relação interno/externo (I/E) do MP_{10} e do $\text{MP}_{2,5}$. Apesar

de o número de amostragens no período seco ser limitado, a média desse período superou a média da estação chuvosa. Comparando os valores de concentração com os padrões sugeridos pela Organização Mundial da Saúde - OMS, de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o MP_{10} e $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o $\text{MP}_{2,5}$, apenas na estação seca os padrões não foram atendidos, no entanto, com valores ultrapassando 100% do limite estabelecido.

Tabela 12 - Concentrações de MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$ de todos os dias de coleta e relação interno/externo (I/E)

Ponto de coleta	Data	$\text{MP}_{10} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Índice I/E	$\text{MP}_{2,5} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$		Índice I/E
		I	E		I	E	
1	14/6/2011	85	78	1,06	-	51	-
2	7/6/2011	108	102	1,26	-	45	-
3	8/6/2011	24	19	1,08	-	7	-
4	10/6/2011	27	25	1,09	-	14	-
3	7/11/2011	40	32	1,25	-	-	-
	8/11/2011	-	-	-	19	17	1,12
2	17/11/2011	23	22	1,05	-	-	-
	18/11/2011	-	-	-	21	17	1,24
4	21/11/2011	27	34	0,79	-	-	-
	22/11/2011	-	-	-	19	17	1,12
1	23/11/2011	27	25	1,08	-	13	-
	24/11/2011	24	-	-	14	12	1,17
2	25/11/2011	24	27	0,89	-	17	-
	26/11/2011	26	-	-	14	15	0,93
3	28/11/2011	21	13	1,62	-	8	-
	29/11/2011	24	-	-	11	9	1,22
4	30/11/2011	22	24	0,92	-	12	-
	1/12/2011	30	-	-	17	18	0,94

¹I= Interno; E= Externo

Para a relação interno/externo (I/E) pode ser observado, tanto para o MP_{10} como para o $\text{MP}_{2,5}$ que, na maioria dos dias amostrados, a concentração interna foi superior à concentração externa. Mais precisamente em 71% das coletas de $\text{MP}_{2,5}$ e em 72% das coletas de MP_{10} . Em três pontos de monitoramento, P1, P2 e P3, o local de coleta no ambiente interno era localizado próximo aos caixas das lojas e, como o comércio praticado era de artigos de confecção, a ressuspensão de partículas pela manipulação dos objetos de tecido teve contribuição nos níveis de MP interno. Já no P4, o local de monitoramento interno estava localizado mais próximo à saída do que ao interior da loja.

Os valores da relação I/E em torno de 1 (12, tanto para o $MP_{2,5}$ como para o MP_{10} , indicam que, as diferenças entre as concentrações do MP, nos ambientes interno e externo, não são significativas. Nenhum dos ambientes amostrados neste trabalho possui climatização artificial, sendo que a ventilação e as trocas de ar são naturais e constantes devido à manutenção de portas e janelas abertas, justificando os valores da relação I/E.

Um dos resultados mais interessante obtido neste trabalho, foi a verificação da elevação dos níveis médios da concentração do $MP_{2,5}$ em mais de 20% nos últimos dez anos. Estudos anteriores, no ambiente externo de São Carlos, encontraram a relação $MP_{2,5}/MP_{10}$ variando de 30% a 80% na estação seca, e sendo cerca de 31% na estação chuvosa, para os anos de 2.001 e 2.002. A Tabela 13 apresenta os valores da relação $MP_{2,5}/MP_{10}$ encontrados para o ano de 2.011, o valor médio para a estação chuvosa foi de 56%. E, os valores médios da concentração de MP_{10} e $MP_{2,5}$ eram de $23,4\mu\text{g}/\text{m}^3$ e $8,6\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, dez anos atrás, na estação chuvosa (BRUNO et al., 2004). Em 2.011 os resultados obtidos apresentaram concentração média de $25,3\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o MP_{10} e de $14,1\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o $MP_{2,5}$ (Tabela 12). É evidente o aumento nos níveis de $MP_{2,5}$, ocasionando, dessa forma, o aumento dos valores da relação $MP_{2,5}/MP_{10}$.

A relação $MP_{2,5}/MP_{10}$ também apresenta similaridade entre os ambientes interno e externo, como já mencionado, devido às trocas de ar frequentes entre esses ambientes. As Figuras 27 e 28

Tabela 13 - Relação $MP_{2,5}/MP_{10}$

Pontos de coleta	Externo	Interno
1	0,66	-
2	0,44	-
3	0,38	-
4	0,55	-
1	0,54	0,57
2	0,63	0,55
3	0,58	0,47
4	0,50	0,57

apresentam as concentrações de MP_{10} e $MP_{2,5}$ para o ambiente interno e externo, respectivamente, é possível observar que a massa do MP_{10} é composta em média por mais de 50% de massa $MP_{2,5}$.

Figura 28 - Comparação das concentrações MP_{10} e $MP_{2,5}$ no ambiente externo

5.3.3 Análise química

A análise química das membranas foi realizada por meio de Fluorescência de Raio-X. Como mencionado na metodologia, foram utilizadas duas membranas diferentes, uma na etapa de coleta preliminar de dados e outra na etapa de coleta efetiva dos dados. A Figura 29 apresenta os elementos encontrados na análise química realizada com as duas membranas brancas (sem uso), da etapa de coleta efetiva e preliminar de dados, respectivamente.

A Figura 30 apresenta os gráficos com as porcentagens dos elementos encontrados durante a etapa de coleta preliminar de dados, utilizando o primeiro tipo de membrana. As análises químicas realizadas, nesta etapa, apresentaram resultados satisfatórios, sendo que, os elementos encontrados estão em acordo com a literatura para a área de estudo e, também, apresentam acordo com estudos anteriores realizados sobre a constituição química do material particulado de São Carlos (POZZA, 2005; BRUNO et al., 2004). Há algumas pontos interessantes que podem ser observados, como o aparecimento do Alumínio, apenas no MP₁₀ do P2, e o MP_{2,5} externo do P3 apresentando apenas Enxofre, Ferro e Cobre. No entanto, para melhor entendimento desses acontecimentos, seriam necessárias a realização de um número maior de amostragens com este tipo de membrana, o que não foi possível neste estudo.

Figura 30 - Análise química da etapa de coleta preliminar de dados

A Figura 31 apresenta a comparação da constituição química do MP₁₀ interno e externo coletados simultaneamente na etapa preliminar, e mostra que, as concentrações entre os ambientes são muito semelhantes. Os elementos encontrados na análise química são característicos de fontes externas, principalmente emissão veicular e ressuspensão. Essas fontes foram identificadas por estudos anteriores que avaliaram as principais fontes de contribuição para o material particulado de São Carlos (POZZA, 2005; BRUNO et al., 2004). O aparecimento do elemento potássio é explicado pelo fato das coletas terem sido realizadas no mês de junho, portanto no período seco, mais propício para as queimadas, sendo esta a maior fonte de contribuição deste elemento. A Figura 32 apresenta a comparação dos resultados da análise química do MP₁₀ e MP_{2,5} externos. Seriam necessárias um maior número de amostragens, a fim de entender o não aparecimento de elementos como Si, Ca, K e Ti, na fração MP_{2,5} do P3. Para os outros pontos amostrais, a análise apresentou concordância com estudos anteriores (POZZA, 2005; BRUNO et al., 2004).

Para a etapa efetiva de dados, em que foram utilizadas membranas diferentes das da etapa de coleta preliminar, os resultados da análise química não foram satisfatórios. As Figuras 33 e 34 apresentam os gráficos com os resultados obtidos para cada amostra. Nesta etapa, foram encontrados elementos atípicos para o tipo de área de estudo, como Hólmio, Gadolínio, Háfnio, Túlio, Érbio, Térbio, Disprósio, Lutécio e Ródio, sendo que, destes elementos apenas o Gadolínio e o Hólmio apareceram na análise da membrana branca. E, em apenas algumas amostras, foram encontrados os elementos esperados como Silício, Enxofre, Ferro e Alumínio, por exemplo.

Enquanto que a massa das membranas utilizadas na fase de coleta preliminar de dados não ultrapassava 100µg, a massa da membrana utilizada na fase de coleta efetiva de dados era em torno de 200µg. Portanto, um fator para as análises químicas desta etapa não apresentarem resultados satisfatórios pode ser o fato do tempo de coleta, de oito horas diárias, não ter sido suficiente para acumular a quantidade de massa necessária. As Figuras 35 a 38 apresentam fotos das membranas utilizadas para coleta de material particulado, MP₁₀ e MP_{2,5}, das etapas de coleta preliminar e efetiva, que foram analisadas em microscópio *Olympus* BX50 e as imagens capturadas pelo *software* DP2-BSW (*Olympus*). É possível observar, nas imagens abaixo, que a membrana utilizada na etapa de coleta efetiva dos dados se apresenta muito mais densa, devido a maior quantidade de massa de membrana, que a utilizada na etapa de coleta preliminar. Os círculos em vermelho apresentam o acúmulo de material particulado em algumas regiões da membrana, o que é mais visível na coleta do MP₁₀ do que na coleta do MP_{2,5}.

Figura 31 - Constituição química do MP₁₀ interno e externo

Figura 32 - Constituição química do MP₁₀ e MP_{2,5} externos

Figura 33 - Análise química da etapa de coleta efetiva de dados (1)

Figura 34 - Análise química da etapa de coleta efetiva de dados (2)

Figura 35 - Membrana de coleta de MP₁₀ externo (07/06/2011)

Figura 36 - Membrana de coleta de MP₁₀ externo (25/11/2011)

Figura 37 - Membrana de coleta de $MP_{2,5}$ externo (07/06/2011)

Figura 38 - Membrana de coleta de $MP_{2,5}$ externo (01/12/2011)

5.3.4 Comparação métodos de medição de material particulado

As Figuras 39 a 42 apresentam os gráficos das comparações realizadas entre as duas formas de monitoramento de material particulado, a gravimetria e os monitores portáteis. Os gráficos apresentados são para os dias em que as coletas foram realizadas simultaneamente com as duas formas de medição. Para o ambiente interno, foi utilizado o pDR-1500, e para o ambiente externo o EVM-7, ambos para coleta de $MP_{2,5}$ e MP_{10} .

Figura 39 - Comparação equipamentos de coletas do $MP_{2,5}$ no ambiente interno

Figura 40 - Comparação equipamentos de coletas do $MP_{2,5}$ no ambiente externo

Houve apenas duas amostragens em que os monitores portáteis apresentaram valores de concentração superiores à gravimetria: na coleta de $MP_{2,5}$ no ambiente interno do P3 no dia 29/11, e na coleta de MP_{10} do ambiente externo do P3 no dia 28/11. Coincidentemente foram em dias próximos, no entanto, não há a formação de nenhum padrão de diferenciação entre as coletas realizadas com os monitores e a gravimetria. Nos outros dias, todos os valores apresentados pelos monitores portáteis foram inferiores aos da gravimetria. O EVM-7 apresentou as maiores discrepâncias, com um valor de $MP_{2,5}$ no P3 dia 29/11, de apenas $0.9\mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto a gravimetria apresentou $9\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figura 41 - Comparação equipamentos de coletas do MP₁₀ no ambiente interno Figura 42 - Comparação equipamentos de coletas do MP₁₀ no ambiente externo

5.4 Variáveis climáticas

Um dos fenômenos que regula a concentração de poluentes atmosféricos e, conseqüentemente, a concentração de material particulado, é a ocorrência ou não de precipitação. A chuva atua na atmosfera como um lavador de gases, carregando consigo as partículas e gases dispersos. Na cidade de São Carlos, de acordo com vários trabalhos anteriores, esta situação é bem definida, na estação seca a concentração dos níveis de material particulado é superior as concentrações encontradas na época em que há ocorrência de chuva.

Apesar de o número de coletas realizadas na estação seca ter sido restrita, é possível observar que as concentrações, neste período, apresentam valores superiores aos da estação chuvosa. A Tabela 14 apresenta os valores de precipitação e das concentrações de MP nas frações coletadas. Nos dias que antecederam a coleta do dia 7/6/2.011 não houve precipitação, sendo que neste dia ocorreu um evento atípico, uma ventania, ocasionando grande ressuspensão. Por isso, os valores altos de concentração encontrados neste dia, de 108, 102 e $45\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP₁₀ interno, MP₁₀ e MP_{2,5} externo, respectivamente. Devido à ocorrência de precipitação, nos dias subsequentes, os valores de concentração obtidos foram menores. Já na coleta do dia 14/6/2.011, depois de quatro dias sem chuva ou com valores ínfimos, a concentração apresentou resultados mais elevados de 85, 78 e $51\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o MP₁₀ interno e para o MP₁₀ e MP_{2,5} externo, respectivamente. Mas este ponto estava localizado na Avenida São Carlos, sendo o ponto de coleta que ficava na via de maior trânsito de veículos, podendo este também ser um fator da elevação dos valores de concentração de MP.

Para as coletas realizadas no mês de novembro e dezembro, as concentrações apresentaram valores inferiores aos encontrados na estação seca. A variação ocorrida entre os dias de coleta foi pequena, com exceção dos dias 7/11/2.011 e 1/12/2.011, em que as concentrações foram de 40 e $30\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente (Tabela 14).

Não era um dos objetivos deste trabalho comparar as duas estações, sendo priorizado o estudo da relação interno/externo das concentrações de MP. Como já mencionado anteriormente, os valores de concentração internos, apesar de na maioria dos casos apresentarem valores um pouco superiores ao ambiente externo, acompanham a variação do ambiente externo, nos dias em que houve precipitação, fazendo com que a concentração do ambiente externo apresentasse valores mais baixos, sendo que essa variação era também seguida no ambiente interno.

Tabela 14 - Valores de precipitação e concentração de MP₁₀ e MP_{2,5} nos ambientes interno e externo

Data	Ponto de coleta	Precipitação (mm)	MP ₁₀		MP _{2,5}	
			Interno	externo	Interno	Externo
5/6/11	-	0	-	-	-	-
6/6/11	-	0	-	-	-	-
7/6/11	P2	20,4	108	102	-	45
8/6/11	P3	0	24	19	-	7
9/6/11	-	23,4	-	-	-	-
10/6/11	P4	0,2	27	25	-	14
11/6/11	-	0,4	-	-	-	-
12/6/11	-	0	-	-	-	-
13/6/11	-	0,2	-	-	-	-
14/6/11	P1	0	85	78	-	51
6/11/11	-	0	-	-	-	-
7/11/11	P3	1,6	40	32	-	-
8/11/11		0,2	-	-	19	17
14/11/11	-	38,6	-	-	-	-
15/11/11	-	53	-	-	-	-
16/11/11	-	0	-	-	-	-
17/11/11	P2	0	23	22	-	-
18/11/11		0	-	-	21	17
19/11/11	-	0	-	-	-	-
20/11/11	-	0	-	-	-	-
21/11/11	P4	0	27	34	-	-
22/11/11		15,4	-	-	19	17
23/11/11	P1	0,2	27	25	-	13
24/11/11		0	24	-	14	12
25/11/11	P2	0	24	27	-	17
26/11/11		26,2	26	-	14	15
27/11/11	-	3,4	-	-	-	-
28/11/11	P3	0	21	13	-	8
29/11/11		1,2	24	-	11	9
30/11/11	P4	6,6	22	24	-	12
1/12/11		0	30	-	17	18

As Figuras 43 e 44 apresentam os gráficos do comportamento entre temperatura e umidade relativa do ar e as concentrações de MP₁₀ para o ambiente interno, apenas para as coletas da estação chuvosa. A concentração de MP seguiu uma tendência em acompanhar a umidade relativa, já que está bastante relacionada com a precipitação.

Figura 43 - Comparação da temperatura e concentração de MP₁₀ internos

6 Conclusões

Conclui-se pelo presente trabalho que:

- Com os valores de concentração e a análise química do material particulado deste trabalho, foi possível observar que os ambientes internos monitorados seguem as variações sofridas pelo ambiente externo. Apesar das concentrações serem muito próximas entre os ambientes, o ambiente interno apresentou valores superiores aos do ambiente externo, na maior parte dos dias monitorados. Com relação aos padrões estabelecidos, foi observado que, na estação chuvosa, os valores encontrados não ultrapassaram os limites estabelecidos pela OMS, no entanto, o aumento das concentrações do $MP_{2,5}$, nos últimos dez anos, inspira cuidados, principalmente porque não é acompanhado pela elevação do MP_{10} e, sim, vêm se apresentando como uma fração cada vez mais significativa do MP_{10} . Também não foram observados diferenças significativas entre os pontos de monitoramento, sendo que, os valores encontrados são semelhantes nas duas vias de grande circulação de veículos e no calçadão da cidade.
- Em relação ao ruído, os valores encontrados, no calçadão, foram inferiores aos encontrados nos ambientes que ficavam de frente para as vias de circulação de veículos, indicando que os veículos representam uma fonte relevante para aumento dos níveis de poluição sonora do centro de São Carlos. Os níveis encontrados de ruído para os ambientes internos e externos em nenhum dia atenderam ao padrão estabelecido pela NBR 10.151/2000.
- Para os níveis de conforto térmico apresentados neste trabalho, foi verificado que os ocupantes desses ambientes estiveram, na maior parte dos dias monitorados, expostos à sensação relativa de desconforto térmico, o que foi observado comparando-se os valores encontrados de temperatura e umidade relativa do ar com o índice de calor (HI) e a ANVISA nº 09/2003.
- A membrana utilizada para coleta de material particulado não é adequada para a realização da análise química pela técnica do XRF.

7 Sugestões para trabalhos futuros

A partir dos resultados obtidos por esta pesquisa, consideram-se os seguintes pontos pertinentes para trabalhos futuros:

- Inicialmente, a necessidade da realização da análise química do material particulado de maneira contínua, especialmente do $MP_{2,5}$, que mostrou relevante crescimento nos últimos anos e a identificação das fontes de poluição.
- A realização de estudo similar a este em diferentes tipos de comércio, objetivando verificar, por exemplo, a interferência dos diferentes objetos de comércio na qualidade do ar dos ambientes internos.
- O monitoramento de ambientes climatizados artificialmente e a sua comparação com os de ventilação natural.
- A aplicação de questionários, para entendimento da percepção da população em relação à qualidade ambiental dos ambientes internos e da região central.
- Realizar caracterização das membranas e, adequação da metodologia para que a análise química possa ser realizada de maneira efetiva, como a substituição do uso do PEM por outros métodos de filtração.

Referências

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 10151. *Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade*, 2000.
- AFEEVAS. Conselho estadual do meio ambiente. In: _____. *Padrões de Qualidade do Ar Aprovados em 25/05/2011 pelo CONSEMA (Conselho Estadual do Meio Ambiente) para o Estado de São Paulo*. CONSEMA, 2012. Disponível em: <<http://www.afeevas.org.br>>.
- ANVISA. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. *RE/ANVISA nº 09: Avaliação da qualidade do ar interior*, 2003.
- BARBOSA, A.; CARDOSO, M. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of São Paulo in Brazil. *Auris Nasus Larynx*, Elsevier, v. 32, n. 1, p. 17–21, 2005.
- BASCOM, R. Health effects of outdoor air pollution. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 153, n. 1, p. 3–50, 1996.
- BELOJEVIC, G. et al. Urban road-traffic noise and blood pressure and heart rate in preschool children. *Environment international*, Elsevier, v. 34, n. 2, p. 226–231, 2008.
- BERNSTEIN, J. et al. Health effects of air pollution. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, Elsevier, v. 114, n. 5, p. 1116–1123, 2004.
- BRAUER, M. et al. A cohort study of traffic-related air pollution impacts on birth outcomes. *Environmental Health Perspectives*, National Institute of Environmental Health Science, v. 116, n. 5, p. 680, 2008.
- BRICKUS, L.; NETO, F. A. A qualidade do ar de interiores e a química. *Química Nova*, SciELO Brasil, v. 22, n. 1, p. 56–74, 1999.
- BRUCE, N.; PEREZ-PADILLA, R.; ALBALAK, R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bulletin of the World Health Organization*, v. 78, n. 9, p. 1078–1092, 2000.
- BRUNO, L. R. *Material particulado atmosférico na cidade de São Carlos-SP: quantificação e identificação de fontes*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de São Carlos, 2005.

- BRUNO, R. et al. Atmospheric particulate matter in the city of São Carlos/SP, Brazil. *International Journal of Environment and Pollution*, Inderscience, v. 22, n. 4, p. 476–489, 2004.
- CASTANHO, A.; ARTAXO, P. Wintertime and summertime são paulo aerosol source apportionment study. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 35, n. 29, p. 4889–4902, 2001.
- CELLI, C. et al. Concentração de material particulado suspenso na atmosfera em São Carlos-SP. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 8, n. 1/2, p. 6–12, 2003.
- CELLI, C. E. *Monitoramento do material particulado respirável suspenso na atmosfera no centro da cidade de São Carlos - SP*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, 1999.
- CENDON, S. et al. Air pollution effects on myocardial infarction. *Revista de Saúde Pública, SciELO Public Health*, v. 40, n. 3, p. 414–419, 2006.
- CETESB. *Comparação entre os períodos de safra e entressafra de cana de açúcar*. [S.l.], 2000.
- CETESB. *Relatório de qualidade do ar no estado de São Paulo*. [S.l.], 2011.
- CONTINI, D. et al. Analysis of particles and carbon dioxide concentrations and fluxes in an urban area: correlation with traffic rate and local micrometeorology. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 46, p. 25–35, 2012.
- ELLER, P. Niosh manual of analytical methods. Department of Health and Human Services, 1998.
- EMBRAPA. Dados meteorológicos. In: _____. *Pecuária Sudeste*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012. Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/dados-meteorologicos>>. Acesso em: 23 mar. 2012.
- ERLANDSSON, S. et al. Cultural and social perspectives on attitudes, noise, and risk behavior in children and young adults. In: THIEME MEDICAL PUBLISHERS INC. *Seminars in hearing*. [S.l.], 2008. v. 29, n. 1, p. 29.
- EVANS, G. et al. Community noise exposure and stress in children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, v. 109, p. 1023, 2001.

- FILHO, M. P. et al. Effect of air pollution on diabetes and cardiovascular diseases in São Paulo, Brazil. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, SciELO Brasil, v. 41, n. 6, p. 526–532, 2008.
- FREW, A. Advances in environmental and occupational diseases 2004. *Journal of allergy and clinical immunology*, Elsevier, v. 115, n. 6, p. 1197–1202, 2005.
- GODISH, T. Air quality. Lewis Publishers, Chelsea, MI, 1991.
- GOOGLEMAPS. Google maps. In: _____. *Cidade de São Carlos*. Google, 2012. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/>>.
- HARRISON, R. et al. Processes affecting concentrations of fine particulate matter (PM_{2.5}) in the UK atmosphere. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 46, p. 115–124, 2011.
- HAY, B.; KEMP, M. Measurements of noise in air conditioned, landscaped offices. *Journal of Sound and Vibration*, Elsevier, v. 23, n. 3, p. 363–373, 1972.
- HOEK, G. et al. Association between mortality and indicators of traffic-related air pollution in the netherlands: a cohort study. *The lancet*, Elsevier, v. 360, n. 9341, p. 1203–1209, 2002.
- IBGE. Ibge: São carlos/sp. In: _____. *IBGE Cidades@*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=sp>>. Acesso em: 26 jan. 2012.
- ITO, L. X. *Monitoramento da qualidade do ar de ambientes internos - Bibliotecas*. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de São Carlos, 2007.
- KELLER-OLAMAN, S. et al. Individual and neighborhood characteristics associated with environmental exposure. *Environment and behavior*, Sage Publications, v. 37, n. 4, p. 441, 2005.
- LEE, S. et al. Inter-comparison of air pollutant concentrations in different indoor environments in hong kong. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 36, n. 12, p. 1929–1940, 2002.
- LEE, S.; HO, C.; CHOI, Y. High-pm10 concentration episodes in seoul, korea: Background sources and related meteorological conditions. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 45, p. 7240–7247, 2011.

- LOCALIZA SãO CARLOS. Mapa de São Carlos. In: _____. *Localiza São Carlos*. Universidade de São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.saocarlos.usp.br/calouros/sobre-a-cidade.php>>.
- MARQUES, K. et al. Assessment of atmospheric particulate matter in São Carlos-SP, Brazil. *Environmental Management and Health*, MCB UP Ltd, v. 12, n. 1, p. 17–25, 2001.
- MARQUES, K. A. *Caracterização do material particulado suspenso na atmosfera da cidade de São Carlos*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, 2000.
- MARTINS, J.; DIAS, M.; GONÇALVES, F. Impact of biomass burning aerosols on precipitation in the Amazon: A modeling case study. *J. Geophys. Res.*, v. 114, p. D02207, 2009.
- MODIG, L. et al. Vehicle exhaust exposure in an incident case–control study of adult asthma. *European Respiratory Journal*, Eur Respiratory Soc, v. 28, n. 1, p. 75, 2006.
- MUZET, A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep medicine reviews*, Elsevier, v. 11, n. 2, p. 135–142, 2007.
- MYERS, I.; MAYNARD, R. Polluted air—outdoors and indoors. *Occupational medicine*, Soc Occupational Med, v. 55, n. 6, p. 432, 2005.
- NASCIMENTO, G. C. do. *Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: Biblioteca pública*. Dissertação (Mestrado) — Universidade de São Paulo, 2011.
- OLMO, N. et al. A review of low-level air pollution and adverse effects on human health: implications for epidemiological studies and public policy. *Clinics*, SciELO Brasil, v. 66, n. 4, p. 681–690, 2011.
- OMOKHODION, F.; EKANEM, S.; UCHENDU, O. Noise levels and hearing impairment in an urban community in Ibadan, southwest Nigeria. *Journal of Public Health*, Springer, v. 16, n. 6, p. 399–402, 2008.
- OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. *Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*, 2006.

- PASSCHIER-VERMEER, W.; PASSCHIER, W. Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*, National Institute of Environmental Health Science, v. 108, n. Suppl 1, p. 123, 2000.
- PETERS, J. et al. A study of twelve southern california communities with differing levels and types of air pollution. i. prevalence of respiratory morbidity. *American journal of respiratory and critical care medicine*, Am Thoracic Soc, v. 159, n. 3, p. 760, 1999.
- PETIAN, A. *Incomôdo em relação ao ruído urbano entre os trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo*. Tese (Doutorado) — Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, 2008.
- POKHREL, A. et al. Case–control study of indoor cooking smoke exposure and cataract in Nepal and India. *International journal of epidemiology*, IEA, v. 34, n. 3, p. 702, 2005.
- POPE, C.; YOUNG, B.; DOCKERY, D. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. *Journal of the Air & Waste Management Association*, Air & Waste Management Association, One Gateway Center, Third Floor, 420 Fort Duquesne Blvd, Pittsburgh, PA, 15222, USA,, v. 56, n. 6, p. 709–742, 2006.
- POWER, M. et al. Traffic-related air pollution and cognitive function in a cohort of older men. *Environmental health perspectives*, National Institute of Environmental Health Science, v. 119, n. 5, p. 682, 2011.
- POZZA, S. A. *Identificação das fontes de poluição atmosférica na cidade de São Carlos - SP*. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- POZZA, S. A. et al. Identificação de possíveis fontes de poluição atmosférica na cidade de São Carlos. In: *Anais do 9Simpósio Internacional da Qualidade Ambiental*. Porto Alegre: [s.n.], 2004.
- RAASCHOU-NIELSEN, O. et al. Air pollution from traffic at the residence of children with cancer. *American journal of epidemiology*, Oxford Univ Press, v. 153, n. 5, p. 433, 2001.
- RICHARDSON, G.; EICK, S.; JONES, R. How is the indoor environment related to asthma?: literature review. *Journal of advanced nursing*, Wiley Online Library, v. 52, n. 3, p. 328–339, 2005.

- ROTHFUSZ, L.; HEADQUARTERS, N. The heat index equation (or, more than you ever wanted to know about heat index). *Fort Worth, Texas: National Oceanic and Atmospheric Administration, National Weather Service, Office of Meteorology*, p. 90–23, 1990.
- SALDIVA, P. et al. Respiratory alterations due to urban air pollution: an experimental study in rats. *Environmental Research*, Elsevier, v. 57, n. 1, p. 19–33, 1992.
- SHAKA, H.; SALIBA, N. Concentration measurements and chemical composition of $PM_{10-2.5}$ and $PM_{2.5}$ at a coastal site in Beirut Lebanon. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 38, n. 4, p. 523–531, 2004.
- SKC. Skc. In: _____. SKC. World Leader in Sampling Technologies, 2012. Disponível em: <<http://www.skcinco.com> =>.
- STERNBECK, J.; SJÖDIN, A.; ANDRÉASSON, K. Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension—results from two tunnel studies. *Atmospheric Environment*, Elsevier, v. 36, n. 30, p. 4735–4744, 2002.
- SUNDELL, J. On the history of indoor air quality and health. *Indoor air*, Wiley Online Library, v. 14, p. 51–58, 2004.
- USEPA. *PM_{2.5} NAAQS Implementation*. [S.l.], 1997.
- WATSON, J.; CHOW, J. Source characterization of major emission sources in the Imperial and Mexicali valleys along the US/Mexico border. *The science of the total environment*, Elsevier, v. 276, n. 1-3, p. 33–47, 2001.
- WILHELM, M.; RITZ, B. Residential proximity to traffic and adverse birth outcomes in Los Angeles county, California, 1994-1996. *Environmental Health Perspectives*, National Institute of Environmental Health Science, v. 111, n. 2, p. 207, 2003.
- WILLICH, S. et al. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *European heart journal*, Eur Soc Cardiology, v. 27, n. 3, p. 276, 2006.
- ZANNIN, P.; DINIZ, F.; BARBOSA, W. Environmental noise pollution in the city of Curitiba, Brazil. *Applied Acoustics*, Elsevier, v. 63, n. 4, p. 351–358, 2002.

A APÊNDICE - Dados da gravimetria da fase de coleta preliminar de dados

Tabela 15 - Gravimetria da fase de coleta preliminar

MP ₁₀ /MP _{2,5}		Data da coleta	P1 (mg)	P2 (mg)	Média (mg)	P1(mg)	P2(mg)	Média (mg)	ΔMédia (μg)	Volume(L)	Correção ΔMédia	Concentração (μg/m ³)
MP ₁₀	I	10/5/2011	40,598	40,595	40,5965	42,696	42,69	42,693	2096,5	4701	2096,503	446
MP ₁₀	E	10/5/2011	38,893	38,891	38,892	40,861	40,861	40,861	1969,0	4705	1969,003	418
MP _{2,5}	E	10/5/2011	38,457	38,455	38,456	38,822	38,824	38,823	367,0	4527	367,003	81
MP ₁₀	I	12/5/2011	39,796	39,787	39,7915	40,04	40,04	40,04	248,5	4732	248,503	53
MP ₁₀	E	12/5/2011	40,086	40,086	40,086	40,455	40,458	40,4565	370,5	4725	370,503	78
MP _{2,5}	E	12/5/2011	37,162	37,164	37,163	37,33	37,331	37,3305	167,5	4731	167,503	35
MP ₁₀	I	13/5/2011	41,058	41,063	41,0605	41,421	41,422	41,4215	361,0	4665	361,003	77
MP ₁₀	E	13/5/2011	40,208	40,204	40,206	40,374	40,374	40,374	168,0	4677	168,003	36
MP _{2,5}	E	13/5/2011	40,045	40,044	40,0445	40,215	40,216	40,2155	171,0	4677	171,003	37
MP _{2,5}	E	7/6/2011	97,001	97,003	97,002	97,222	97,215	97,2185	216,5	4800	216,5	45
MP ₁₀	I	7/6/2011	88,871	88,873	88,872	89,378	89,403	89,3905	518,5	4800	518,5	108
MP ₁₀	E	7/6/2011	90,173	90,17	90,1715	90,658	90,662	90,66	488,5	4800	488,5	102
MP ₁₀	I	8/6/2011	90,998	90,997	90,9975	91,111	91,111	91,111	113,5	4800	113,5	24
MP ₁₀	E	8/6/2011	96,171	96,171	96,171	96,264	96,263	96,2635	92,5	4800	92,5	19
MP _{2,5}	E	8/6/2011	94,797	94,801	94,799	94,834	94,834	94,834	35,0	4800	35,0	7
MP ₁₀	I	10/6/2011	92,956	92,955	92,9555	93,09	93,083	93,0865	131,0	4800	131,0	27
MP ₁₀	E	10/6/2011	90,912	90,913	90,9125	91,033	91,031	91,032	119,5	4800	119,5	25
MP _{2,5}	E	10/6/2011	91,584	91,584	91,584	91,652	91,648	91,65	66,0	4800	66,0	14

B APÊNDICE - Dados da gravimetria da fase de coleta efetiva dos dados

Tabela 16 - Gravimetria da fase de coleta efetiva

MP ₁₀ /MP _{2,5}	I/E	Data coleta	P1 (mg)	P2 (mg)	Média (mg)	P1(mg)	P2(mg)	Média (mg)	ΔMédia (μg)	Volume(L)	Correção ΔMédia	Concentração (μg/m ³)
BRANCA			184,2066	184,201	184,2038	184,2092	184,2075	184,20835	4,55			
BRANCA			191,4415	191,4424	191,44195	191,444	191,4449	191,44445	2,5			
BRANCA			195,5046	195,5043	195,50445	195,5081	195,5085	195,5083	3,85			
BRANCA			176,081	176,083	176,082	176,0838	176,0843	176,08405	2,05			
MP ₁₀	I	7/11/2011	227,853	227,8535	227,85325	228,0491	228,0486	228,04885	195,6	4800	192,3625	40
MP ₁₀	E	7/11/2011	221,2644	221,2637	221,26405	221,4209	221,4238	221,42235	158,3	4800	155,0625	32
MP _{2,5}	I	8/11/2011	222,777	222,777	222,777	222,8728	222,8748	222,8738	96,8	4800	93,5625	19
MP _{2,5}	E	8/11/2011	221,8452	221,8451	221,84515	221,9304	221,931	221,9307	85,55	4800	82,3125	17
MP ₁₀	I	17/11/2011	177,8427	177,8429	177,8428	177,9565	177,9576	177,95705	114,25	4800	111,0125	23
MP ₁₀	E	17/11/2011	189,44	189,4425	189,44125	189,5472	189,5484	189,5478	106,55	4800	103,3125	22
MP _{2,5}	I	18/11/2011	179,5054	179,506	179,5057	179,6078	179,6085	179,60815	102,45	4800	99,2125	21
MP _{2,5}	E	18/11/2011	193,0866	193,0861	193,08635	193,1695	193,1714	193,17045	84,1	4800	80,8625	17
MP ₁₀	I	21/11/2011	213,045	213,0455	213,04525	213,1767	213,1802	213,17845	133,2	4800	129,9625	27
MP ₁₀	E	21/11/2011	207,196	207,1957	207,19585	207,3056	207,3082	207,3069	111,05	3156	107,8125	34
MP _{2,5}	I	22/11/2011	185,7739	185,7746	185,77425	185,8687	185,8692	185,86895	94,7	4800	91,4625	19
MP _{2,5}	E	22/11/2011	214,754	214,7542	214,7541	214,8383	214,8385	214,8384	84,3	4800	81,0625	17
MP ₁₀	I	23/11/2011	186,7424	186,7431	186,74275	186,8761	186,8746	186,87535	132,6	4800	129,3625	27
MP ₁₀	E	23/11/2011	197,4601	197,4605	197,4603	197,584	197,5807	197,58235	122,05	4800	118,8125	25
MP _{2,5}	E	23/11/2011	214,1059	214,1049	214,1054	214,1736	214,1721	214,17285	67,45	4800	64,2125	13
MP ₁₀	I	24/11/2011	189,0988	189,0954	189,0971	189,2151	189,2162	189,21565	118,55	4800	115,3125	24
MP _{2,5}	I	24/11/2011	175,9045	175,9078	175,90615	175,9739	175,9768	175,97535	69,2	4800	65,9625	14
MP _{2,5}	E	24/11/2011	181,0507	181,0527	181,0517	181,1129	181,1132	181,11305	61,35	4800	58,1125	12

Tabela 17 - Gravimetria da fase de coleta efetiva (continuação)

MP ₁₀ /MP _{2,5}	I/E	Data coleta	P1 (mg)	P2 (mg)	Média (mg)	P1(mg)	P2(mg)	Média (mg)	ΔMédia (μg)	Volume(L)	Correção ΔMédia	Concentração (μg/m ³)
MP ₁₀	I	25/11/2011	197,7973	197,7937	197,7955	197,9134	197,9118	197,9126	117,1	4800	113,8625	24
MP ₁₀	E	25/11/2011	186,1049	186,1064	186,10565	186,2363	186,2359	186,2361	130,45	4800	127,2125	27
MP _{2,5}	E	25/11/2011	183,4632	183,4641	183,46365	183,5467	183,5461	183,5464	82,75	4800	79,5125	17
MP ₁₀	I	26/11/2011	173,9561	173,957	173,95655	174,0793	174,076	174,07765	121,1	4500	117,8625	26
MP _{2,5}	I	26/11/2011	190,1857	190,1853	190,1855	190,2526	190,2551	190,25385	68,35	4500	65,1125	14
MP _{2,5}	E	26/11/2011	187,2435	187,2499	187,2467	187,3176	187,3145	187,31605	69,35	4500	66,1125	15
BRANCA			187,2895	187,2894	187,28945	187,2973	187,2972	187,29725	7,8			
BRANCA			193,8269	193,8279	193,8274	193,8281	193,8283	193,8282	0,8			
BRANCA			191,4906	191,4905	191,49055	191,4898	191,49	191,4899	-0,65			
MP ₁₀	I	28/11/2011	206,9603	206,9552	206,95775	207,0623	207,063	207,06265	104,9	4800	102,25	21
MP ₁₀	E	28/11/2011	179,3191	179,3195	179,3193	179,3863	179,385	179,38565	66,35	4800	63,7	13
MP _{2,5}	E	28/11/2011	191,5829	191,5833	191,5831	191,6228	191,623	191,6229	39,8	4800	37,15	8
MP ₁₀	I	29/11/2011	197,7369	197,7358	197,73635	197,8561	197,8539	197,855	118,65	4800	116	24
MP _{2,5}	I	29/11/2011	176,7088	176,7057	176,70725	176,7639	176,7639	176,7639	56,65	4800	54	11
MP _{2,5}	E	29/11/2011	183,4147	183,4149	183,4148	183,4596	183,4607	183,46015	45,35	4800	42,7	9
MP ₁₀	I	30/11/2011	183,5043	183,5047	183,5045	183,6139	183,6103	183,6121	107,6	4800	104,95	22
MP ₁₀	E	30/11/2011	183,3982	183,4001	183,39915	183,518	183,517	183,5175	118,35	4800	115,7	24
MP _{2,5}	E	30/11/2011	184,7004	184,7008	184,7006	184,7615	184,7604	184,76095	60,35	4800	57,7	12
MP ₁₀	I	1/12/2011	180,5896	180,5877	180,58865	180,7357	180,7347	180,7352	146,55	4800	143,9	30
MP _{2,5}	I	1/12/2011	198,5636	198,5639	198,56375	198,6472	198,6504	198,6488	85,05	4800	82,4	17
MP _{2,5}	E	1/12/2011	171,6588	171,6599	171,65935	171,7486	171,7495	171,74905	89,7	4800	87,05	18

C APÊNDICE - Dados de temperatura e umidade relativa do ar do dia 28/10/2011

Tabela 18 - Temperatura e umidade relativa do ar do dia 28/10/2011

Hora	Temperatura (°C)		Umidade relativa (%)	
	Interno	Externo	Interno	Externo
09:00	26,4	28,7	49,3	42
09:15	26,8	29,1	47,9	41,3
09:30	27	30,3	49,7	40,6
09:45	27,1	29,9	49,4	42,6
10:00	27,2	30,7	49,6	41,2
10:15	27,6	31,7	49,4	38,2
10:30	27,7	31,8	49,8	38,7
10:45	27,9	31,5	49,4	40,6
11:00	28,1	32,7	49,6	37,6
11:15	28,3	33	49,2	38,5
11:30	28,7	33,8	48,9	35,2
11:45	28,9	34,1	48,6	34
12:00	29,2	34,3	46,8	33,1
12:15	29,3	34,6	47,2	33
12:30	29,6	34,3	46,8	35,5
12:45	29,7	33,7	45,7	32,5
13:00	28,8	33,4	46,1	34,5
13:15	30	34,7	44,8	32,7
13:30	30,2	34,6	44,5	32,7
13:45	30,3	35	44,2	31,7
14:00	30,6	33,7	44	33,7
14:15	30,7	33,6	43,2	34,6
14:30	30,9	34,1	42,3	32,9
14:45	31,2	33,9	41,8	33,1
15:00	31,1	34,4	41,6	32
15:15	31,4	34,1	40,3	33
15:30	31,2	33,1	41	34,3
15:45	31,4	33,9	41,2	33,4
16:00	31,6	34,1	40	31,7
16:15	31,7	33,1	39,5	34,7
16:30	31,9	33,1	40,1	35,3
16:45	31,5	32,8	40,1	35,7
17:00	31,7	33	40,7	34,9

D APÊNDICE - Dados dos níveis de ruído do dia 24/11/2011

Tabela 19 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
09:00:00	60.3	71.4	09:18:00	58.5	61.8	09:36:00	60.1	67.6
09:00:30	55	62	09:18:30	59.1	67.1	09:36:30	58.5	61
09:01:00	59.5	70.9	09:19:00	59	65.5	09:37:00	58.9	64.6
09:01:30	63.2	62.3	09:19:30	55.7	70	09:37:30	57.3	62.4
09:02:00	63.4	68.6	09:20:00	60.8	64.2	09:38:00	60.1	74.9
09:02:30	64.2	61.8	09:20:30	55.4	70	09:38:30	60.8	63.8
09:03:00	59.2	70.2	09:21:00	59.6	66.5	09:39:00	63.4	81
09:03:30	59.1	62.9	09:21:30	64.8	71.6	09:39:30	59.3	61
09:04:00	64.8	66.2	09:22:00	62.8	62.8	09:40:00	58.1	71.4
09:04:30	61	65.2	09:22:30	60.9	63.1	09:40:30	61.6	61.2
09:05:00	60.4	64.5	09:23:00	56	74.5	09:41:00	65.7	67.5
09:05:30	58.9	70.6	09:23:30	57.4	69.8	09:41:30	55.3	63.8
09:06:00	53.8	62.8	09:24:00	59.2	67.1	09:42:00	62.4	68.2
09:06:30	56.9	69.8	09:24:30	56.6	69.6	09:42:30	65.7	71.5
09:07:00	57.3	64	09:25:00	59.1	75.9	09:43:00	64.4	72.8
09:07:30	58.1	67.9	09:25:30	55.4	65.8	09:43:30	57.3	76.1
09:08:00	59.8	64	09:26:00	58.4	69.3	09:44:00	59.5	64.4
09:08:30	61.2	71.6	09:26:30	52.2	69.8	09:44:30	59.3	68.7
09:09:00	55.7	64.4	09:27:00	60.1	72	09:45:00	57.4	62.8
09:09:30	55.8	74.6	09:27:30	57.8	65.1	09:45:30	60.4	67.1
09:10:00	54.5	62.8	09:28:00	59	69.1	09:46:00	58.5	65
09:10:30	58.8	65.3	09:28:30	58.7	68.3	09:46:30	58.9	75.7
09:11:00	56	64.3	09:29:00	59.2	72.1	09:47:00	57.7	67.3
09:11:30	61.6	69.2	09:29:30	60.8	64	09:47:30	56.9	70.2
09:12:00	61.1	65.2	09:30:00	59.1	69.9	09:48:00	56.9	67
09:12:30	61.5	63.4	09:30:30	61.8	65.2	09:48:30	58	69.8
09:13:00	60.6	71.2	09:31:00	59.1	66.3	09:49:00	56.9	74.8
09:13:30	57.3	62.1	09:31:30	54.6	72.6	09:49:30	61.6	67.4
09:14:00	64.4	70.2	09:32:00	61.4	63.4	09:50:00	58.9	68.3
09:14:30	55	64.2	09:32:30	53	71	09:50:30	56.2	63.4
09:15:00	61	67.1	09:33:00	56.1	62.8	09:51:00	54.7	73.4
09:15:30	62.7	63.6	09:33:30	58.5	66.5	09:51:30	58.3	64.8
09:16:00	57	69.2	09:34:00	56.6	63.1	09:52:00	61.5	71.2
09:16:30	56.2	63.6	09:34:30	56.9	68.3	09:52:30	59.9	62.8
09:17:00	56.7	71.6	09:35:00	53.7	67.9	09:53:00	65.7	68.1
09:17:30	57.3	70.4	09:35:30	57.6	67.8	09:53:30	58.1	62.8

Tabela 20 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
09:54:00	58.7	68.5	10:15:30	65.2	70.9	10:37:00	63	63.2
09:54:30	61.5	63.1	10:16:00	60.3	69.8	10:37:30	59.3	68.9
09:55:00	65.7	71.3	10:16:30	58.5	65	10:38:00	61.7	61.6
09:55:30	60.1	72.8	10:17:00	58.4	66.5	10:38:30	61.2	66.5
09:56:00	60.7	72.6	10:17:30	61.6	65.5	10:39:00	62.4	62.4
09:56:30	66.3	70.1	10:18:00	55.6	68.7	10:39:30	62.3	68.2
09:57:00	65.5	65.8	10:18:30	54	80.2	10:40:00	60.3	68
09:57:30	65.4	72	10:19:00	56.7	77.2	10:40:30	61.2	64.6
09:58:00	59	63	10:19:30	58.7	65	10:41:00	68.7	67.9
09:58:30	60.1	70.1	10:20:00	65.4	70.6	10:41:30	56.8	67.7
09:59:00	56.4	66.9	10:20:30	56	68.5	10:42:00	61.2	72.9
09:59:30	58.9	68.3	10:21:00	59.7	75.9	10:42:30	63.5	64.8
10:00:00	58.6	62.4	10:21:30	54.1	70.6	10:43:00	56.8	70.8
10:00:30	55.4	74.1	10:22:00	59.7	65.9	10:43:30	60.9	66.7
10:01:00	60.7	63.9	10:22:30	54.6	66.9	10:44:00	63.1	71
10:01:30	63.9	67.6	10:23:00	56.2	65.7	10:44:30	58.7	65.2
10:02:00	58.5	74.9	10:23:30	55.3	71.8	10:45:00	55.6	70.5
10:02:30	64.8	67.5	10:24:00	54.8	71.2	10:45:30	54.8	64.6
10:03:00	64.8	69.3	10:24:30	61	75.7	10:46:00	62.4	67.7
10:03:30	59.1	64.3	10:25:00	69.8	64.6	10:46:30	59.5	70
10:04:00	55.8	71.5	10:25:30	63.2	68.2	10:47:00	66.2	71
10:04:30	57.6	65.3	10:26:00	61	61	10:47:30	59.7	68.6
10:05:00	54.5	70.6	10:26:30	63	64.7	10:48:00	65	69.2
10:05:30	59.1	66.1	10:27:00	60.4	62	10:48:30	66.6	65.2
10:06:00	56.5	75.7	10:27:30	57.1	70.5	10:49:00	64.8	67.5
10:06:30	59.6	65.9	10:28:00	54.5	70.6	10:49:30	66.1	70.5
10:07:00	69.1	73.4	10:28:30	62.4	71	10:50:00	60.1	64
10:07:30	56	66.8	10:29:00	62.4	72.6	10:50:30	65.5	65.9
10:08:00	57.7	69.4	10:29:30	56.6	67.8	10:51:00	58.2	62.4
10:08:30	56.6	67.8	10:30:00	63.8	70.6	10:51:30	58.1	65.3
10:09:00	57.3	64	10:30:30	62	64.8	10:52:00	60.8	67.7
10:09:30	55.2	67.4	10:31:00	57.9	67.8	10:52:30	63.4	63.3
10:10:00	64	62.8	10:31:30	57.1	63.4	10:53:00	61	63.6
10:10:30	56	66.9	10:32:00	52	72.2	10:53:30	61.5	63
10:11:00	59.8	66.9	10:32:30	61.4	60	10:54:00	60.6	61.4
10:11:30	59.1	67.1	10:33:00	61	67.3	10:54:30	59.3	65.2
10:12:00	55.9	62.8	10:33:30	60.1	64	10:55:00	58.3	67.9
10:12:30	59	69.8	10:34:00	59.8	69.1	10:55:30	56.6	72.5
10:13:00	52.6	65.5	10:34:30	58.4	63.6	10:56:00	58.4	61.2
10:13:30	56	67.3	10:35:00	58	67.1	10:56:30	57.3	73.6
10:14:00	58.1	64	10:35:30	68.1	66.3	10:57:00	54.9	65.5
10:14:30	54.5	70.6	10:36:00	64.2	65	10:57:30	57	72.5
10:15:00	61.6	66.7	10:36:30	59.7	69.5	10:58:00	55.4	63.6

Tabela 21 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
10:58:30	58.2	66.7	11:20:00	51.8	58.4	11:41:30	64.1	67.1
10:59:00	69.9	66.9	11:20:30	51	63.9	11:42:00	59.3	60.4
10:59:30	59.8	64.9	11:21:00	61	62.4	11:42:30	63.4	73.2
11:00:00	64.2	67.9	11:21:30	61	63.5	11:43:00	54.3	67.1
11:00:30	55.6	64.8	11:22:00	56	66.3	11:43:30	62.3	67.7
11:01:00	62.6	69.3	11:22:30	63.6	70.8	11:44:00	54.2	67.4
11:01:30	66.7	65.2	11:23:00	59	71.8	11:44:30	60	59.9
11:02:00	64	65.7	11:23:30	58	60.8	11:45:00	56.4	62.8
11:02:30	60.3	65.4	11:24:00	52.8	67.3	11:45:30	57.4	65.2
11:03:00	61.3	79.2	11:24:30	53.3	64.8	11:46:00	57.2	65.5
11:03:30	58.9	69	11:25:00	53.3	66.4	11:46:30	56.5	71.2
11:04:00	60.2	68.4	11:25:30	58.4	64.2	11:47:00	60.5	65.5
11:04:30	63.9	68.4	11:26:00	63.5	60.7	11:47:30	57.5	59.1
11:05:00	59.3	72.2	11:26:30	59.6	69.7	11:48:00	61	71.7
11:05:30	63.4	66.5	11:27:00	59.8	63.1	11:48:30	61.3	59.7
11:06:00	58.8	63.8	11:27:30	63.2	74.9	11:49:00	60.4	64.6
11:06:30	57.7	68.5	11:28:00	57.7	69.5	11:49:30	64.4	69.8
11:07:00	55.2	63.4	11:28:30	60.1	63.9	11:50:00	52.4	59.6
11:07:30	56.1	69.3	11:29:00	58.5	67.5	11:50:30	57.9	73.4
11:08:00	59.7	67.8	11:29:30	57.3	65.5	11:51:00	54.3	61.6
11:08:30	56.8	66.3	11:30:00	60.9	67.7	11:51:30	55.9	67.1
11:09:00	61.7	64.6	11:30:30	59.3	65.9	11:52:00	56.9	62
11:09:30	55.4	69.4	11:31:00	59.5	62.2	11:52:30	53.4	67.1
11:10:00	55.9	59.7	11:31:30	61.4	66.7	11:53:00	56.8	69.2
11:10:30	55	63.8	11:32:00	60.5	61.7	11:53:30	56.1	62.4
11:11:00	55	62.6	11:32:30	54.6	65	11:54:00	57.5	64.8
11:11:30	56.2	67.8	11:33:00	58.1	68.5	11:54:30	65	60.7
11:12:00	56.4	64.5	11:33:30	65.2	61.7	11:55:00	61.9	61.5
11:12:30	68.6	61.6	11:34:00	57.9	68.2	11:55:30	61.9	71.4
11:13:00	56.2	71.3	11:34:30	58.3	68.2	11:56:00	60.9	58.3
11:13:30	56.1	60.9	11:35:00	58.3	65.5	11:56:30	59.7	68.1
11:14:00	55.8	70.2	11:35:30	57.1	66.8	11:57:00	59.1	59.3
11:14:30	55.2	60.7	11:36:00	56	58.9	11:57:30	58.9	63.2
11:15:00	57.3	67.5	11:36:30	52.6	61.2	11:58:00	59	65.7
11:15:30	55.8	60.9	11:37:00	59.8	64	11:58:30	62.4	58.1
11:16:00	57.7	64.8	11:37:30	59.4	66.3	11:59:00	63.6	69.4
11:16:30	55.8	58.6	11:38:00	57.7	65.5	11:59:30	74.9	70.4
11:17:00	58.5	67.3	11:38:30	53.7	64.8	12:00:00	66.5	67.5
11:17:30	58.2	60.9	11:39:00	53.8	67.6	12:00:30	62.8	67.5
11:18:00	61.2	69.2	11:39:30	58.7	65.5	12:01:00	59	67.3
11:18:30	56	72.6	11:40:00	56.6	62.4	12:01:30	58.3	65.9
11:19:00	57.9	69.4	11:40:30	64.5	69.8	12:02:00	61.7	65.8
11:19:30	55.1	60.3	11:41:00	61.6	60.1	12:02:30	61.2	67

Tabela 22 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
12:03:00	61.2	67.9	12:24:30	59.4	69.1	12:46:00	58.1	67.7
12:03:30	63.1	59	12:25:00	58.3	63.9	12:46:30	58	64.4
12:04:00	58.5	67.9	12:25:30	59.3	61	12:47:00	60.3	61.2
12:04:30	59.6	67	12:26:00	57.7	65.3	12:47:30	58.9	65.7
12:05:00	59.2	68.2	12:26:30	62.4	60.3	12:48:00	60.1	57.3
12:05:30	59.9	69.9	12:27:00	59.2	59.8	12:48:30	59.3	67.9
12:06:00	59.5	64.8	12:27:30	62.2	68.7	12:49:00	60.7	68.1
12:06:30	61.7	71.4	12:28:00	61.9	69.4	12:49:30	60.9	64.2
12:07:00	61.4	64.5	12:28:30	60.9	60.3	12:50:00	66.7	63.7
12:07:30	60.4	61.2	12:29:00	62.4	71.1	12:50:30	62	61.4
12:08:00	61.5	67.8	12:29:30	59.6	59.6	12:51:00	56.8	61.4
12:08:30	58.9	60.3	12:30:00	74.5	63.2	12:51:30	57.3	59.7
12:09:00	64.5	67	12:30:30	61	62	12:52:00	58.5	59.3
12:09:30	63.4	74.9	12:31:00	63.2	62.4	12:52:30	58.7	69.4
12:10:00	64.7	67.8	12:31:30	64.2	67.5	12:53:00	61.3	62.4
12:10:30	65.3	67.4	12:32:00	62.9	62	12:53:30	57.3	62.4
12:11:00	62.3	60.3	12:32:30	62.3	68.2	12:54:00	62.3	60.5
12:11:30	67.7	63.5	12:33:00	60.1	67	12:54:30	61.5	64.5
12:12:00	62.4	80.4	12:33:30	57.7	77.8	12:55:00	62.2	71.6
12:12:30	59.8	67.1	12:34:00	59.9	67.3	12:55:30	60	63.2
12:13:00	58	63.7	12:34:30	58	60.5	12:56:00	61	67.8
12:13:30	61.4	60	12:35:00	59.3	66.6	12:56:30	59.7	65
12:14:00	58.7	69.8	12:35:30	60.4	66.2	12:57:00	58.9	62.6
12:14:30	61	63.8	12:36:00	64.7	65.1	12:57:30	59.7	66.9
12:15:00	61.8	69.1	12:36:30	58.7	64.8	12:58:00	60.9	66.8
12:15:30	63.7	67.6	12:37:00	61.9	62	12:58:30	60.8	66.1
12:16:00	61.3	59.7	12:37:30	62.8	66.7	12:59:00	62.2	70.8
12:16:30	59	68.7	12:38:00	59.3	59.3	12:59:30	63	61.3
12:17:00	58.1	64.8	12:38:30	60.4	63.2	13:00:00	59.9	66.2
12:17:30	59.2	71.6	12:39:00	59.3	66.3	13:00:30	60.9	62
12:18:00	60.1	67.1	12:39:30	60.1	64.2	13:01:00	59	67.3
12:18:30	63.4	60.9	12:40:00	63.7	69	13:01:30	59.1	66.8
12:19:00	61.2	66.5	12:40:30	60.9	60.8	13:02:00	59.3	61.6
12:19:30	63.2	58.9	12:41:00	60.3	71.6	13:02:30	59.2	66.3
12:20:00	60.1	68.7	12:41:30	60.6	67.1	13:03:00	60.1	68.9
12:20:30	62.6	61.8	12:42:00	60.3	59.9	13:03:30	63.3	63.6
12:21:00	61.2	61.5	12:42:30	61.4	69.6	13:04:00	58.4	63.1
12:21:30	60.5	69.2	12:43:00	60.7	63.2	13:04:30	60.8	59.3
12:22:00	64	60.9	12:43:30	61.4	69.1	13:05:00	62.8	66.9
12:22:30	59.1	60.1	12:44:00	55.6	74.9	13:05:30	61.8	61.3
12:23:00	64	69.4	12:44:30	57.9	60.4	13:06:00	58.7	67.9
12:23:30	58.8	61.4	12:45:00	58.3	68.1	13:06:30	58.5	68.9
12:24:00	59.3	64.4	12:45:30	61.4	61	13:07:00	60.6	62.1

Tabela 23 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
13:07:30	60.1	69.6	13:29:00	60.9	64.8	13:50:30	64	65.1
13:08:00	59.2	65.9	13:29:30	64.6	62.2	13:51:00	56.9	65.8
13:08:30	64.8	67.5	13:30:00	63.5	69.8	13:51:30	59.3	70.4
13:09:00	62.7	69.1	13:30:30	64.5	71	13:52:00	66.6	62
13:09:30	62.3	58.7	13:31:00	63.8	63.1	13:52:30	60.3	70.6
13:10:00	61.2	63.7	13:31:30	60.1	70.1	13:53:00	59.3	62.4
13:10:30	64.8	62.3	13:32:00	60.5	61.4	13:53:30	62.2	63.4
13:11:00	58.7	61.3	13:32:30	62.8	69.3	13:54:00	58.1	66.6
13:11:30	60.9	64.6	13:33:00	62.4	60.9	13:54:30	58.5	62.4
13:12:00	58.5	59.8	13:33:30	62.4	67.9	13:55:00	58.8	75.9
13:12:30	57.7	65.9	13:34:00	67	70.2	13:55:30	68.1	61.2
13:13:00	59.1	70.2	13:34:30	61.7	60.7	13:56:00	58.5	60.1
13:13:30	59.2	64.6	13:35:00	60.9	71.4	13:56:30	58.7	65.4
13:14:00	60.7	65.7	13:35:30	61	61.6	13:57:00	66.2	59.8
13:14:30	65.5	60.1	13:36:00	57.9	61.2	13:57:30	56.4	66.5
13:15:00	62.2	69.6	13:36:30	59.7	64.8	13:58:00	59.3	63.5
13:15:30	61.8	60.1	13:37:00	61.2	65.4	13:58:30	60.6	64
13:16:00	58.3	59.6	13:37:30	59.6	70.4	13:59:00	63.4	66.2
13:16:30	66.3	65.8	13:38:00	58.9	66.7	13:59:30	62.4	62
13:17:00	59.2	61	13:38:30	60.3	71.4	14:00:00	59.3	66.7
13:17:30	64.8	65.5	13:39:00	66.2	66.1	14:00:30	60.7	65.9
13:18:00	61.8	62.4	13:39:30	60.6	62.2	14:01:00	60.4	64
13:18:30	61.1	69.8	13:40:00	60.9	73.9	14:01:30	58.7	65.9
13:19:00	59.1	62.4	13:40:30	63.3	61.9	14:02:00	59.9	64.4
13:19:30	57.7	60	13:41:00	62.4	61.8	14:02:30	65.2	71.2
13:20:00	62.4	71.4	13:41:30	58.9	67.8	14:03:00	62.4	63.2
13:20:30	60.1	69.6	13:42:00	62.2	59.3	14:03:30	60.1	64.8
13:21:00	70.6	63.1	13:42:30	59.6	69	14:04:00	59.1	69.4
13:21:30	64.9	65.9	13:43:00	64.8	62.8	14:04:30	60.1	62.6
13:22:00	62.8	63.2	13:43:30	63.2	73.1	14:05:00	63.6	71
13:22:30	61.6	67	13:44:00	65.2	63.4	14:05:30	61.1	64.2
13:23:00	61.6	68.3	13:44:30	68.1	60.5	14:06:00	69.7	66.1
13:23:30	61.3	73.4	13:45:00	68.4	72.8	14:06:30	59.3	65.2
13:24:00	65.2	68.3	13:45:30	62.1	74.1	14:07:00	62.7	62.4
13:24:30	61.6	64.9	13:46:00	65.2	64.2	14:07:30	65.3	68.2
13:25:00	63.9	70	13:46:30	64.3	66.7	14:08:00	63.6	61.6
13:25:30	64.6	71.7	13:47:00	73.1	59.6	14:08:30	60	66.6
13:26:00	60	69.6	13:47:30	60.9	70.1	14:09:00	63.7	65.2
13:26:30	70	63.4	13:48:00	59.9	65.7	14:09:30	63.2	64.4
13:27:00	59.6	61.9	13:48:30	62	62.7	14:10:00	60.7	68
13:27:30	64.7	67.1	13:49:00	61.4	71.3	14:10:30	59.6	59.5
13:28:00	62.8	60.9	13:49:30	60.5	62.4	14:11:00	57.3	68.7
13:28:30	64.5	65.1	13:50:00	59.2	77.3	14:11:30	60.5	61.1

Tabela 24 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
14:12:00	56.9	76.8	14:33:30	61	66.7	14:55:00	62.4	65.1
14:12:30	62.3	66.6	14:34:00	63.8	68.9	14:55:30	61.4	62.3
14:13:00	58.5	67.8	14:34:30	59.9	61.2	14:56:00	65.5	63.5
14:13:30	61.6	59.6	14:35:00	64.4	65.7	14:56:30	58.7	65.9
14:14:00	60.7	66.3	14:35:30	63	67.1	14:57:00	58.9	59.7
14:14:30	62.9	59.5	14:36:00	63.7	59.6	14:57:30	58.1	66.5
14:15:00	62	66.3	14:36:30	62	66.2	14:58:00	61	61
14:15:30	61.3	61.5	14:37:00	62.8	65.5	14:58:30	59.7	64
14:16:00	60.1	62.4	14:37:30	59	65.1	14:59:00	62.4	65.4
14:16:30	58.4	69.4	14:38:00	67.5	70.6	14:59:30	59.6	66.2
14:17:00	57.7	60.5	14:38:30	65.4	75.9	15:00:00	61.6	63.1
14:17:30	60.9	70.5	14:39:00	61.4	68.7	15:00:30	58.7	62.7
14:18:00	62	60.3	14:39:30	63	62.4	15:01:00	61.5	62.1
14:18:30	59.1	61.5	14:40:00	62.8	69.7	15:01:30	59.5	69.1
14:19:00	59.3	67.5	14:40:30	60.6	69.4	15:02:00	63.2	62.8
14:19:30	58.5	59.1	14:41:00	63.4	60.9	15:02:30	58.9	70.2
14:20:00	58.9	68.7	14:41:30	60.9	66.3	15:03:00	63.2	68.1
14:20:30	61.5	62.3	14:42:00	63.6	60.8	15:03:30	63.2	65.5
14:21:00	67.4	64.6	14:42:30	59	69.8	15:04:00	60.7	66.9
14:21:30	63.8	64.6	14:43:00	63.2	69.6	15:04:30	64.8	61
14:22:00	64	61.6	14:43:30	59.3	62.4	15:05:00	62.2	66.2
14:22:30	66.8	70.2	14:44:00	62.4	67.1	15:05:30	65.5	62.4
14:23:00	61.5	61	14:44:30	68.6	62.4	15:06:00	60.8	63.7
14:23:30	64	69.8	14:45:00	64.5	67.1	15:06:30	62.3	65.5
14:24:00	64.8	68.3	14:45:30	62.8	67.5	15:07:00	63.6	60.4
14:24:30	66.8	60.9	14:46:00	63.9	62.8	15:07:30	59.1	70.5
14:25:00	56.2	66.7	14:46:30	59.3	65.5	15:08:00	63.4	65.9
14:25:30	62.8	69.8	14:47:00	61.6	60.4	15:08:30	62.8	65.7
14:26:00	59.2	60.8	14:47:30	59.3	72.3	15:09:00	73.6	67.9
14:26:30	58.1	71.5	14:48:00	61.1	68.5	15:09:30	61.6	63.8
14:27:00	57.7	62	14:48:30	60.4	58.8	15:10:00	60.1	67.4
14:27:30	60.1	69	14:49:00	61.8	80.4	15:10:30	58.8	60.3
14:28:00	61.5	60.7	14:49:30	62.8	59	15:11:00	60.3	64
14:28:30	61	65	14:50:00	60.5	70.8	15:11:30	58.2	70.8
14:29:00	61	67.9	14:50:30	62.3	68.2	15:12:00	61.6	60.1
14:29:30	62	63	14:51:00	65.1	63.8	15:12:30	62.4	65.5
14:30:00	63.4	68.5	14:51:30	62.2	68.7	15:13:00	63.2	63.8
14:30:30	63.6	59	14:52:00	58.1	61.6	15:13:30	60.4	62.8
14:31:00	56.5	62.3	14:52:30	61.9	66.6	15:14:00	59.3	66.8
14:31:30	59.1	66.4	14:53:00	58.7	69.4	15:14:30	58.2	65.3
14:32:00	58.5	59.9	14:53:30	59.3	62.4	15:15:00	58.7	72.6
14:32:30	58.8	64.6	14:54:00	61	68.4	15:15:30	58.7	72.2
14:33:00	69.8	61.7	14:54:30	74.5	60.6	15:16:00	60.9	64.6

Tabela 25 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
15:16:30	60.1	70.6	15:38:00	61.8	75.6	15:59:30	61.6	60.3
15:17:00	62.7	63.8	15:38:30	56.2	72.5	16:00:00	61.7	70.5
15:17:30	64.6	70.9	15:39:00	63.2	63.6	16:00:30	68.9	61.4
15:18:00	64.8	69.8	15:39:30	57.4	63	16:01:00	57.7	62.9
15:18:30	59.9	60.6	15:40:00	59.6	68.6	16:01:30	58.9	62.3
15:19:00	64.6	67.5	15:40:30	60.1	60	16:02:00	71.1	62.2
15:19:30	59.7	65.5	15:41:00	59.9	71.6	16:02:30	62.8	68.7
15:20:00	63	65.5	15:41:30	64.3	65	16:03:00	63.8	64.6
15:20:30	60.3	67.1	15:42:00	61	71.3	16:03:30	58.5	73.6
15:21:00	67.9	65.3	15:42:30	59.3	70.7	16:04:00	67.1	64
15:21:30	72.2	63.9	15:43:00	60.8	60.5	16:04:30	60.6	71
15:22:00	61.1	60.7	15:43:30	65.9	65.5	16:05:00	61.4	66.8
15:22:30	60.5	71.2	15:44:00	59.8	70.2	16:05:30	61.6	64
15:23:00	63.6	60	15:44:30	60.1	65	16:06:00	64.2	68.3
15:23:30	63.2	60.1	15:45:00	59.8	72	16:06:30	59.2	61.9
15:24:00	61.4	67.9	15:45:30	61.2	63.6	16:07:00	63.9	60.3
15:24:30	57.5	60.8	15:46:00	62.4	66.1	16:07:30	61.6	68.2
15:25:00	59.6	71.2	15:46:30	58.6	67.1	16:08:00	62.6	63.7
15:25:30	61.9	67.1	15:47:00	59.4	64	16:08:30	60.3	74.9
15:26:00	56.6	62.4	15:47:30	58.7	64.8	16:09:00	61.6	60.1
15:26:30	58.1	66.1	15:48:00	59.8	58.5	16:09:30	58.5	62.4
15:27:00	60.3	61.6	15:48:30	58.3	69.8	16:10:00	60	67.9
15:27:30	59.7	71	15:49:00	60.3	65.2	16:10:30	63.7	61
15:28:00	58.4	68.7	15:49:30	59.1	58.5	16:11:00	64.5	68.1
15:28:30	61.4	65.5	15:50:00	63.4	65	16:11:30	57.5	66.5
15:29:00	60.3	66.4	15:50:30	60.5	63.3	16:12:00	60.4	64.3
15:29:30	57.5	63	15:51:00	65.9	63.2	16:12:30	59.6	67.3
15:30:00	60	67.3	15:51:30	64.4	67	16:13:00	67.5	63
15:30:30	61.8	73.8	15:52:00	66.9	59.6	16:13:30	63.6	70.8
15:31:00	57.6	65.2	15:52:30	63	66.6	16:14:00	58.4	66.7
15:31:30	58.3	70.7	15:53:00	58.9	61.1	16:14:30	60.5	64.6
15:32:00	57.2	70.8	15:53:30	62.4	66.7	16:15:00	59.1	64
15:32:30	56.9	65.7	15:54:00	60.1	69.4	16:15:30	62.8	63.2
15:33:00	60.4	60.5	15:54:30	59.3	61.2	16:16:00	61.9	61.6
15:33:30	58.5	64.2	15:55:00	61.6	62.7	16:16:30	58.1	67.6
15:34:00	56.4	63.6	15:55:30	63.6	59.7	16:17:00	60.6	69.8
15:34:30	63.1	64.6	15:56:00	61.8	68.4	16:17:30	57.3	67.1
15:35:00	63.1	71	15:56:30	58.6	71.7	16:18:00	59.9	72
15:35:30	66.1	61.3	15:57:00	60.4	65.3	16:18:30	59.6	69.8
15:36:00	59.8	65.5	15:57:30	60.5	70.7	16:19:00	68.3	72.9
15:36:30	58.7	62.8	15:58:00	69	62.9	16:19:30	65.7	64
15:37:00	63.7	64	15:58:30	58.8	74.1	16:20:00	59.3	67.1
15:37:30	59.7	67.3	15:59:00	56.2	65.5	16:20:30	59.6	63.2

Tabela 26 - Níveis de ruído para o dia 24/11/2011 (continuação)

Hora	Ruído dB(A)		Hora	Ruído dB(A)	
	Interno	Externo		Interno	Externo
16:21:00	62	71.7	16:42:30	57.1	72.4
16:21:30	64.2	66.8	16:43:00	60.5	68.3
16:22:00	60.3	64.8	16:43:30	57.2	66.7
16:22:30	63.6	71.4	16:44:00	58.8	70.2
16:23:00	62.6	62.6	16:44:30	65.4	64
16:23:30	61.8	62.4	16:45:00	58.1	66
16:24:00	67.6	71.8	16:45:30	58.1	69.1
16:24:30	59.9	70.6	16:46:00	57.3	62.3
16:25:00	67.7	60.4	16:46:30	58.5	70.6
16:25:30	61.1	65	16:47:00	58.8	64
16:26:00	62.6	62.2	16:47:30	61.2	63.3
16:26:30	60.9	60.3	16:48:00	67	66.3
16:27:00	62.3	67.7	16:48:30	63.1	69.9
16:27:30	64	66.1	16:49:00	62.8	64.7
16:28:00	65.9	64.8	16:49:30	62.4	64.8
16:28:30	76.8	65.9	16:50:00	57.9	65.7
16:29:00	70.8	61.3	16:50:30	60.7	60.5
16:29:30	60.6	68.1	16:51:00	60.9	65.7
16:30:00	62.8	66	16:51:30	59.9	68.9
16:30:30	62	66.1	16:52:00	58.7	61.1
16:31:00	59.9	68.9	16:52:30	57.9	69.4
16:31:30	61.7	62.8	16:53:00	59.9	59.8
16:32:00	64.9	62.9	16:53:30	60.7	67.1
16:32:30	72.3	67.4	16:54:00	58.9	67.7
16:33:00	63.3	62	16:54:30	63.1	66.1
16:33:30	62	59.9	16:55:00	60.8	68.1
16:34:00	61.9	73.5			
16:34:30	62.8	65.8			
16:35:00	61.6	63.4			
16:35:30	62.1	63.8			
16:36:00	62.8	60			
16:36:30	62.8	65.1			
16:37:00	62.2	65.2			
16:37:30	64	63.2			
16:38:00	65.5	64.5			
16:38:30	73.4	63.6			
16:39:00	62.8	62.7			
16:39:30	63.5	65.9			
16:40:00	64.4	69.9			
16:40:30	64	61.4			
16:41:00	59.7	65.7			
16:41:30	57.7	63.9			
16:42:00	56.4	63.9			

E APÊNDICE - Dados de concentração de MP_{2,5} do dia 25/11/2011

Tabela 27 - Material particulado do dia 25/11/2011

Hora	MP		Hora	MP		Hora	MP	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
09:00:00	16.11	21	09:36:00	17.16	22	10:12:00	16.15	11
09:01:00	15.52	21	09:37:00	16.48	13	10:13:00	14.48	13
09:02:00	15.07	24	09:38:00	15.11	27	10:14:00	14.31	11
09:03:00	15.25	24	09:39:00	15	20	10:15:00	15.55	9
09:04:00	14.68	18	09:40:00	15.81	13	10:16:00	15.29	11
09:05:00	16.63	20	09:41:00	16.74	17	10:17:00	15.72	12
09:06:00	14.63	20	09:42:00	17.32	39	10:18:00	14.53	8
09:07:00	15.27	19	09:43:00	17.02	14	10:19:00	15.07	15
09:08:00	15.65	17	09:44:00	18.65	15	10:20:00	15.35	9
09:09:00	17.37	17	09:45:00	17.34	25	10:21:00	15.26	9
09:10:00	22.37	16	09:46:00	17.15	42	10:22:00	14.31	7
09:11:00	21.28	25	09:47:00	17.55	33	10:23:00	14.72	8
09:12:00	21.47	34	09:48:00	16.69	22	10:24:00	15.1	9
09:13:00	18.59	17	09:49:00	16.79	21	10:25:00	14	12
09:14:00	15.05	18	09:50:00	15.71	17	10:26:00	16.93	13
09:15:00	16.28	16	09:51:00	17.31	13	10:27:00	14.5	11
09:16:00	16.87	16	09:52:00	17	17	10:28:00	14.41	13
09:17:00	16.9	23	09:53:00	16.59	18	10:29:00	14.28	9
09:18:00	17.13	18	09:54:00	13.7	13	10:30:00	14.93	14
09:19:00	17.92	24	09:55:00	14.29	15	10:31:00	14.4	8
09:20:00	15.5	25	09:56:00	13.66	10	10:32:00	14.99	6
09:21:00	14.72	24	09:57:00	14.55	9	10:33:00	14.49	7
09:22:00	15.58	18	09:58:00	18.16	12	10:34:00	14.44	13
09:23:00	15.84	13	09:59:00	17.02	20	10:35:00	16.14	8
09:24:00	14.69	16	10:00:00	16.63	15	10:36:00	15.39	10
09:25:00	15.14	18	10:01:00	15.1	17	10:37:00	14.99	13
09:26:00	13.84	13	10:02:00	16.1	12	10:38:00	14.97	7
09:27:00	13.56	13	10:03:00	15.03	13	10:39:00	14.77	7
09:28:00	14.27	17	10:04:00	14.79	14	10:40:00	15.5	12
09:29:00	14.04	14	10:05:00	14	17	10:41:00	13.95	14
09:30:00	14.29	16	10:06:00	14.02	12	10:42:00	14.06	8
09:31:00	14.27	15	10:07:00	13.79	12	10:43:00	13.48	9
09:32:00	13.51	12	10:08:00	14.45	12	10:44:00	14.55	14
09:33:00	16.66	10	10:09:00	14.69	12	10:45:00	15.86	11
09:34:00	15.84	17	10:10:00	16.25	14	10:46:00	15.1	12
09:35:00	16.22	14	10:11:00	15.16	13	10:47:00	14.59	9

Tabela 28 - Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)

Hora	MP		Hora	MP		Hora	MP	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
10:48:00	15.4	11	11:31:00	14.19	9	12:14:00	12.52	1
10:49:00	14.96	15	11:32:00	14.3	14	12:15:00	15.65	2
10:50:00	16.49	10	11:33:00	13.68	4	12:16:00	14.76	3
10:51:00	15.56	8	11:34:00	14.28	7	12:17:00	12.8	9
10:52:00	14.88	12	11:35:00	13.39	9	12:18:00	13.04	2
10:53:00	14.26	5	11:36:00	13.61	8	12:19:00	14.17	7
10:54:00	15.61	7	11:37:00	13.17	5	12:20:00	12.79	4
10:55:00	13.68	18	11:38:00	12.91	7	12:21:00	11.6	7
10:56:00	14.16	12	11:39:00	12.02	4	12:22:00	12.32	7
10:57:00	13.53	6	11:40:00	12.53	8	12:23:00	11.91	10
10:58:00	13.96	24	11:41:00	12.69	16	12:24:00	12.49	14
10:59:00	14.05	7	11:42:00	11.79	6	12:25:00	12.02	4
11:00:00	13.13	27	11:43:00	11.59	8	12:26:00	12.47	5
11:01:00	14.88	9	11:44:00	11.9	7	12:27:00	12.55	10
11:02:00	12.58	6	11:45:00	11.28	7	12:28:00	11.07	11
11:03:00	13.34	7	11:46:00	11.62	3	12:29:00	10	11
11:04:00	12.78	10	11:47:00	11.01	6	12:30:00	11.26	3
11:05:00	13.07	16	11:48:00	12.02	3	12:31:00	11.87	4
11:06:00	12.76	8	11:49:00	10.96	3	12:32:00	10.42	2
11:07:00	12.71	15	11:50:00	11.87	16	12:33:00	10.42	7
11:08:00	14.09	18	11:51:00	10.91	3	12:34:00	10.39	4
11:09:00	13.14	17	11:52:00	12.76	5	12:35:00	11.54	1
11:10:00	13.95	4	11:53:00	11.79	4	12:36:00	11.23	2
11:11:00	13.99	8	11:54:00	12.09	2	12:37:00	10.01	1
11:12:00	13.54	10	11:55:00	11.96	3	12:38:00	11.2	4
11:13:00	13.83	12	11:56:00	11.31	3	12:39:00	9.62	3
11:14:00	14.42	7	11:57:00	10.86	3	12:40:00	9.73	3
11:15:00	14.84	13	11:58:00	10.07	2	12:41:00	9.07	22
11:16:00	16.24	31	11:59:00	12.36	5	12:42:00	10.25	1
11:17:00	15.1	76	12:00:00	11.21	2	12:43:00	10.85	4
11:18:00	15.36	14	12:01:00	12.29	5	12:44:00	10.88	6
11:19:00	13.96	14	12:02:00	13.85	14	12:45:00	9.8	4
11:20:00	14.4	7	12:03:00	12.03	27	12:46:00	10.68	8
11:21:00	14.16	43	12:04:00	12.53	13	12:47:00	9.52	4
11:22:00	14.57	11	12:05:00	10.23	31	12:48:00	10.58	2
11:23:00	14.08	7	12:06:00	10.4	4	12:49:00	10.7	3
11:24:00	13.38	39	12:07:00	10.63	11	12:50:00	12.35	2
11:25:00	14.62	19	12:08:00	10.08	4	12:51:00	10.16	2
11:26:00	13.65	3	12:09:00	10.71	3	12:52:00	12.01	1
11:27:00	14.61	3	12:10:00	13.33	1	12:53:00	10.36	5
11:28:00	13.93	6	12:11:00	10.98	4	12:54:00	11.83	29
11:29:00	13.61	3	12:12:00	11.08	4	12:55:00	11.47	17
11:30:00	13.64	7	12:13:00	11.7	3	12:56:00	12.96	1

Tabela 29 - Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)

Hora	MP		Hora	MP		Hora	MP	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
12:57:00	11,23	4	13:40:00	10,94	3	14:23:00	13,18	6
12:58:00	10,84	11	13:41:00	11,31	13	14:24:00	12,49	6
12:59:00	10,52	1	13:42:00	10,71	11	14:25:00	11,88	4
13:00:00	11,43	1	13:43:00	11,63	0	14:26:00	13,14	0
13:01:00	10,35	2	13:44:00	10,45	3	14:27:00	10,94	0
13:02:00	11,38	4	13:45:00	10,61	1	14:28:00	9,77	0
13:03:00	11,56	9	13:46:00	11,75	3	14:29:00	9,2	4
13:04:00	11,3	21	13:47:00	11,42	0	14:30:00	9,53	0
13:05:00	10,3	2	13:48:00	12,02	1	14:31:00	10,78	7
13:06:00	9,85	3	13:49:00	12,13	5	14:32:00	8,98	2
13:07:00	10,54	2	13:50:00	12,87	2	14:33:00	10,04	9
13:08:00	10,38	1	13:51:00	10,89	4	14:34:00	9,36	27
13:09:00	10,61	1	13:52:00	11,88	3	14:35:00	10,8	15
13:10:00	11,94	2	13:53:00	11,38	2	14:36:00	9,99	6
13:11:00	10,76	1	13:54:00	12,65	16	14:37:00	9,8	36
13:12:00	13,9	2	13:55:00	12,93	2	14:38:00	9,41	2
13:13:00	13,04	2	13:56:00	12,62	1	14:39:00	10,49	8
13:14:00	12,12	8	13:57:00	11,29	2	14:40:00	11,43	1
13:15:00	11,49	4	13:58:00	12,75	3	14:41:00	10,78	4
13:16:00	13,62	10	13:59:00	13,43	1	14:42:00	11,39	0
13:17:00	13,84	4	14:00:00	13,14	4	14:43:00	12,35	3
13:18:00	11,78	1	14:01:00	13,38	28	14:44:00	12,15	25
13:19:00	13,65	12	14:02:00	12,68	18	14:45:00	12,68	3
13:20:00	11,9	3	14:03:00	11,17	6	14:46:00	12,54	1
13:21:00	11,78	6	14:04:00	11,66	5	14:47:00	12,25	2
13:22:00	11,05	14	14:05:00	12,75	4	14:48:00	11,72	1
13:23:00	11,01	8	14:06:00	12,23	0	14:49:00	10,89	2
13:24:00	11,77	1	14:07:00	10,53	19	14:50:00	10,02	2
13:25:00	11,43	1	14:08:00	10,65	5	14:51:00	10,01	1
13:26:00	10,91	1	14:09:00	10,5	2	14:52:00	10,99	1
13:27:00	10,35	0	14:10:00	10,93	6	14:53:00	11,03	6
13:28:00	11,66	0	14:11:00	11,13	1	14:54:00	11,64	11
13:29:00	10,7	2	14:12:00	11,89	0	14:55:00	12,35	7
13:30:00	11,58	4	14:13:00	11,39	2	14:56:00	12,95	4
13:31:00	11,1	3	14:14:00	10,87	1	14:57:00	12,16	0
13:32:00	12,2	1	14:15:00	11,81	0	14:58:00	11,24	4
13:33:00	10,91	0	14:16:00	11,46	9	14:59:00	11,58	2
13:34:00	10,97	2	14:17:00	10,92	3	15:00:00	10,66	4
13:35:00	11,62	2	14:18:00	11,86	2	15:01:00	11,21	3
13:36:00	12,04	13	14:19:00	11,22	3	15:02:00	17,23	3
13:37:00	11,21	22	14:20:00	11,63	3	15:03:00	13,9	1
13:38:00	11,67	5	14:21:00	11,92	1	15:04:00	12,93	3
13:39:00	11,35	13	14:22:00	11,92	4	15:05:00	14,49	4

Tabela 30 - Material particulado do dia 25/11/2011 (continuação)

Hora	MP		Hora	MP		Hora	MP	
	Interno	Externo		Interno	Externo		Interno	Externo
15:06:00	12.12	5	15:56:00	10.09	5	16:39:00	10.24	3
15:07:00	13.06	18	15:57:00	9.66	2	16:40:00	10.99	3
15:08:00	13.49	5	15:58:00	10.46	2	16:41:00	12.56	9
15:09:00	12.62	4	15:59:00	9.92	2	16:42:00	12.28	12
15:10:00	13.4	7	16:00:00	9.85	6	16:43:00	12.15	13.5
15:11:00	11.93	9	16:01:00	10.8	10	16:44:00	11.65	15
15:18:00	12.83	2	16:02:00	9.84	36	16:45:00	12.25	6
15:19:00	13.98	1	16:03:00	10.76	36	16:46:00	13.25	0
15:20:00	13.55	3	16:04:00	10.45	36	16:47:00	11.56	5
15:21:00	12.32	2	16:05:00	12.63	21	16:48:00	10.71	15
15:22:00	11.04	1	16:06:00	10.61	46	16:49:00	10.91	4
15:23:00	11.09	1	16:07:00	10.23	21	16:50:00	11.36	3
15:24:00	10.56	1	16:08:00	10.73	6	16:51:00	11.83	7
15:25:00	12.79	6	16:09:00	11.34	1	16:52:00	11.28	11
15:26:00	11.21	3	16:10:00	11.21	10	16:53:00	10.57	2
15:27:00	9.9	1	16:11:00	11.48	21	16:54:00	9.9	9
15:28:00	10.06	1	16:12:00	10.86	16	16:55:00	10.83	11
15:29:00	10.69	3	16:13:00	11.17	4	16:56:00	10.14	3
15:12:00	12.12	12	16:14:00	12.87	22	16:57:00	10.37	3
15:13:00	12.88	31	16:15:00	12.24	7	16:58:00		5
15:14:00	12.56	25	16:16:00	11.27	4	16:59:00		9
15:15:00	13.22	9	16:17:00	10.54	17			
15:16:00	13.96	4	16:18:00	10.52	14			
15:17:00	13.34	1	16:19:00	10.74	5			
15:36:00	10.72	7	16:20:00	10.51	4			
15:37:00	11.24	4	16:21:00	11.9	12			
15:38:00	11.86	3	16:22:00	12.65	4			
15:39:00	12.58	2	16:23:00	11.18	3			
15:40:00	12.41	6	16:24:00	10.78	14			
15:41:00	12.04	1	16:25:00	11.38	21.5			
15:42:00	12.45	5	16:26:00	11.01	29			
15:43:00	12.99	3	16:27:00	11.29	12			
15:45:00	12.31	3	16:28:00	10.57	2			
15:46:00	12.86	13	16:29:00	11.04	6			
15:47:00	13.86	3	16:30:00	10.27	4			
15:48:00	13.89	2	16:31:00	9.67	3			
15:49:00	11.24	17	16:32:00	10.32	1			
15:50:00	12.87	4	16:33:00	9.35	7			
15:51:00	11.4	5	16:34:00	10.06	15			
15:52:00	11.94	7	16:35:00	12.87	2			
15:53:00	11.42	1	16:36:00	10.7	4			
15:54:00	11.68	3	16:37:00	10.85	3			
15:55:00	10.55	2	16:38:00	10.6	17			

(ABNT, 2000) (ANVISA, 2003) (OMS, 2006) (AFEEVAS, 2012)