

ARTHUR SANCHES ROTIROTI

**Monitoramento da Qualidade Ambiental no Mercado Municipal da
Cidade de São Carlos, SP: Material Particulado em Suspensão,
Temperatura, Umidade e Ruído.**

Versão Corrigida

São Carlos – SP

2013

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS
DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO

ARTHUR SANCHES ROTIROTI

**Monitoramento da Qualidade Ambiental no Mercado Municipal da
Cidade de São Carlos, SP: Material Particulado em Suspensão,
Temperatura, Umidade e Ruído.**

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

ORIENTADOR: Prof. Dr. Wiclef Dymurgo Marra Jr.

São Carlos – SP
2013

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO,
POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS
DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

R842m Rotiroti, Arthur Sanches
Monitoramento da qualidade ambiental no mercado
municipal de São Carlos, SP: material particulado em
suspensão, temperatura, umidade e ruído / Arthur
Sanches Rotiroti; orientador Wiclef Dymurgo Marra Jr.
São Carlos, 2013.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação
e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2013.

1. Ruído. 2. Material Particulado. 3. Qualidade do
Ar Interno. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato: Bacharel **ARTHUR SANCHES ROTIROTI**.

Título da dissertação: "Monitoramento da qualidade ambiental do mercado municipal da cidade de São Carlos, SP: material particulado em suspensão, temperatura, umidade e ruído".

Data da defesa: 28/06/2013

Comissão Julgadora:

Resultado:

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

APROVADO

Prof. Titular **Marcus Fantozzi Giorgetti**
(Escola de Engenharia de São Carlos/EESC)

APROVADO

Prof^a. Dr^a. **Kelen Almeida Dornelles**
(Instituto de Arquitetura e Urbanismo/USP)

Aprovado

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Hidráulica e Saneamento:

Prof. Titular **Edson Cezar Wendland**

Presidente da Comissão de Pós-Graduação:
Prof. Titular **Denis Vinicius Coury**

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me proporcionar saúde para realizar o projeto de mestrado.

Aos meus pais Fátima e Henrique, pelo apoio durante os anos que estive morando em São Carlos.

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

Ao Prof. Dr. Wiclef Dymurgo Marra Júnior, pelo apoio e orientação, técnica e instrumental.

Ao Leandro, por todo o auxílio e dedicação durante todo o período de estudos e coletas.

Ao Sr. Edson, pelos serviços prestados durante o projeto.

Ao Sr. Landerson e Sra. Selma, por possibilitarem a pesquisa no recinto do Mercado Municipal.

Aos meu colegas e amigos pela companhia e apoio nos momentos em que precisei.

RESUMO

ROTIROTI, A.S. Monitoramento da Qualidade Ambiental do Mercado Municipal de São Carlos, SP: Material Particulado em Suspensão, Temperatura, Umidade e Ruído. 2013. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

Este trabalho apresenta uma caracterização ambiental do Mercado Municipal da cidade de São Carlos-SP, localizado na região central da cidade, onde ocorre grande movimentação de pessoas e veículos, em horário comercial. Foram analisados os níveis de material particulado em suspensão no ar, nas suas frações MP_{10} e $MP_{2,5}$, níveis de ruído, temperatura e umidade relativa do ar, nos ambientes internos e externos do Mercado. Os valores das concentrações de material particulado, tanto para MP_{10} como $MP_{2,5}$, apresentaram-se, em geral, maiores no ambiente interno do que no externo e ultrapassaram os limites da Organização Mundial da Saúde-OMS. Os valores encontrados para $MP_{2,5}$ chegaram a $66,60\mu\text{g}/\text{m}^3$, no ambiente interno, e $60,56\mu\text{g}/\text{m}^3$, no externo. Para a fração MP_{10} , a concentração interna alcançou o valor de $117,74\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a externa atingiu os $134,51\mu\text{g}/\text{m}^3$. Duas metodologias diferentes foram utilizadas para a determinação da concentração de material particulado em suspensão, a gravimetria pelo Personal Environmental Monitor (PEM), e a fotometria por espalhamento de luz pelo aparelho ADR-1500 e pDR-1500. A técnica da gravimetria apresentou, em geral, os valores mais elevados. Uma análise do material particulado foi realizada, por meio da técnica de Fluorescência de Raio-X, para identificação dos elementos químicos presentes. Foram encontrados: Ba, Ca, K, Zn, S, Fe, e Rb. Já em relação à temperatura e umidade relativa do ar, os níveis oscilaram bastante durante o dia, com médias da temperatura interna entre 14°C e 34°C , e a umidade com valores entre 19% e 58%. Foi calculado o Índice de Calor (*Hi - Heat Index*), revelando desconforto térmico na maior parte dos dias, com as temperaturas internas normalmente acima das externas. Os níveis de ruído encontrados no ambiente interno e externo chegaram a 71,42 e 85,43 dB(A), respectivamente. Foi aplicado um questionário sobre qualidade ambiental aos funcionários do Mercado: 67% dos respondentes acham o local muito quente e 33% consideram o local muito ruidoso.

Palavras-chave: Qualidade do Ar Interno; Material Particulado; Ruído.

ABSTRACT

ROTIROTI, A.S. Environmental quality monitoring of the Municipal Market in São Carlos, SP: Suspended particulate matter, temperature, humidity and noise. 2013. 114 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

This study presents an environmental characterization of the Municipal Market in the city of São Carlos, SP, located at the downtown area, where there is a great movement of people and vehicles, during business hours. The levels of suspended particulate matter in the air were analyzed, in its fractions PM_{10} and $PM_{2,5}$, noise levels, temperature and relative humidity in indoor and outdoor environments of the Market. The concentrations of the particulate material for both MP_{10} and $PM_{2,5}$, are presented in general higher in the internal environment than the outer and exceeded the limits of the World Health Organization-WHO. The values for $PM_{2,5}$ reached to $66,60\mu\text{g}/\text{m}^3$, the internal environment, and $60,56\mu\text{g}/\text{m}^3$, externally. For PM_{10} fraction, the internal concentration reached a value of $117,74\mu\text{g}/\text{m}^3$ and external reached $134,51\mu\text{g}/\text{m}^3$. Two different methods were used to determine the concentration of suspended particulate matter, gravimetry by Personal Environmental Monitor-PEM and light scattering photometric by the device ADR-1500 and pDR-1500. The gravimetric technique showed in general the highest values. An analysis of the particulate matter was performed by the technique of X-ray fluorescence for the identification of chemical elements. Were found: Ba, Ca, K, Zn, Fe and Rb. In relation to temperature and relative humidity, levels oscillated during the day, with average of the internal temperature between 14°C and 34°C , and humidity with values between 19% and 58%. Were calculated the Heat Index (Hi), revealing thermal discomfort in most of the days, with internal temperatures usually above the external. The noise levels in the internal and external environment reached 71,42 and 85,43 dB(A), respectively. A questionnaire about the environmental quality was applied on the officials Market: 67% of respondents thought the place was very hot and 33% considered the place very noisy.

Keywords: Indoor Air Quality; Particulate Matter; Noise.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa do Estado de São Paulo.....	27
Figura 2 - Localização de Mercado Municipal de São Carlos	28
Figura 3 - Planta baixa do Mercado.....	29
Figura 4 - Equipamentos durante a coleta	31
Figura 5 - Bomba SKC e PEM	32
Figura 6 - Sistema PEM	33
Figura 7 - Sistema da Balança – Removedor de carga eletrostática.....	34
Figura 8 - ADR-1500.....	35
Figura 9 - Ciclone vermelho (10 μ m) e ciclone azul (2,5 μ m).....	36
Figura 10 - pDR-1500	37
Figura 11 - Decibelímetro modelo DEC-490	38
Figura 12 - EDX – 720	39
Figura 13 - Valores de temperatura e precipitação de janeiro de 2012 a janeiro de 2013 na cidade de São Carlos.....	43
Figura 14 - Gráfico das concentrações internas e externas da fração 10 μ m de cada dia e local de coleta, em relação ao valor máximo da OMS.....	47
Figura 15 - Gráfico das concentrações internas e externas da fração 2,5 μ m de cada dia e local de coleta, em relação ao valor máximo da OMS.....	48
Figura 16 - Gráfico com todas as concentrações de MP ₁₀	50
Figura 17 - Gráfico com todas as concentrações de MP _{2,5}	51
Figura 18 - Dados pressupostos de MP ₁₀	54
Figura 19 - Dados pressupostos de MP _{2,5}	55
Figura 20 - Níveis de Ruído Externo.....	58
Figura 21 - Níveis de Ruído Interno.....	59
Figura 22 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 1	60

Figura 23 - Gráficos <i>boxplot</i> para os níveis de ruído interno e externo no ponto A1	62
Figura 24 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 2.	63
Figura 25 - Gráficos <i>boxplot</i> para os níveis de ruído interno e externo no ponto A2	64
Figura 26 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 3	65
Figura 27- Gráficos <i>boxplot</i> para os níveis de ruído interno e externo no ponto A3	67
Figura 28 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 6	68
Figura 29 - Gráficos <i>boxplot</i> para os níveis de ruído interno e externo no ponto A6.....	70
Figura 30 - Valores de temperatura interna do pDR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA	75
Figura 31 - Umidade relativa do ar interno obtida pelo pDR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA	76
Figura 32 - Valores de temperatura interna do ADR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA.....	77
Figura 33 - Umidade relativa do ar interno obtida pelo ADR e externa adquiridos pelos dados meteorológicos da EMBRAPA	78
Figura 34 - Gráfico do índice de calor em relação aos valores obtidos no equipamento pDR.	80
Figura 35 - Gráfico do índice de calor em relação ao valores obtidos no equipamento ADR.	81
Figura 36 - Diagrama de Conforto Humano.....	82
Figura 37 - Gráfico da análise química apenas com elementos com resultados significativos.....	85
Figura 38 - Gráfico da classificação dos dias quentes pelos funcionários	87
Figura 39 - Gráfico da classificação dos dias frios pelos funcionários	87
Figura 40 - Gráfico da classificação em geral do ambiente pelos funcionários	88
Figura 41 - Gráfico da relação entre o conforto térmico e rendimento no trabalho pelos funcionários	88
Figura 42 - Gráfico da classificação do ar pelos funcionários	89

Figura 43 - Gráfico dos sintomas apresentados pelos funcionários durante a jornada de trabalho	90
Figura 44 - Gráfico da classificação do nível de ruído.....	90
Figura 45 - Gráfico da interferência do ruído no ambiente de trabalho	91
Figura 46 - Gráfico da relação entre o ruído e a comunicação no ambiente de trabalho	91
Figura 47 - Gráfico da necessidade de controle de ruído pelos funcionários.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Níveis aceitáveis de ruído	23
Tabela 2 - Cronograma de coletas, com dias, locais e tamanho do material particulado coletado.....	30
Tabela 3 - Concentrações de MP ₁₀ e MP _{2,5} interno e externo	42
Tabela 4 - Médias mensais de MP e precipitação, correlação e relação 2,5/10 para valores Internos	43
Tabela 5 - Médias mensais de MP e precipitação, correlação e relação 2,5/10 para valores Externos.....	44
Tabela 6 - Relação Interno/Externo.....	44
Tabela 7 - Valores de média, mediana e desvio padrão para a concentração de MP	49
Tabela 8 - Valores encontrados para a relação PEM/pDR e PEM/ADR, na fração MP ₁₀ , e fator de correção entre os equipamentos.....	52
Tabela 9 - Valores encontrados para a relação PEM/pDR e PEM/ADR, na fração MP _{2,5} , e fator de correção entre os equipamentos.	53
Tabela 10 - Médias dos níveis de ruído interno e externo em dB	57
Tabela 11 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do inverno, pDR.	72
Tabela 12 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do inverno, ADR.	72
Tabela 13 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do verão, pDR.....	73
Tabela 14 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do verão, ADR.....	73
Tabela 15 - Valores de todos os elementos encontrados na análise química.	84
Tabela 16 - Possíveis fontes para os elementos químicos encontrados.....	86

LISTA DE SÍMBOLOS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADR - *Area Dust Monitor*
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
dB - Decibéis
EDX - *Energy Dispersive X-Ray Spectrometer*
IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia
MP - Material Particulado
MP₁₀ - Material particulado com diâmetro aerodinâmico de 10µm
MP_{2,5} - Material particulado com diâmetro aerodinâmico de 2,5µm
OMS - Organização Mundial da Saúde
PAIR - Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
pDR - *Personal Data Ram*
PEM - Personal Environmental Monitor
PTS - Particulado Total em Suspensão
QAI - Qualidade do Ar de Interiores
SED - Síndrome dos Edifícios Doentes
USEPA - *United States Environmental Protection Agency*
USP - Universidade de São Paulo
UFSCAR - Universidade Federal de São Carlos
°C - Graus Celcius
µg - Microgramas
µg/m³ - Microgramas por metro cúbico

SUMÁRIO

1	Introdução.....	14
2	Objetivos.....	17
3	Revisão Bibliográfica	18
3.1	Poluição do Ar.....	18
3.2	Material Particulado.....	19
3.3	Ruído.....	23
3.4	Índices e Padrões de Qualidade do Ar	25
3.5	Temperatura e Umidade.....	25
4	Materiais e Métodos.....	27
4.1	Área de Estudo	27
4.2	Material Particulado.....	32
4.2.1	<i>Personal Environmental Monitor</i>	32
4.2.2	ADR-1500.....	35
4.2.3	pDR-1500.....	36
4.3	Decibelímetro.....	37
4.4	Umidade e Temperatura.....	38
4.5	Análise Química.....	39
4.6	Coeficiente de Correlação Cruzada	40
5	Resultados e Discussão	41
5.1	Material Particulado.....	41
5.1.1	PEM.....	41
5.2	PEM, pDR e ADR.....	49
5.3	Ruído.....	56

5.3.1	Ruído Geral.....	56
5.3.2	Ruído por Pontos.....	60
5.4	Condições Climáticas.....	71
5.4.1	Índice de Calor.....	79
5.4.2	Diagrama Inmet.....	82
5.5	Análise Química.....	83
5.6	Questionário.....	86
6	Conclusão.....	93
	Referências Bibliográficas.....	95
	APÊNDICE 1 - Valores obtidos pela gravimetria (continua).....	103
	APÊNDICE 2 - Valores obtidos pela gravimetria (continuação).....	104
	APÊNDICE 3 - Valores obtidos pela gravimetria (continuação).....	105
	APÊNDICE 4 - Dados do pDR para a fração MP ₁₀	106
	APÊNDICE 5 - Dados do pDR para a fração MP _{2,5}	107
	APÊNDICE 6 - Dados do ADR para a fração MP ₁₀	108
	APÊNDICE 7 - Dados do ADR para a fração MP _{2,5}	109
	APÊNDICE 8 - Níveis de Ruído.....	110
	APÊNDICE 9 - Valores de Temperatura e Umidade Relativa do ar pelo pDR.....	111
	APÊNDICE 10 - Valores de Temperatura e Umidade Relativa do ar pelo ADR.....	112
	APÊNDICE 11- Questionário.....	113

1. Introdução

A atmosfera torna-se poluída quando é alterada pela adição ou subtração de matéria (gases ou material pulverulento), ou energia (calor, radiação ou ruído), de tal forma que a atmosfera alterada é menos adequada ao homem, ocasionando uma perda, mesmo que relativa, da qualidade de vida em decorrência de mudanças ambientais. Atividades antrópicas e naturais podem alterar a qualidade do ar de forma significativa.

Nas sociedades modernas, as pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes interiores: em casa, no trabalho, na escola, em veículos, no lazer. A exposição a poluentes presentes no ar, na maioria desses locais, causa efeitos adversos na saúde, como doenças respiratórias, alergias e irritação do trato respiratório. A qualidade do ar interior é um fator determinante na saúde e no bem-estar das populações e seu controle é, frequentemente, inadequado e, muitas vezes, sua importância para a saúde é ignorada.

Segundo a Organização Mundial de Saúde - OMS - a poluição do ar interior é considerada como um dos principais problemas ambientais e de saúde pública, principalmente para as pessoas nos países em desenvolvimento (BRUCE, 2000). De acordo com a OMS, a redução dos níveis de poluição do ar proporcionaria aos países uma drástica diminuição na carga global de doenças respiratórias, cardíacas e câncer de pulmão.

De acordo com Pope (2000), até o final da década de 1990, já haviam sido publicados mais de 150 estudos sobre os efeitos da poluição do ar a nossa saúde, indicando fortes evidências que a presença de material particulado em suspensão é um importante fator de risco para doenças cardiopulmonares e o aumento da mortalidade.

Nas grandes cidades, os veículos automotores são as principais fontes emissoras de material particulado. De acordo com o *Committee on the Medical Effects of Air Pollutants* (2006), os veículos são responsáveis por 30% das emissões de material particulado, na fração de $2,5\mu\text{m}$ ($\text{MP}_{2,5}$), e por 50% na fração ultrafina ($\text{MP}_{0,1}$).

Lenshow *et al.* (2001), destacam em seu trabalho que, na cidade de Berlim, a concentração de material particulado MP_{10} perto de ruas movimentadas é cerca de 40% maior que nos locais mais afastados, sendo 55% composto de material carbonoso, resultante das emissões de gases de escape e abrasão de pneus. A porcentagem restante (45%) pode ser

atribuída a ressuspensão do material presente no solo. Os autores apontam, também, que um terço de todo material ressuspenso é de tamanho menor que $2,5\mu\text{m}$. Mijic *et al.* (2009) abordam a importância de uma redução nas emissões advindas do tráfego de veículos, visando a um melhor controle de poluição do ar no futuro.

Em 2011, o monitoramento de material particulado total em suspensão (PTS), promovido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB - ocorreu em dez estações manuais, distribuídas da seguinte forma: uma em Cubatão - Vila Parisi, uma em Cordeirópolis e as demais, na região metropolitana de São Paulo. Foram registradas concentrações de $240\mu\text{g}/\text{m}^3$ nas estações de Osasco e de Cubatão - Vila Parisi. Nesta última, o nível de atenção também foi excedido. Os valores de partículas finas (MP_{10}) ultrapassaram o valor estipulado pela OMS, em cinco diferentes estações (CETESB, 2011).

Ainda neste contexto, a poluição sonora também exerce grande influência nociva à saúde humana, pois, de acordo com a OMS, ruído excessivo pode causar prejuízo na audição, interferir na comunicação, perturbar o sono, causar danos cardiovasculares e fisiológicos, reduzir o desempenho intelectual e causar mudanças no comportamento social. Os danos à audição estão relacionados, geralmente, aos ambientes de trabalho e, infelizmente, ao crescente barulho urbano. A concentração populacional advinda das aglomerações urbanas traz consigo consequências inerentes, muitas vezes negativas, sobre as vidas das pessoas. O crescimento desordenado, o planejamento urbano deficiente, a falta de moradias e de postos de trabalho, a alta densidade populacional, entre outros, são fatores que intensificam a má qualidade ambiental das cidades.

Estima-se que 16% dos trabalhadores nos países da América do Norte e Europa, estejam expostos a níveis de ruído que podem causar danos à saúde (NULDEIMANN, 1997). Aponta-se, como o principal dano provocado pelo ruído ocupacional, a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR), reconhecida como a segunda maior causa de alteração auditiva, uma doença irreversível de instalação insidiosa e crônica, que deteriora a audição e, conseqüentemente, a capacidade de comunicação dos trabalhadores expostos (ARNST, 1989).

Outro parâmetro de importante destaque é o conforto térmico no ambiente de trabalho. Muitos locais de trabalho podem apresentar temperaturas elevadas e umidade relativa do ar muito baixa, o que geraria algum desconforto durante a jornada de trabalho aos trabalhadores e em alguns casos prejudicando a saúde dos mesmos.

Diante de tais aspectos, realizou-se um monitoramento da qualidade ambiental do Mercado Municipal de São Carlos, SP, conhecido popularmente como “Mercadão”, situado na região central da cidade e local de grande trânsito de veículos e de pessoas. O monitoramento abrangeu os níveis de material particulado suspenso, em suas diferentes frações (MP_{10} e $MP_{2,5}$), umidade relativa, temperatura e ruído. As avaliações foram realizadas no ambiente interno do Mercado e comparadas com as do ambiente externo.

2. Objetivos

Avaliar a qualidade ambiental por meio dos níveis de material particulado em suspensão no ar, nas suas frações MP_{10} e $MP_{2,5}$, ruído, temperatura e umidade relativa, nos ambientes internos e externos do Mercado Municipal da cidade de São Carlos, SP.

Analisar e comparar os dados obtidos pelos diferentes aparelhos de monitoramento de material particulado para melhor compreensão dos valores obtidos, e assim definir qual o método mais confiável. Relacionar as concentrações de material particulado com as condições climáticas, verificando a influência do clima nos valores de MP.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Poluição do Ar

Os estudos da Qualidade do Ar de Interiores (QAI) começaram na década de 70, decorrentes da descoberta de que baixas taxas de troca de ar, nestes ambientes, ocasionam um aumento considerável na concentração de poluentes químicos e biológicos no ar. Como passamos boa parte de nossa vida diária em recintos fechados, seja em casa, no trabalho, no transporte, ou mesmo em locais de lazer, a preocupação com concentrações de contaminantes no ar, em ambientes internos, é relevante (GIODA e NETO, 2003).

A poluição do ar causa mais de um milhão de mortes pelo mundo a cada ano, na maior parte causada pelo aumento da incidência de doenças cardiovasculares e de câncer, principalmente em grupos vulneráveis (WHO, 2012).

A Política Nacional do Meio Ambiente, através da Lei Federal nº 6938, de 31/8/81, define:

“Art. 3º - Para fins previstos nesta Lei, entende-se por: III – Poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudique a saúde, segurança e bem-estar da população, b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, c) afete desfavoravelmente a biota, d) afete as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.”

A CETESB define poluente atmosférico como:

“toda e qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos em legislação, e que tornem ou possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade” (CETESB, 2012).

Muitos trabalhos relacionam a poluição atmosférica com o aumento e/ou acentuação de problemas respiratórios e cardíacos (BERSTEIN, 2004; POPE, 2000; POPE *et al.*, 2004).

Pelled (2011), em sua revisão sobre estudos relacionados a adultos com doenças cardiovasculares, levanta a hipótese de que a inalação de partículas finas inflama o pulmão, causando a liberação de mediadores inflamatórios para a corrente sanguínea que pode influenciar a homeostasia e acelerar a aterosclerose. Olmo *et al.* (2011) apontam uma relação entre poluentes atmosféricos e danos à saúde humana, incluindo doenças respiratórias e cardiovasculares, câncer e morte.

De acordo com Cardo e Prado (1999), muitos dos poluentes, como o dióxido de carbono, amônia, óxidos de enxofre e nitrogênio, são produzidos no interior dos edifícios, pelos materiais de construção utilizados, mobiliário, atividades humanas, mofo, entre outros.

Cheng *et al.* (2011), relatam os efeitos das partículas ultrafinas sobre a saúde dos passageiros e trabalhadores de uma estação de ônibus na cidade de Taipei, China. Os níveis foram superiores a $1,0 \times 10^5$ partículas por cm^3 .

Em seu estudo na cidade de São Paulo, Lin *et al.* (1999) sugerem um aumento nos atendimentos pediátricos na cidade, devido a doenças respiratórias causadas por poluição do ar. Porém, os problemas de poluição não se restringem apenas a problemas respiratórios e cardíacos. Pokhrel *et al.* (2005) concluem que a utilização de combustíveis sólidos em fogões inapropriados e a falta de ventilação, em uma cozinha, podem aumentar os riscos de catarata.

Todos esses sintomas relacionados à má qualidade do ar ficaram conhecidos como Síndrome dos Edifícios Doentes - SED, reconhecida pela OMS (GIODA e NETO, 2004). Para o edifício ser considerado doente é necessário que, pelo menos, 20% dos ocupantes apresente sintomas como: irritação das mucosas, efeitos neurotóxicos, sintomas respiratórios e cutâneos e alteração dos sentidos (SCHIRMER, *et al.* 2008). Com base nos estudos de Brickus e Neto (1999), a SED implica, necessariamente, em um local de trabalho desagradável, com eficiência de trabalho reduzida e aumento nas faltas.

3.2 Material Particulado (MP)

O termo material particulado é utilizado, geralmente, quando se trata de partículas sólidas em suspensão. Quanto à sua origem, elas podem ser naturais (ressuspensão do solo e o efeito de “spray marinho”, por exemplo), ou ainda, provenientes de atividades humanas. As fontes antropogênicas mais comuns são as automotivas ou veiculares, as industriais e agrícolas (LIMA, 2007).

As partículas em suspensão são classificadas como primárias e secundárias. As partículas primárias se originam da ressuspensão de poeira e da combustão nos veículos, e as secundárias são formadas a partir de gases da combustão, que reagem com o vapor de água na atmosfera (EPA, 2006). Bernstein (2004) aponta fontes de poluentes internos como a combustão no ato de cozinhar, ressuspensão de partículas, materiais de construção, ar-condicionado, produtos de consumo, aquecimento de recintos e material biológico.

Para uma melhor caracterização do material particulado em suspensão é necessário separá-lo em diferentes categorias de tamanho. O tamanho pode variar entre $0,002\mu\text{m}$ até $100\mu\text{m}$, porém a faixa a ser estudada neste trabalho é a das partículas inaláveis, com tamanho menor que $10\mu\text{m}$ (MP_{10}).

É de suma importância o conhecimento do tamanho das partículas para compreender seus efeitos adversos no trato respiratório. Tomando por base o tamanho das partículas, o material particulado inalável em atmosferas urbanas pode ser classificado em três principais frações: partículas inaláveis grossas, entre $2,5$ e $10\mu\text{m}$ em diâmetro aerodinâmico; partículas inaláveis finas, menores que $2,5\mu\text{m}$ de diâmetro aerodinâmico e partículas ultrafinas, menores que $0,1\mu\text{m}$ (100nm). Partículas nas diferentes frações de tamanho diferem em suas origens, características físicas e composição química (CETESB, 2008).

Partículas na faixa do MP_{10} ($<10\mu\text{m}$) ficam retidas nas áreas superiores e se depositam ao longo da árvore traqueobrônquica (ARBEX, 2001). As partículas finas e ultrafinas atingem a região dos alvéolos e a corrente sanguínea (CETESB, 2008).

Um fator que afeta as concentrações de material particulado é a condição atmosférica, por exemplo, o tempo chuvoso e/ou vento, podem diminuir a concentração de poluentes no ar (PEREZ e REYEZ, 2002; CHALOULAKOU, 2005; LEE *et al.* 2003). Essa relação com as variáveis atmosféricas ocorre, normalmente, de uma forma não-linear (SLINI, 2006).

Em seu trabalho de monitoramento na cidade de São Paulo, Castanho (1999) concluiu que o fator meteorológico mostrou-se decisivo na modulação das concentrações de poluentes, já que nos períodos em que a região apresentou-se sob a ação de sistemas de alta pressão estacionários, o acúmulo de poluentes ocasionou elevadas concentrações de particulado e gases que superaram o padrão nacional de qualidade do ar ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$ em médias de 24h) em alguns dias distintos.

Silcox *et al.* (2012) revela que durante a época fria no mês de janeiro, a concentração de $MP_{2,5}$ ultrapassou em três ocasiões o limite de $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ estabelecido pela National Ambiente Air Quality Standard (NAAQS). Tal aumento das concentrações de $MP_{2,5}$ na atmosfera, pode ser decorrente de massas de ar frio relacionadas com a diminuição de calor na mesma, ou seja, os poluentes tendem a se acumular nessas condições atmosféricas estáveis.

Na cidade de Yokohama, Japão, 67% dos valores diários das concentrações de $MP_{2,5}$ ultrapassaram os Padrões de Qualidade do Ar estipulados pela United Estate Environmental Protection Agency (USEPA) de $15\mu\text{g}/\text{m}^3$. Paralelamente, 95% dos dados coletados excederam as diretrizes de qualidade do ar firmadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, comprovando um aumento na concentração de partículas finas (KHAN, *et al.*, 2010).

Comim (2012) explica que, no período de estações chuvosas, as concentrações de particulados no centro de São Carlos tendem a diminuir, pois as chuvas ajudam na dispersão dos poluentes atmosféricos e na decantação de particulados, culminando na redução das concentrações de MP, tanto em ambiente externo como em ambiente interno.

No trabalho de Castanho (1999), comparando-se os períodos de inverno e verão, verifica-se uma redução de concentrações de material particulado inalável (média dos períodos de 77 e $32\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente), possivelmente pela maior facilidade de dispersão no verão.

De acordo com o trabalho de Bruno *et al.* (2004), realizado no centro de São Carlos, precisamente na praça ao lado do local em que ocorreram os monitoramentos, os níveis de MP foram em média 70% maiores na estação seca do que na estação chuvosa

O mesmo autor, revela que ocorre uma variação sazonal da concentração de MP_{10} na atmosfera (BRUNO, 2005). Na estação seca (abril a outubro), a concentração de MP é maior do que na estação chuvosa (novembro a março). A média para o período seco foi $41\mu\text{g}/\text{m}^3$ e, na estação chuvosa, $23\mu\text{g}/\text{m}^3$. Uma das razões desta sazonalidade é deposição das partículas devido a incidência de precipitação pluviométrica.

Também realizado no centro de São Carlos, o trabalho de Pozza (2005) aponta picos máximos de concentração de MP_{10} e $MP_{2,5}$ nos meses de abril a setembro, quando as temperaturas são mais baixas e a pluviosidade menor. Diferentemente, os meses de outubro a março são caracterizados por um período chuvoso e de altas temperaturas. As chuvas

funcionam como lavadores do ar, diminuindo consideravelmente a concentração de MP suspenso na atmosfera.

De acordo com a CETESB, as concentrações médias anuais de MP₁₀ na Região Metropolitana de São Paulo têm se situado, nos últimos 10 anos, na faixa de 51µg/m³ a 39µg/m³. Todavia, a presença de concentrações de MP₁₀ superiores ao padrão da OMS não é exclusividade da maior região urbana do país, podendo também ser observada em outras cidades importantes do Estado de São Paulo, como Campinas, São José dos Campos, Sorocaba, entre outras (AFFEVAS, 2012).

No trabalho de Silva (2012), no Mercado Municipal de São Carlos, a média da concentração de MP₁₀ interna foi de 45,55µg/m³ e a externa de 35,60µg/m³, correspondendo uma relação I/E (Interno/Externo) de 1,33, ou seja, os valores internos se revelaram maiores que os externos.

De acordo com o relatório de monitoramento da CETESB (2008), na região metropolitana de São Paulo, não há indicação de tendência de redução dos níveis de MP_{2,5}. Nos últimos quatro anos, as concentrações médias permaneceram, praticamente, as mesmas e as concentrações médias anuais de MP_{2,5} são bastante elevadas, se comparadas aos padrões de qualidade do ar dos Estados Unidos ou ao valor guia da Organização Mundial da Saúde.

Lima (2007) conclui, em seu trabalho de monitoramento do ar na cidade de Uberlândia, MG, que o padrão secundário diário (150µg/m³) estabelecido pela Resolução do CONAMA 003/90, para particulado total em suspensão, foi ultrapassado em todos os anos deste estudo. Sendo que, em 2003, foi ultrapassado quatro vezes; em 2004, duas vezes; três vezes em 2005 e 2006. A Resolução do CONAMA recomenda que o padrão secundário não deva ser ultrapassado mais do que uma vez por ano. As ocorrências acima do padrão foram observadas nas estações de climas mais secos.

Porém, o padrão CONAMA é muito alto em relação ao da OMS - de acordo com esta entidade, seriam adequados níveis máximos de 50µg/m³ para o MP₁₀ e de 25µg/m³ para o MP_{2,5}. A CETESB, em 2011, estabeleceu novos padrões de MP₁₀ 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 120µg/m³ para o MP₁₀, e de 60µg/m³ para o MP_{2,5}. Assim, serão usados os valores da OMS por serem mais restritivos.

3.3 Ruído

A Lei N° 13.768, de 17 de março de 2006, aprovada pela Câmara Municipal de São Carlos, sancionada e aprovada pelo seu Prefeito Municipal diz: Art. 1° *Constitui infração, a produção de ruído, como tal entendido o som puro ou mistura de sons, capaz de prejudicar a saúde, a segurança ou o sossego público.*

De acordo com a NBR 10152, de dezembro de 1987, os níveis de ruídos internos variam de acordo com o local, como pode ser visto na tabela 1.

Tabela 1 - Níveis aceitáveis de ruído
Fonte: NBR 10152 (2012)

Locais	dB (A)
Hospitais - Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 – 45
Escolas - Salas de aula, Laboratórios	40 – 50
Hotéis – Apartamentos	35 - 45
Residências – Dormitórios	35 - 45
Restaurantes	40 - 50
Auditórios - Salas de concertos, Teatros	30 – 40
Locais para esporte fechados	45 - 60

De acordo com a Norma ISO 2204/1973 (International Standard Organization), os ruídos podem ser classificados, segundo a variação do seu nível, em dez intensidades, em relação ao tempo: Ruído contínuo (com variações de níveis desprezíveis); Ruído intermitente (cujo nível varia continuamente de um valor apreciável); Ruído de impacto e de impulso (apresenta-se em picos de energia acústica de duração inferior a um segundo). (MEDEIROS, 1999).

O ruído pode ser entendido como um som indesejável. As queixas sobre exposição ao ruído são sempre mais frequentes em populações que vivem em cidades grandes, sendo que essa exposição se mostra inversamente proporcional à renda familiar, sendo os mais pobres expostos a níveis mais elevados (GUALEZZI, 1999).

O corpo humano responde aos ruídos a partir dos 85 dB de diversas maneiras, como dilatação da pupila, aumento da produção de hormônios da tireoide, aumento dos batimentos cardíacos, contração dos vasos sanguíneos, aumento da produção de adrenalina, irritabilidade e distúrbio do sono (GOINES e HAGLER, 2007). Além desses efeitos, existe também o da

perda auditiva provocada pela exposição a ruídos de alta intensidade (PAIR), ocasionada durante longos períodos (meses e/ou anos) de exposição, com danos irreversíveis (BRITO, 1999). A falta de prevenção para comos elevados níveis de ruído é o fator mais importante para perda auditiva (NELSON, *et al.*, 2005).

Nos jovens, essa perda afeta a cognição, comunicação, comportamento, desenvolvimento social, emocional, resultados acadêmicos e, mais tarde, oportunidades profissionais (KARCHMER e ALLEN, 1999). Isso se deve muito ao uso de fones de ouvido que geram altos níveis de ruído (CHUNG, *et al.*, 2005; ROIZEN, 1999).

Já para as crianças, Evans (2001) revela que as residentes em áreas mais ruidosas apresentam, em geral, maior pressão arterial, maior reatividade da frequência cardíaca a um estímulo externo e níveis mais altos de cortisol durante a noite, revelando estresse fisiológico.

Nos adultos, o aumento dos níveis de hormônios relacionados ao estresse (SELANDER *et al.*, 2009), hipertensão (KLUIZENAAR *et al.*, 2009, GRAHAM *et al.*, 2009, KLUIZENAAR *et al.*, 2007, BODIN *et al.*, 2009 e ERIKSSON *et al.*, 2007) e infarto do miocárdio ou doenças cerebrovasculares (BABISCH *et al.*, 2005, HOFFMANN *et al.*, 2009, FUJINO *et al.*, 2007, BABISCH, 2008, HUSS *et al.*, 2010 e SØRENSEN *et al.*, 2011) foram associados à exposição crônica ao ruído.

Dias (2007), em seu trabalho sobre a relação da exposição do ruído com acidentes de trabalho, revelam que ambientes com nível de ruído elevado são mais suscetíveis para acidentes.

Petian (2008), no seu estudo com 400 trabalhadores de diversos locais ruidosos na cidade de São Paulo, revela que 62% se incomodam com o ruído do tráfego e 65% relataram o local de trabalho como ruidoso. O ruído no tráfego é proveniente do barulho do motor, da fricção dos pneus com a pista e do contato do veículo com o ar (MUZET, 2007).

Também na cidade de São Paulo, Barbosa e Cardoso (2005) encontraram altas suspeitas de perda auditiva em decorrência de ruído em trabalhadores expostos a crescentes taxas de poluição sonora provenientes do tráfego, no centro da cidade.

De acordo com o estudo de Costa e Lourenço (2010), a maioria das áreas apresentaram níveis de ruído acima do máximo admitido (60 db), sendo que os níveis de pressão sonora tendem a crescer das regiões periféricas para o centro da cidade, e confirmam a necessidade de incluir o ruído como um indicador para planejamentos ambientais.

Omokhodion *et al.* (2008) sugerem que os níveis de ruído registrados em Ibadan - Nigéria, foram muito acima do aceitável pela OMS de 55 dB. Tanto para o ruído advindo das ruas, como em áreas de média e alta densidade populacional

3.4 Índices e Padrões de Qualidade do Ar

Os padrões nacionais de qualidade do ar foram estabelecidos pelo IBAMA - Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - e aprovados pelo CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, por meio da Resolução CONAMA 03/90.

Eles são divididos em duas categorias:

1. padrões primários de qualidade do ar - as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.
2. padrões secundários de qualidade do ar - as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo (CETESB, 2012).

Os limites de concentração de material particulado estipulados pela OMS, de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP_{10} e $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ para $\text{MP}_{2,5}$, foram utilizados para a caracterizar as condições do ar de ambos ambientes

3.5 Temperatura e Umidade

A temperatura e a umidade relativa do ar são relacionadas ao conforto térmico das pessoas presentes em um ambiente fechado. Um ambiente climatizado com uma temperatura amena e com umidade controlada promove um bem-estar maior para seus ocupantes.

A ANVISA, por meio da Portaria nº 3.523/GM, de 28 de agosto de 1998, considera a preocupação com a saúde, o bem-estar, o conforto, a produtividade e o absenteísmo ao

trabalho, dos ocupantes dos ambientes climatizados e a sua inter-relação com a variável qualidade de vida (ANVISA, 2012).

Reinikainen e Jaakkola (2003) concluíram, em seu trabalho, que a diminuição da temperatura e o aumento da umidade do ar alivia os efeitos da pele como suor e odor e, também, problemas nasais como congestão e ressecamento nasal. De acordo com Jamriska *et al.* (2008), tanto uma baixa temperatura como uma alta umidade relativa do ar influenciam na concentração de partículas atmosféricas, originadas pela combustão de automóveis. Apresentando relativo aumento de concentração nas partículas de diâmetro que variam de 150 a 880nm.

Temperatura e umidade têm um importante e significativo papel na percepção da qualidade do ar interno. Em um nível de poluição constante, a percepção da qualidade do ar cai à medida que se aumentam a temperatura e a umidade (FANG *et al.* 1998). No trabalho de Schornobay (2012), no centro de São Carlos, para os níveis de umidade relativa do ar, a maior parte dos dias amostrados encontra-se em acordo com o que estabelece a RE/ANVISA nº 09/2003. Para a temperatura, apenas 27,3% dos casos no inverno e 43,7% no verão estão em acordo com a ANVISA.

A RE/09 da ANVISA, determina uma faixa de conforto térmico para os humanos com os valores das temperaturas na estação do verão entre 23°C e 26°C, e no inverno entre 20°C a 22°C. Silva (2012) divulga, em seu trabalho no Mercado Municipal de São Carlos, que tanto para o padrão de inverno quanto para o de verão da norma ANVISA, a maioria das médias da temperatura interna ficaram fora da faixa recomendável. Já em relação à umidade relativa do ar, a maioria dos dados no inverno estão dentro da faixa confortável estipulada entre 35% e 65%, porém isso não ocorre para o verão, o qual possui umidade ideal determinada pela ANVISA entre 40% e 65%.

4. Materiais e Métodos

4.1 Área de Estudo

A cidade de São Carlos está localizada no interior do estado de São Paulo, com uma latitude sul de 22°00', e longitude oeste de 47°53'. De acordo com os dados do último censo do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística) realizado no ano de 2010, sua população possui cerca de 220 mil habitantes, com uma área territorial de 1.137 km². Ver figura 1.



Figura 1 - Mapa do Estado de São Paulo
Fonte: IBGE, 2010

Atualmente, São Carlos apresenta um perfil industrial ativo, possuindo unidades de produção de várias empresas multinacionais. Em contrapartida, o setor agrícola mantém-se forte, com a produção de cana-de-açúcar, leite e laticínios, laranjas, entre outros produtos (BRUNO, et al., 2004; IBGE, 2010).

Destacam-se entre as grandes unidades industriais, as fábricas da Volkswagen, Faber-Castell, Electrolux, Tecumseh do Brasil, Husqvarna, Tapetes São Carlos, Papel São Carlos,

Prominas Brasil, Opto Eletrônica, Latina, Sixtron Company. Conta ainda com o Centro Tecnológico da TAM.

O mercado municipal de São Carlos foi inaugurado em 1º de janeiro de 1903, tendo sua segunda parte finalizada três anos depois, porém, em 1968, sua estrutura foi demolida e foi erguido o prédio atual do mercado, ao lado do antigo, na Praça Santos Dumont.

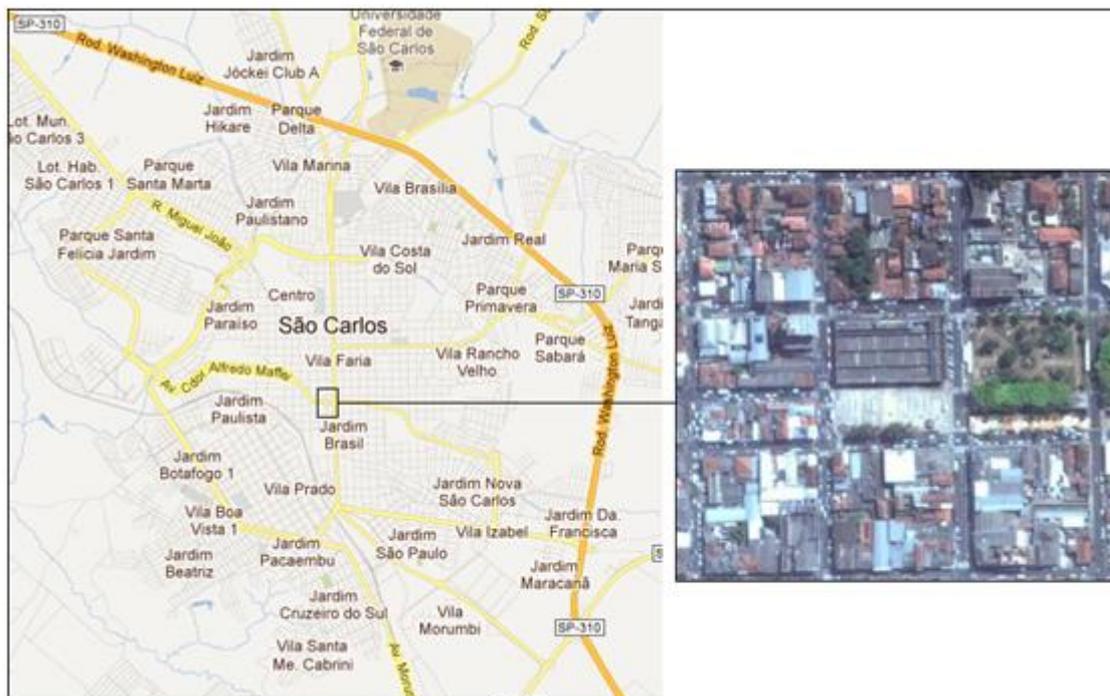


Figura 2 - Localização de Mercado Municipal de São Carlos
Fonte: Google.maps (2012)

O mercado apresenta uma área total de 6.591 m², com 3.906 m² destinados às lojas e 2.685 m² ao uso público. Ele possui 132 lojas e boxes, comercializando os mais variados tipos de produtos, como alimentos, vestuários, bijuterias, eletrônicos, entre outros.

Há três saídas, uma voltada para a Av. Comendador Alfredo Maffei, uma para a Rua Jesuíno de Arruda e uma para a Rua Episcopal, além de também um túnel sob a Av. São Carlos, ligando o Mercado com a Praça Voluntários da Pátria.

Por apresentar uma grande movimentação, tanto de pessoas como de veículos automotores no horário de comércio das 8h até 18h, se faz importante um levantamento para gerar informações a respeito da qualidade do ar nessa região.

As coletas foram dispostas em diferentes locais do Mercado, quatro pontos amostrais fixos internos e três externos. A atividade comercial, a movimentação de pessoas e a

ventilação ambiente no entorno dos pontos de coleta são distintas. O Mercado apresenta apenas ventilação natural. A figura 3 exibe a localização dos pontos de coleta.

O ponto 1 é referente ao local onde existe um túnel de ligação entre o mercado e a Praça dos Voluntários, com um ponto de ônibus e conta com grande movimentação de pessoas todos os dias. Ao redor do ponto de coleta, encontra-se uma loja de sapatos e acessórios de couro.

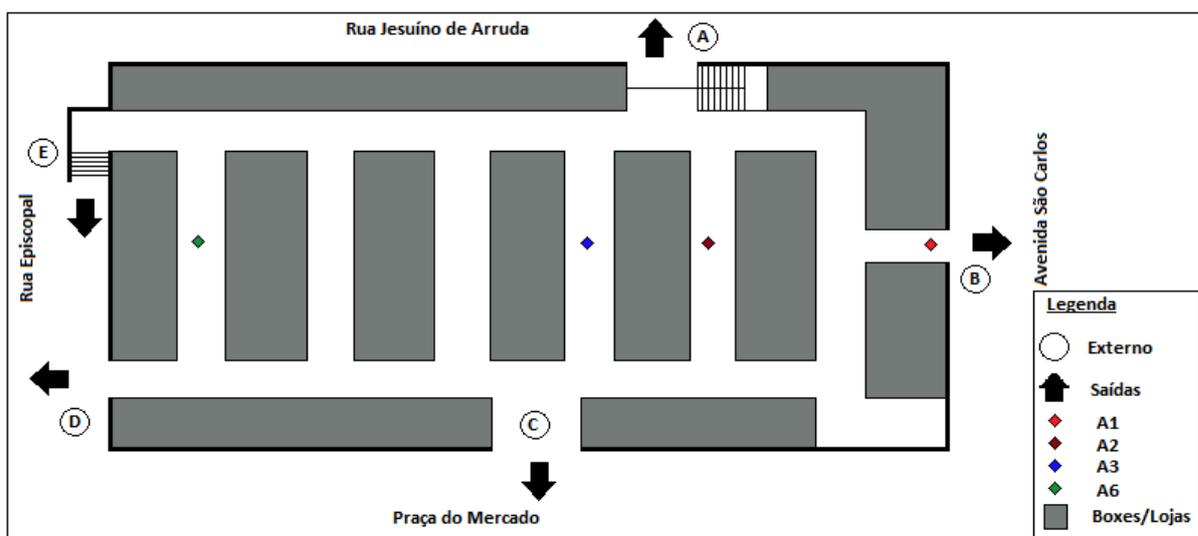


Figura 3 - Planta baixa do Mercado

Fonte: Elaborado pelo autor

O ponto de coleta 2 foi adotado, pois apresenta, ao seu redor, lojas de roupas e eletrônicos, e a sala da gerência do Mercado, local onde eram guardados os equipamentos. Esse local é o mais próximo da saída A.

No corredor 3, o ponto escolhido foi ao lado de uma floricultura e da cozinha do mercado, e em frente de uma loja de roupas. Esse ponto fica a aproximadamente 10 metros da entrada principal do mercado (ponto externo C), o qual é o local com maior circulação de pessoas.

O último local, Ponto A6, é localizado próximo a uma loja de salgados, doces e utensílios para festas, uma peixaria e um açougue. É o local em que existe um grande refrigerador decorrente da necessidade do congelamento de carnes bovinas e peixes e é próximo da saída D.

A escolha de apenas quatro pontos fixos se deveu à necessidade de um ponto de energia para o bom funcionamento do aparelho ADR-1500, descrito posteriormente, já que sua bateria não suportava todo o tempo de coleta.

Foi montado um cronograma para a finalidade de uma melhor organização dos dias de coleta e um efetivo seguimento do projeto. Em cada ponto pode-se obter uma coleta na fração MP₁₀ e uma na fração MP_{2,5}, em cada dia da semana, portanto, cada ponto teve 5 coletas em cada fração, totalizando 40 coletas realizadas, como mostrado na tabela 2.

Tabela 2 - Cronograma de coletas, com dias, locais e tamanho do material particulado coletado

Ponto de Coleta	Fração do MP(μ m)	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex
A1	10	15/out	25/set	03/out	16/ago	09/nov
	2,5	12/nov	20/nov	08/ago	06/set	05/out
A2	10	26/nov	27/nov	22/ago	25/out	21/set
	2,5	17/set	14/ago	17/out	11/out	23/nov
A3	10	06/ago	28/ago	31/out	13/set	20/nov
	2,5	01/out	23/out	14/nov	08/nov	24/ago
A6	10	29/out	06/nov	19/set	22/nov	10/ago
	2,5	20/ago	11/set	28/nov	27/set	19/out

Desta maneira, organizaram-se as datas de coletas pelo cronograma, de forma que cada ponto tivesse suas coletas de MP₁₀ e MP_{2,5}, nas duas diferentes estações. Assim, foi possível comparar as concentrações de um mesmo local numa mesma fração e em condições climáticas diferentes.

É necessário lembrar que alguns imprevistos ocorreram, o aparelho de monitoramento de material particulado pDR teve uma falha de 6/9/2012 até 21/9/2012 e o ADR-1500 de 17/8/2012 até 29/9/2012. Já o outro equipamento de monitoramento de MP, o PEM (*Personal Environmental Monitor*) foi utilizado até 25/10/2012, pois as bombas apresentaram defeitos.

Todos os equipamentos eram ligados e desligados simultaneamente, sempre coletando a mesma fração, seja MP₁₀ ou MP_{2,5}. Isso foi feito com a intenção de compararem os dados de MP obtidos, principalmente a gravimetria com os equipamentos por dispersão de luz. A figura 4 exibe o modo como os equipamentos eram postos em funcionamento.

Como o mês de janeiro apresenta uma alta pluviosidade, foram realizadas amostragens com o aparelho de gravimetria (PEM) em cada um dos pontos citados nos dois tamanhos de diâmetro de corte e esses valores foram relacionados com os anteriores. As coletas ocorreram nos dias 9, 11, 23, 24 e 29 de janeiro de 2013.



Figura 4 - Equipamentos durante a coleta
Fonte: Próprio autor

4.2 Material Particulado

O material particulado pode ser coletado em diferentes tamanhos de partícula e tempos de amostragem. O trabalho teve foco maior sobre a quantidade de partículas inaláveis presentes no ar, que são as partículas com diâmetro menor que $10\mu\text{m}$. Foram coletadas, simultaneamente, a concentração de MP_{10} e $\text{MP}_{2,5}$, com as respectivas umidades relativas, temperaturas de coleta e tempos de coleta. Para determinar a concentração de material particulado, foram utilizados três equipamentos: ADR-1500, PEM e pDR-1500.

Com o intuito de estudar o impacto da estação climática na qualidade do ar, as coletas começaram no mês de julho, quando ocorre uma precipitação relativamente menor, se estendendo até o mês de dezembro e finalizando com uma pequena parcela no mês de janeiro, assim, o trabalho passou pelas diferentes estações climáticas (inverno, primavera e verão). Vale ressaltar que, apesar das previsões e definição das estações do ano, nem sempre o clima “cumpre” com o esperado. Também, foram realizadas comparações entre as concentrações de MP dos diferentes equipamentos, além dos valores internos e externos.

4.2.1 *Personal Environmental Monitor*

O PEM (*Personal Environmental Monitor*), mostrado nas figuras 5 e 6, consiste em um impactador de estágio único, seguido de filtração. Para sucesso no funcionamento, deve ser acoplado a uma bomba portátil, neste caso, será utilizada uma bomba da marca SKC, modelo Leland Legacy. A etapa de impactação é realizada para coleta das partículas maiores que o diâmetro de corte, que são retidas no anel de impactação do PEM untado com óleo.



Figura 5 - Bomba SKC e PEM
Fonte: Adaptado de Silva (2012)



Figura 6 - Sistema PEM
 Fonte: Adaptado de Silva (2012)

Na filtração, é utilizada uma membrana de politetra fluoretileno – PTFE de 37mm de diâmetro e 1µm de poro, na qual são coletadas as partículas do MP_{2,5} ou MP₁₀. A determinação da concentração de material particulado coletado é obtida por gravimetria. Portanto, era realizada a pesagem antes e após a coleta para se obter a diferença de massa, sendo a vazão de ar de sucção também conhecida.

O processo de pesagem das membranas era realizado sempre do mesmo modo para que não houvesse qualquer interferência indesejada nos resultados. Portanto, primeiramente todas as membranas eram postas dentro de um dessecador, de forma a retirar toda a umidade possível das mesmas que poderia vir a interferir no peso. A microbalança utilizada é da marca *Mettler Toledo*, modelo XP2U, tem resolução de 0,1µg, figura 7.

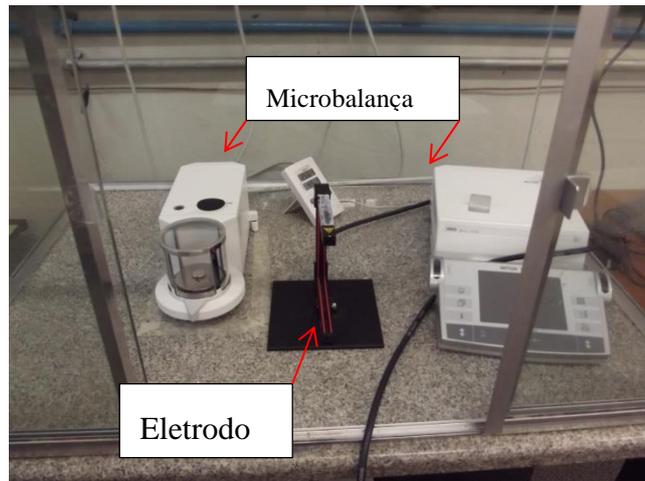


Figura 7 - Sistema da Balança – Removedor de carga eletrostática
Fonte: Próprio Autor

O tempo de permanência da membrana, no dessecador, era de aproximadamente 24 horas. Após esse período, a membrana era retirada e colocada em uma placa de Petri, para que não absorvesse umidade e/ou qualquer material particulado presente no ar.

Antes da pesagem, para não interferir no resultado e na estabilização da balança, é necessário eliminar a carga eletrostática da membrana, por meio de um eletrodo removedor de cargas, o qual se encontra no Laboratório de Controle Ambiental da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar.

Cada membrana era pesada três vezes, sendo que os dois valores mais próximos eram adotados para se calcular a média. Para a determinação da concentração mássica, foi utilizada a seguinte equação:

$$C = \frac{(M_2 - M_1)}{Vol} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: C = Concentração, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$;

M_1 = Massa da Membrana pré-coleta, em μg ;

M_2 = Massa da Membrana pós-coleta, em μg ; e

Vol = Volume amostrado em m^3 .

As bombas trabalhavam com vazão constante de $10\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$ e, como as coletas eram realizadas durante 7 horas, o volume de ar amostrado era 4.200 L. No intervalo de um mês as vazões das bombas eram aferidas por meio de um calibrador, afim de que não se alterem durante todas as coletas.

Em julho, primeiro mês de coleta, foram utilizadas membranas de vidro, porém elas se mostraram ineficazes, já que, após utilizadas, começavam a se fragmentar, perdendo massa, o que interferiu na pesagem final. Portanto, a partir do mês de agosto, as coletas foram realizadas utilizando-se as membranas de PTFE.

4.2.2 ADR-1500

O ADR-1500 é um sistema de monitoramento de partículas em tempo real e foi projetado para um monitoramento contínuo, autônomo e com transmissão ininterrupta de dados em tempo real. Possui uma estrutura de proteção, possibilitando ser operado mesmo diante das mais variadas condições ambientais. O aparelho pode ser visualizado na figura 8.

Esse aparelho apresenta uma boa proteção para chuvas e ventos, por isso apresenta a possibilidade de monitorar tanto ambientes externos como internos. Mas no projeto, apenas foi utilizado para coletar dados no ambiente interno do Mercado.



Figura 8 - ADR 1500
Fonte: Próprio autor

Ele pode monitorar tamanhos específicos de partículas, por meio de uma entrada unidirecional que promove a captura de partículas em suspensão até mesmo sob vento. Com uso dos diferentes ciclones, exibidos na figura 9, pode-se capturar material em suspensão com diâmetros de $2,5\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$.



Figura 9 - Ciclone vermelho ($10\mu\text{m}$) e ciclone azul ($2,5\mu\text{m}$)
Fonte: Próprio Autor

O aparelho ADR-1500 mede a concentração instantânea de material particulado no ar, por meio de sensor óptico, o qual incorpora o processo de fotometria por espalhamento de luz, um método utilizado para medir o grau de dispersão da luz pelas partículas em suspensão.

A concentração das partículas é exibida em tempo real pelo visor de LCD, possui uma entrada USB que é usada tanto para a retirada de dados como para programação de parâmetros internos do ADR-1500 (período de corte, medição de tempo de coleta, constante de calibração e nível do alarme). Além da concentração de material particulado, o aparelho ainda armazenava valores de temperatura e umidade relativa do ar, os quais foram utilizados nos resultados finais.

4.2.3 pDR-1500

Este equipamento diferencia o tamanho das partículas de acordo com a velocidade de entrada no aparelho realizada por meio de sucção de uma bomba.

Os dados são armazenados a cada minuto na memória interna do aparelho e, posteriormente, descarregados em um computador para futuras análises. O aparelho é demonstrado na figura 10.



Figura 10 - pDR 1500
Fonte: Próprio Autor

Assim como o ADR-1500, ele pode operar nas duas frações (10 e 2,5 μ m) e tem a capacidade de obter dados de temperatura e umidade relativa do ar.

4.3 Decibelímetro

A coleta de dados de ruído foi realizada, utilizando-se o medidor de nível de pressão sonora (decibelímetro), marca Instrutherm, modelo DEC-490, com faixa de medição de 35 a 130 db. Ele é capaz de coletar e armazenar uma série de dados, ao longo do tempo. O procedimento da coleta de dados foi realizado utilizando a Norma Técnica NBR 10151 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, e a Norma Técnica L11.032:1992 da Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB.

Foram utilizados para a coleta externa, três pontos distintos (A, C e D) como mostrado na figura 4. Internamente, quatro pontos fizeram parte do estudo (A1, A2, A3 e A6). O decibelímetro era programado para coletar o nível de ruído durante um intervalo de 30 segundos e, então, uma média diária era calculada. O equipamento é mostrado na figura 11.



Figura 11 - Decibelímetro modelo DEC-490
Fonte: Próprio Autor

4.4 Umidade e Temperatura

Para a medição simultânea da umidade e temperatura foram utilizados os equipamentos ADR e pDR, já que armazenam os dados simultaneamente das concentrações de material particulado. Os dados obtidos por meio da estação de monitoramento da EMBRAPA, localizada no município de São Carlos e distante 8 km do centro da cidade, também foram úteis para a relação com os níveis de material particulado.

A fim de uma análise mais meticulosa, foram utilizados para representar a temperatura e umidade interna os dados apresentados pelo ADR e pDR, já a temperatura e umidade externa foram obtidas dos valores meteorológicos da EMBRAPA (<http://www.cppse.embrapa.br/dados-meteorologicos>).

Foi calculado o índice de calor (Hi) *Heat index*, da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (ROTHFUSZ; HEADQUARTERS, 1990), o qual é uma maneira simplificada de definir uma sensação de conforto térmico, por meio dos valores de temperatura e umidade relativa, tanto para o pDR como ADR. Fórmula para o cálculo:

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

Em que,

T= Temperatura (F°)

R= Umidade relativa (%)

4.5 Análise Química

Para o conhecimento da composição química do material particulado coletado, realizou-se uma análise por fluorescência de raio X, um método baseado na energia e intensidade da radiação emitida por elementos presentes na amostra.

As análises ocorreram no Laboratório de Controle Estrutural do Departamento de Engenharia de Materiais da UFSCar. Foi utilizado o espectrômetro EDX-720 *Energy Dispersive X-Ray Spectrometer* da marca Shimadzu (Figura 12), com colimador de 10mm.



Figura 12 - EDX – 720
Fonte: Próprio Autor

Foram utilizadas membranas filtrantes de vidro da marca *Macherey-Nagel*, modelo MN GF-3, de 47mm de diâmetro e poros de $0,6\mu\text{m}$, para a filtração, uma bomba marca Fisatom para sucção de ar, e um rotâmetro da marca Canout.

As coletas foram realizadas nos quatro pontos de coleta (A1, A2, A3 e A6) e duravam aproximadamente 7 horas com vazão constante de $1400\text{L}\cdot\text{h}^{-1}$. Após realizadas as coletas, as membranas era dispostas em placa de petri para armazenamento. Por fim, as membranas era levadas até a UFSCar, onde o aparelho EDX-720 fazia a análise.

4.6 Coeficiente de Correlação Cruzada

O coeficiente de correlação cruzada, obtido com o intuito de relacionar a variação de dois conjuntos de dados distintos no decorrer do tempo. Ou seja, se o aumento ou redução de uma das séries acompanha a variação da outra.

Segundo Ehlers (2003), o coeficiente de correlação cruzada (representado por “ r ”, também chamado de coeficiente de correlação de Pearson) apresenta valores entre -1 e 1, sendo calculado pela equação 3, onde x e y representam as variáveis correlacionadas, sendo x_i e y_i os valores individuais, e \bar{x} e \bar{y} são as médias aritméticas.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{Equação 3}$$

Comim (2012) ressalta que valores negativos indicam que as variáveis (ou séries de dados) correlacionadas movem-se em direções contrárias, ou seja, quando uma tende a aumentar a outra tende a diminuir, enquanto valores positivos são indícios de que as variáveis tendem a mover-se na mesma direção. Exatamente o que foi verificado no comportamento da precipitação para com a concentração de MP presente no ar. O aumento da chuva tende a funcionar como um “lavador”, carregando o MP presente no em direção ao solo.

5. Resultados e Discussão

5.1 Material Particulado

Como dito anteriormente, para o monitoramento de material particulado foram utilizados três equipamentos distintos: PEM, ADR-1500 e pDR. O PEM foi o único a realizar coletas internas e externas.

5.1.1 PEM

A gravimetria foi tomada como sendo a base para o estudo de material particulado. Os valores das concentrações de MP_{10} e $MP_{2,5}$, foram superiores aos obtidos com os outros equipamentos. A tabela 3 exibe as concentrações de MP, obtidas pelo método gravimétrico, e por meio de procedimentos descritos anteriormente (ver subseção 4.2.1). Nota-se uma diminuição nas concentrações durante a época mais chuvosa no mês de janeiro.

A partir do mês de novembro, com o aumento na precipitação, as concentrações tendem a diminuir, possível explicação seria o efeito de “lavagem” provocado pela água da chuva no ar. Para MP_{10} a maior concentração encontrada foi no ponto A6, no dia 19/9, tanto no ambiente interno como externo, ultrapassando mais que o dobro do permitido pela OMS. A maior concentração diária encontrada na fração menor foi no ponto A2 no dia 11/10. Os valores recomendados pela OMS, é de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP_{10} e $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ para $MP_{2,5}$.

Apenas o dia 29/1 apresentou uma concentração acima do limite, em todas as outras realizadas no mês de janeiro, o limite da OMS não foi ultrapassado. Como é um mês chuvoso, essa coleta pode ter obtido uma alta concentração de material particulado devido a um fator incomum como um vento muito forte (vendaval) ou possível intervenção humana como uma limpeza ao redor do aparelho.

Tabela 3 - Concentrações de MP₁₀ e MP_{2,5}, interno e externo

MP ₁₀ (µg/m ³)				MP _{2,5} (µg/m ³)			
Local	Data	I	E	Local	Data	I	E
A3	06/ago	54,11	36,68	A1	08/ago	27,88	25,50
A6	10/ago	81,47	46,83	A2	14/ago	20,12	19,78
A1	16/ago	38,49	35,98	A6	20/ago	17,80	17,54
A2	22/ago	45,29	29,03	A3	24/ago	20,95	13,98
A3	28/ago	46,64	38,40	A1	06/set	38,99	29,05
A3	13/set	74,32	71,11	A6	11/set	28,53	48,98
A2	17/set	26,43	25,86	A6	27/set	12,61	14,10
A6	19/set	117,74	134,51	A3	01/out	17,71	23,02
A2	21/set	18,84	32,67	A1	05/out	27,76	28,81
A1	25/set	19,58	17,25	A2	11/out	66,60	60,56
A1	03/out	38,54	36,47	A2	17/out	43,03	-
A1	15/out	54,29	44,44	A6	19/out	52,18	-
A2	25/out	29,53	-	A3	26/out	57,83	-
A1	09/jan	25,32	15,94	A1	11/jan	19,47	19,18
A2	23/jan	20,07	-	A2	23/jan	14,79	-
A3	24/jan	20,38	-	A3	24/jan	10,45	-
A6	29/jan	80,33	-	A6	29/jan	10,44	-

A figura 13 apresenta os valores de precipitação e temperatura durante o período de janeiro de 2012 a janeiro de 2013, na cidade de São Carlos. Nota-se que além da queda de temperatura a partir do mês de maio, a precipitação tende a decair até meados de outubro, quando a estação chuvosa começa a retornar e as temperaturas a se elevarem novamente.

Os valores das médias mensais de precipitação pluviométrica e temperatura, foram fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (<http://www.cppse.embrapa.br/dados-meteorologicos>).

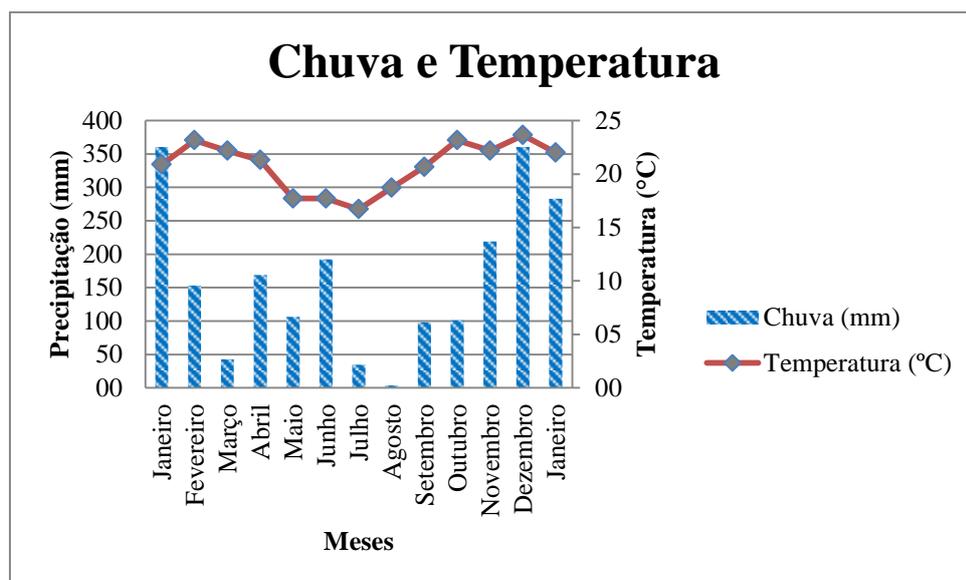


Figura 13 - Valores de temperatura e precipitação de janeiro de 2012 a janeiro de 2013 na cidade de São Carlos

Fonte: Embrapa (2013)

A tabela 4 apresenta as médias da concentração interna para cada mês e a média da precipitação. A concentração de MP_{10} tende a decair de acordo com o aumento da precipitação, por isso foi o tamanho de partícula que apresentou uma correlação mais alta. Uma informação relevante é que esses são dados calculados em relação a todos os pontos de coleta, sem distinguir A1, A2, A3, ou A6. Também os dias de $MP_{2,5}$ não correspondem aos de MP_{10} , pois os tamanhos de partículas eram alternados de acordo com o cronograma em função da necessidade de os equipamentos funcionarem sempre com o mesmo diâmetro de corte. Por meio da correlação “ r ”, nota-se que a precipitação e a concentração de MP se comportam de forma inversamente proporcional, ou seja, o aumento da precipitação acarreta uma diminuição na concentração. Os valores encontrados para $MP_{2,5}$ e MP_{10} foram, -0,30 e -0,85, respectivamente.

Tabela 4 - Médias mensais de MP e precipitação, correlação e relação 2,5/10 para valores Internos

Mês	Precipitação	$MP_{2,5}$	MP_{10}	r	$MP_{2,5/10}$
Ago	3.3	21.7	53.2	-0.30	0.41
Set	98.2	26.7	51.4	-0.85	0.52
Out	101.0	44.2	40.8		1.08
Jan	219.0	13.8	36.5		0.38

Já a tabela 5 se refere às condições externas. Apenas no mês de janeiro a média para $MP_{2,5}$ foi superior que MP_{10} , isso só ocorreu pois esses valores não foram encontrados no mesmo dia, mas nota-se que com o aumento da precipitação, principalmente a concentração de MP_{10} decaiu substancialmente. Nesse caso, a correlação também se mostrou inversamente proporcional, atingindo valores de -0,07 para $MP_{2,5}$, e -0,59 para MP_{10} .

Tabela 5 - Médias mensais de MP e precipitação, correlação e relação 2,5/10 para valores Externos

Mês	Precipitação	$MP_{2,5}$	MP_{10}	r	$MP_{2,5/10}$
Ago	3.3	19.2	37.4	-0.07	0.51
Set	98.2	30.7	56.3	-0.59	0.55
Out	101.0	37.5	40.5		0.93
Jan	219.0	19.2	15.9		1.20

Na tabela 6, são apresentados os valores da razão (Razão I/E) entre a concentração média diária interna e externa para $MP_{2,5}$ e MP_{10} . Na maioria das coletas, a concentração interna superou a externa nas duas frações medidas, com valores da razão I/E maiores que um.

Tabela 6 - Relação Interno/Externo

$MP_{2,5}$		MP_{10}	
Dia	Razão I/E	Dia	Razão I/E
08/ago	1.09	06/ago	1.48
14/ago	1.02	10/ago	1.74
20/ago	1.01	16/ago	1.07
24/ago	1.50	22/ago	1.56
06/set	1.34	28/ago	1.21
11/set	0.58	13/set	1.05
27/set	0.89	17/set	1.02
01/out	0.77	19/set	0.88
05/out	0.96	21/set	0.58
11/out	1.10	25/set	1.14
9/jan	1.59	03/out	1.06
		15/out	1.22
		11/jan	1.02
Média	1.08	Média	1.16

Silva (2012), observou uma relação I/E para MP_{10} e $MP_{2,5}$ de 1,33 e 1,36, respectivamente, reforçando a ideia de uma concentração interna de MP maior que a externa.

Nos gráficos a seguir, estão colocadas as concentrações de material particulado para os ambientes internos e externos, nas duas frações avaliadas. Na Figura 14, as concentrações apresentadas correspondem ao MP_{10} e a legislação utilizada como parâmetro foi da OMS de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, das 17 coletas realizadas apenas em seis dias o limite foi ultrapassado. Nos dias 6 e 10/8, 15/10 e 29/1, os valores internos foram inadequados. Já em 13 e 15/9, tanto os valores internos como externos foram superiores à norma.

Curiosamente, metade desses dias com concentrações inadequadas ocorreram no ponto A6, o ponto A3 apenas dois e o ponto A1 com o outro. Uma possível explicação para os níveis tão altos no ponto 6, seria a de que é o local onde mais apresenta carga e descarga, e parada de veículos automotores na parte externa. Os aparelhos externos eram fixados perto da via automotiva, com intensa movimentação de carros.

Já no local de coleta A3, a alta concentração encontrada em alguns dias pode ter influência das partículas provenientes do manuseio com as flores, pois se trata do local onde se encontra uma floricultura. Também, por ser situado ao lado da cozinha em alguns momentos os funcionários varriam o local como era o procedimento da limpeza local, e claro essa ressuspensão pode afetar a concentração de MP. É importante dizer que para essa fração em apenas uma coleta a média diária externa superou a interna, comprovando que os ambientes internos tendem a acumular mais MP do que externamente.

Analisando os valores encontrados para $MP_{2,5}$ por meio da figura 15, verificou-se que o valor imposto pela OMS de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ foi ultrapassado mais vezes do que os valores relativos a MP_{10} , em oito ocasiões os valores superaram a norma. Ponto A1 (8/8; 6/9; 5/10), A6 (11/9; 19/10), A2 (11/10; 17/10) e A3 (23/10). O ponto 1 está localizado ao lado da loja de sapatos e artigos de couro e bem no início do túnel que liga a Praça do Voluntários ao mercado, portanto não deixa de ser um local que tenha grande movimentação de pessoas, e é o mais afastado de alguma entrada quando comparado com os outros, ressaltando que não existe qualquer tipo de abertura (porta ou janela) próxima que possibilite a entrada e circulação de ar natural. Fatores que possivelmente influenciam os valores de MP, pois causariam uma ressuspensão no solo que aliada a uma falta de ventilação local elevariam as concentrações de MP. Apesar de no ponto 1 a norma ter sido ultrapassada no dia 5/10, com uma concentração externa maior do que interna, novamente foi no ponto 6 que a concentração externa superou e

muito a interna, no dia 11/10 a concentração média diária foi extremamente elevada, a gravimetria apontou uma concentração de $66,60\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o ambiente interno e $60,56\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o externo, indicando mais uma vez ser um local com altas concentrações de MP nas duas frações.

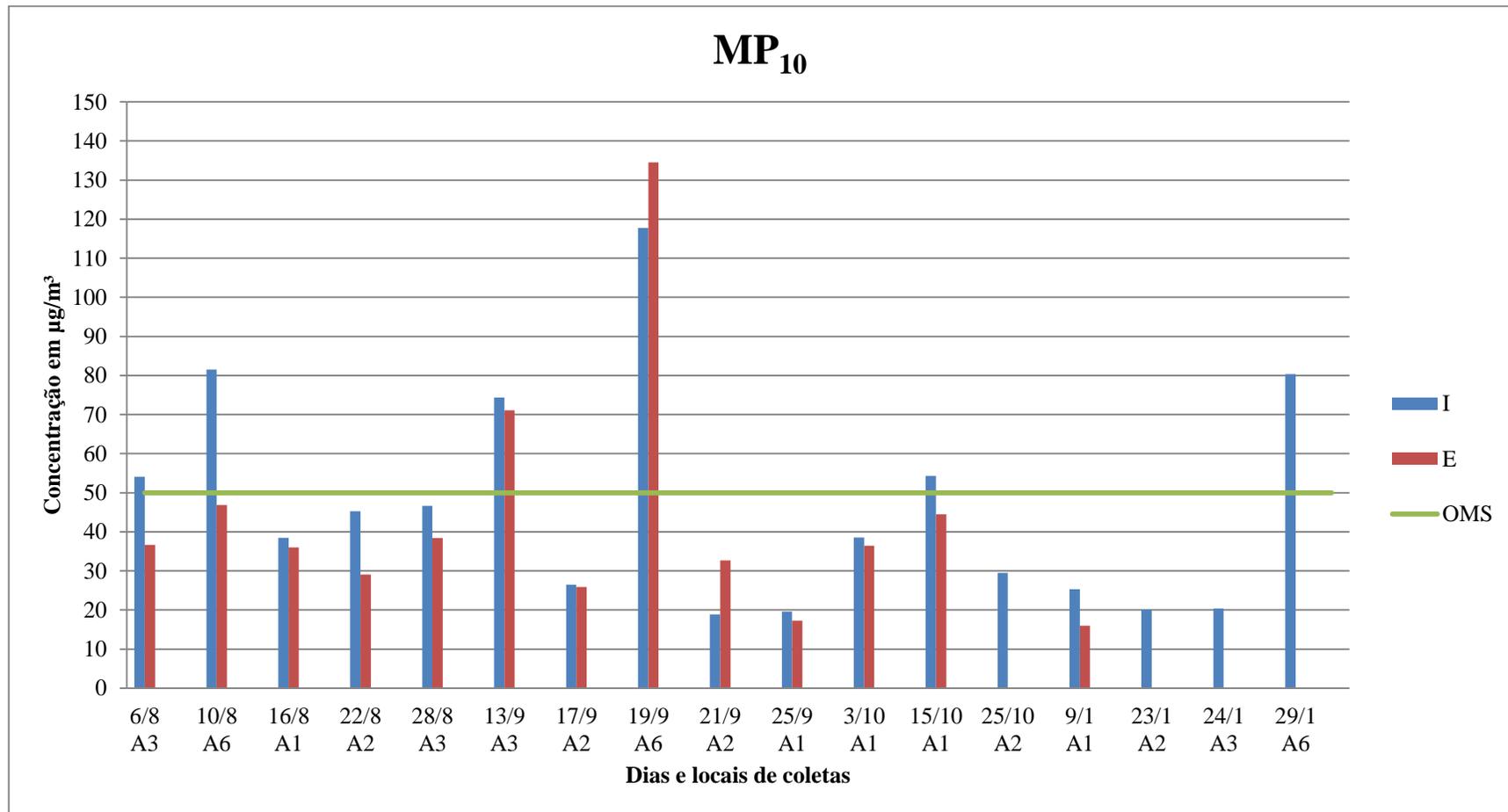


Figura 14 - Gráfico das concentrações internas e externas da fração 10µm de cada dia e local de coleta, em relação ao valor máximo da OMS

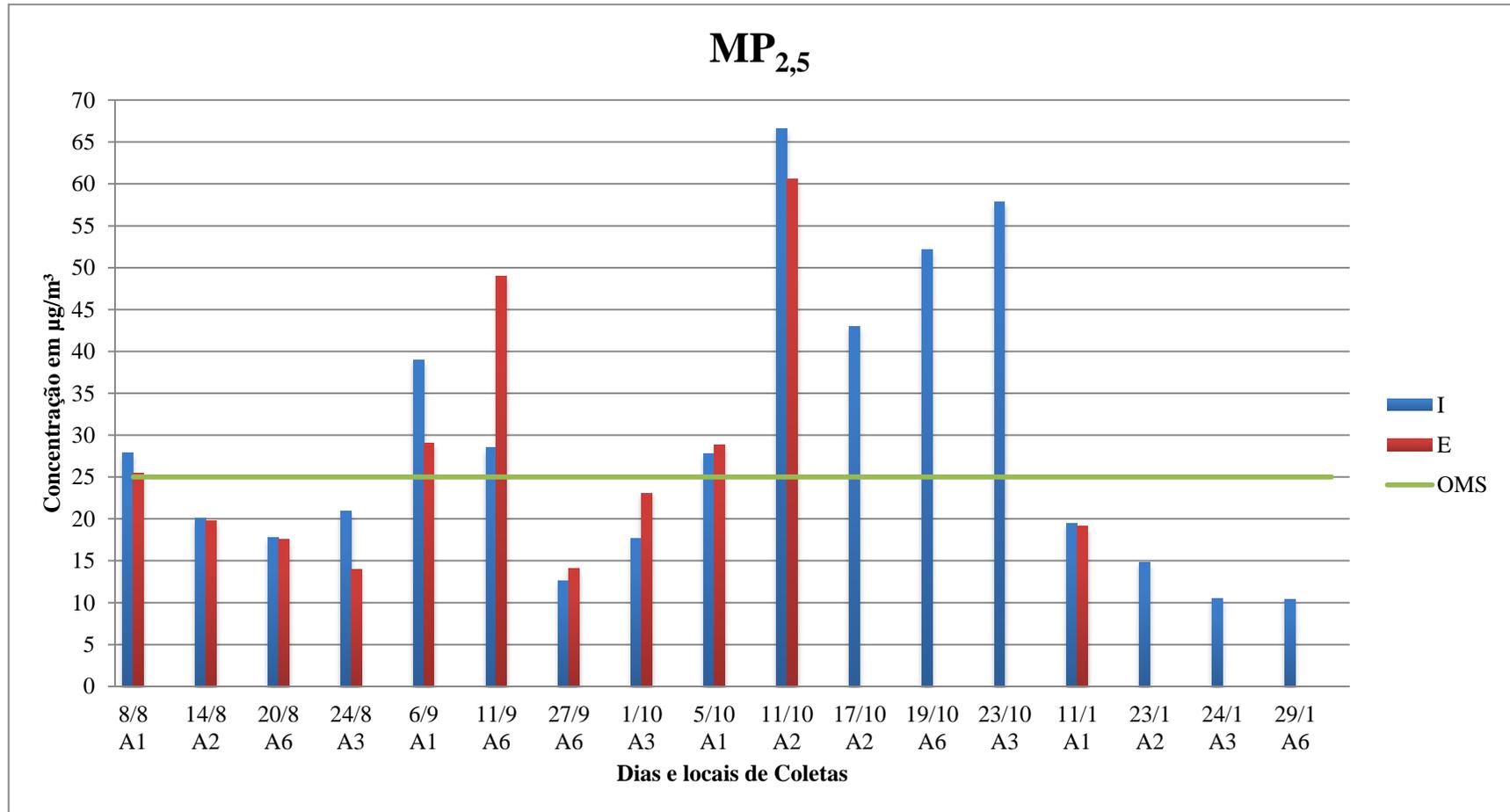


Figura 15 - Gráfico das concentrações internas e externas da fração 2,5µm de cada dia e local de coleta, em relação ao valor máximo da OMS

A tabela 7, a seguir, exibe um resumo dos valores encontrados pelo PEM. Para as duas frações as médias foram maiores no ambiente interno, confirmando a idéia de um ambiente interno mais concentrado de partículas. Um dos fatores que devem influenciar nesse sentido é de que nos locais externos existe uma possibilidade de dispersão de MP maior, já que não possuem paredes em volta como nos ambientes internos impedindo uma ventilação e assim uma dispersão maior de poluentes. É notável que os valores externos não foram tão acima dos internos, mas em relação a fração menor (MP_{2,5}) as médias se encontraram acima do limite OMS, isso é preocupante já que o MP_{2,5} é mais prejudicial a saúde do que o MP₁₀, por apresentar um tamanho bem menor as partículas finas adentram mais no sistema respiratório, atingindo a região dos alvéolos e a corrente sanguínea.

Tabela 7 - Valores de média, mediana e desvio padrão para a concentração de MP

	MP _{2,5}		MP ₁₀	
	I	E	I	E
Média	28,66	28,13	46,55	45,77
Mediana	20,95	24,26	38,54	36,57
Desvio	17,19	15,27	27,92	30,90

5.2 PEM, pDR e ADR

Além do PEM, outros dois equipamentos foram utilizados para o monitoramento de MP, assim, foi realizada uma comparação entre os resultados fornecidos por eles. Os equipamentos eram sempre calibrados, e as vazões aferidas. Na figura 16, estão reunidos todos os resultados obtidos para a média diária da concentração de MP₁₀ realizadas pelo PEM, pDR e ADR. Nesta figura, observa-se que as concentrações de MP₁₀ obtidas a partir do PEM apresentam valores muito superiores aos valores fornecidos pelos demais equipamentos e que as concentrações obtidas pelo pDR e ADR possuem valores muito próximos.

Além disso, observa-se no gráfico que em alguns dias não foi possível fazer a comparação entre os equipamentos, devido a algum problema operacional ocorrido naquele momento. De acordo com a figura 16, os valores dados pelo pDR e ADR estão muito abaixo do valor recomendado pela OMS, de 50µg/m³.

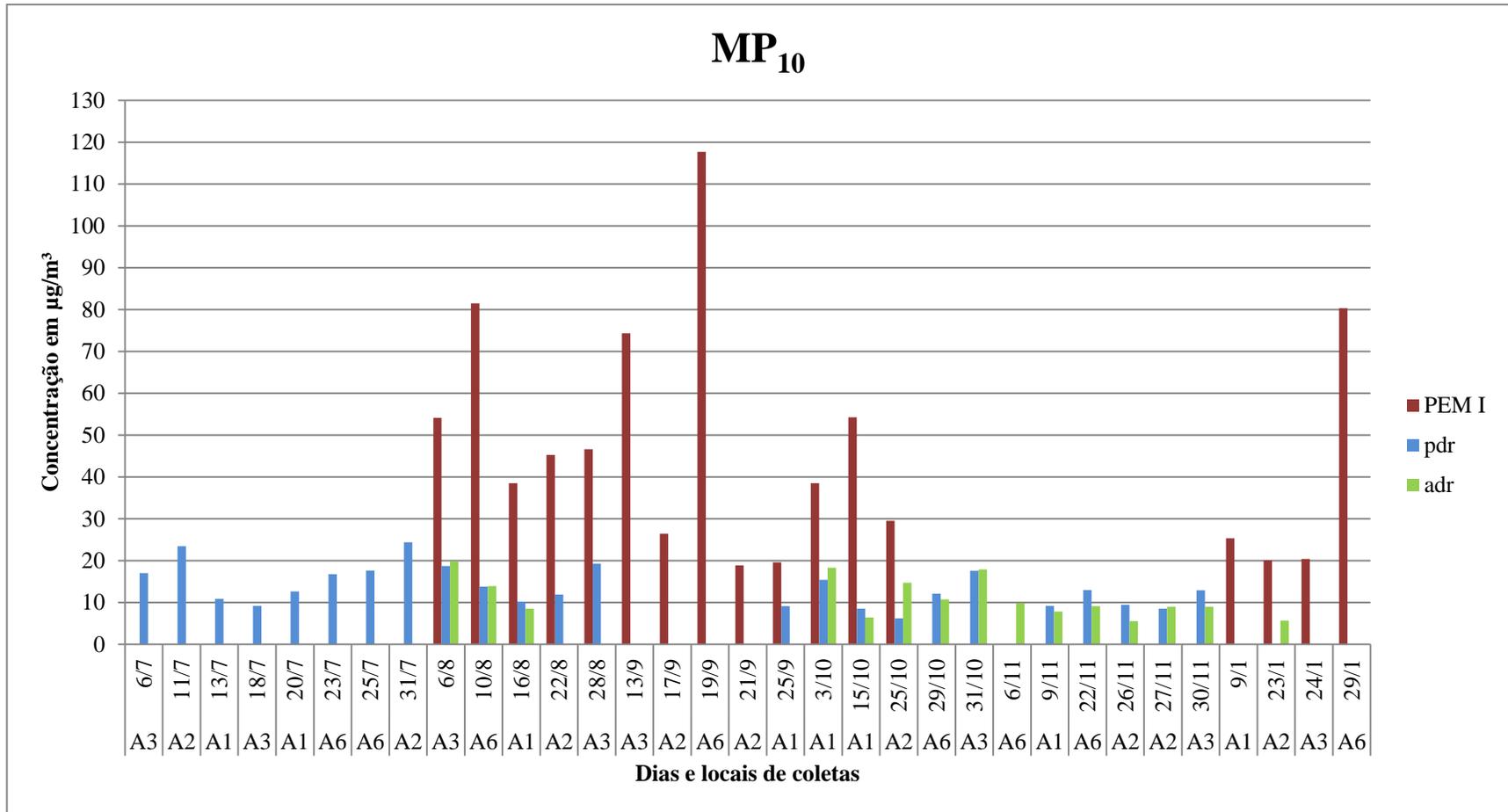


Figura 16 - Gráfico com todas as concentrações de MP₁₀

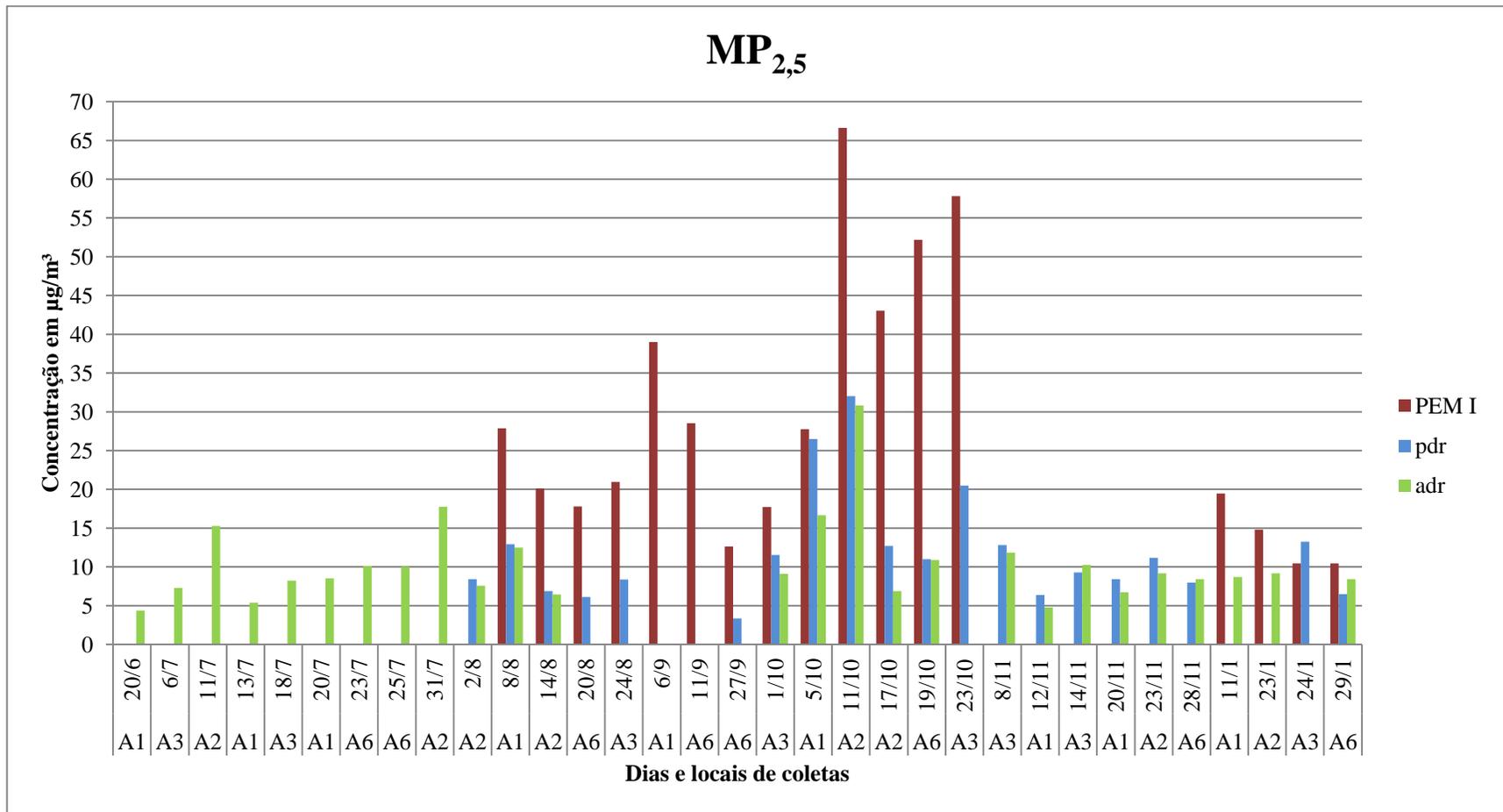


Figura 17 - Gráfico com todos as concentrações de MP_{2,5}

Na figura 17 estão reunidos todos os resultados obtidos para a média diária da concentração de $MP_{2,5}$ realizadas pelo PEM, pDR e ADR. Da mesma maneira que no caso anterior, observa-se que as concentrações de $MP_{2,5}$ obtidas a partir do PEM apresentam valores muito superiores aos valores fornecidos pelos demais equipamentos e que as concentrações obtidas pelo pDR e ADR possuem valores muito próximos.

De acordo com a figura 17, os valores dados pelo pDR e ADR estão, em geral, muito abaixo do valor recomendado pela OMS, de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo este valor superado apenas no dia 11 de outubro. Já para a fração 2,5 algumas condições diferentes ocorrem. A figura 17 mostra que o pDR ultrapassou o valor de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ em duas ocasiões, e o ADR uma vez. Inusitadamente, no dia 5/10 a gravimetria foi superada pelo pDR, porém no geral os dois equipamentos ainda apresentam mais afinidade entre si.

Para uma visualização melhor dos dados, foram estipuladas concentrações de MP utilizando os valores encontrados pelos diferentes aparelhos. Tirando uma média da relação entre as concentrações do PEM com o pDR, e do PEM para com o ADR, alguns valores foram encontrados. A tabela 8 a seguir retrata como foram encontrados os valores para o cálculo das concentrações de MP_{10} . Portanto, para os dias em que houve falha do PEM, a concentração do pDR foi multiplicada pelo valor de correção 3,84. Quando apenas o equipamento ADR era utilizado, a concentração do PEM era encontrada por meio do valor de correção 4,17. Assim, se o valor apontado pelo ADR fora de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ o valor relacionado para o PEM seria de $41,70\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 8 - Valores encontrados para a relação PEM/pDR e PEM/ADR, na fração MP_{10} , e fator de correção entre os equipamentos

Local	Dia	MP_{10}				
		PEM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	pDR($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PEM/pDR	ADR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PEM/ADR
A3	6/8	54,11	18,71	2,89	19,88	2,72
A6	10/8	81,47	13,79	5,91	13,94	5,84
A1	16/8	38,49	10,18	3,78	8,54	4,51
A2	22/8	45,29	11,91	3,80	-	-
A3	28/8	46,64	19,26	2,42	-	-
A1	25/9	19,58	9,12	2,15	-	-
A1	3/10	38,54	15,43	2,50	18,33	2,10
A1	15/10	54,29	8,55	6,35	6,41	8,47
A2	25/10	29,53	6,23	4,74	14,73	2,01
A2	23/1	20,07	-	-	5,71	3,51
Média				3,84		4,17
Desvio				1,54		2,34

Já para a fração $MP_{2,5}$, a tabela 9 revela as concentrações utilizadas para o cálculo do fator de correção, o qual foi de 2,48 para PEM/pDR, e 2,73 para PEM/ADR.

Tabela 9 - Valores encontrados para a relação PEM/pDR e PEM/ADR, na fração $MP_{2,5}$, e fator de correção entre os equipamentos

Local	Dia	$MP_{2,5}$				
		PEM ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	pDR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PEM/pDR	ADR ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PEM/ADR
A1	8/8	27,88	12,93	2,16	12,50	2,23
A2	14/8	20,12	6,90	2,92	6,44	3,13
A6	20/8	17,80	6,13	2,90	-	-
A3	24/8	20,95	8,38	2,50	-	-
A6	27/9	12,61	3,36	3,76	-	-
A3	1/10	17,71	11,52	1,54	9,10	1,95
A1	5/10	27,76	26,51	1,05	16,68	1,66
A2	11/10	66,60	32,01	2,08	30,81	2,16
A2	17/10	43,03	12,70	3,39	6,88	6,25
A6	19/10	52,18	10,99	4,75	10,88	4,80
A3	23/10	57,83	20,50	2,82	-	-
A1	11/1	19,47	-	-	8,71	2,24
A2	23/1	14,79	-	-	9,19	1,61
A3	24/1	10,45	13,26	0,79	-	-
A6	29/1	10,44	6,49	1,61	8,41	1,24
Média				2.48		2,73
Desvio				1.11		1,59

Por meio desse método, nota-se na figura 18 que o pDR e ADR tendem mesmo a ter um comportamento similar, tanto nas variações como no nível de concentração, com o PEM sempre bem acima de todos os valores dos demais. No dia 19/9 foram obtidos as maiores concentrações de MP_{10} , a gravimetria esboçou o valor de $117,74\mu\text{g}/\text{m}^3$, enquanto o pDR e o ADR geraram $30,68$ e $28,26\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

A figura 19 para $MP_{2,5}$, confirma essa idéia pois as concentrações em todas as coletas foram maiores na gravimetria com o valor máximo de $66,60\mu\text{g}/\text{m}^3$, e os demais equipamentos continuaram com um comportamento parecido apresentando concentrações máximas de $60,56\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o pDR e $30,81\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o ADR.

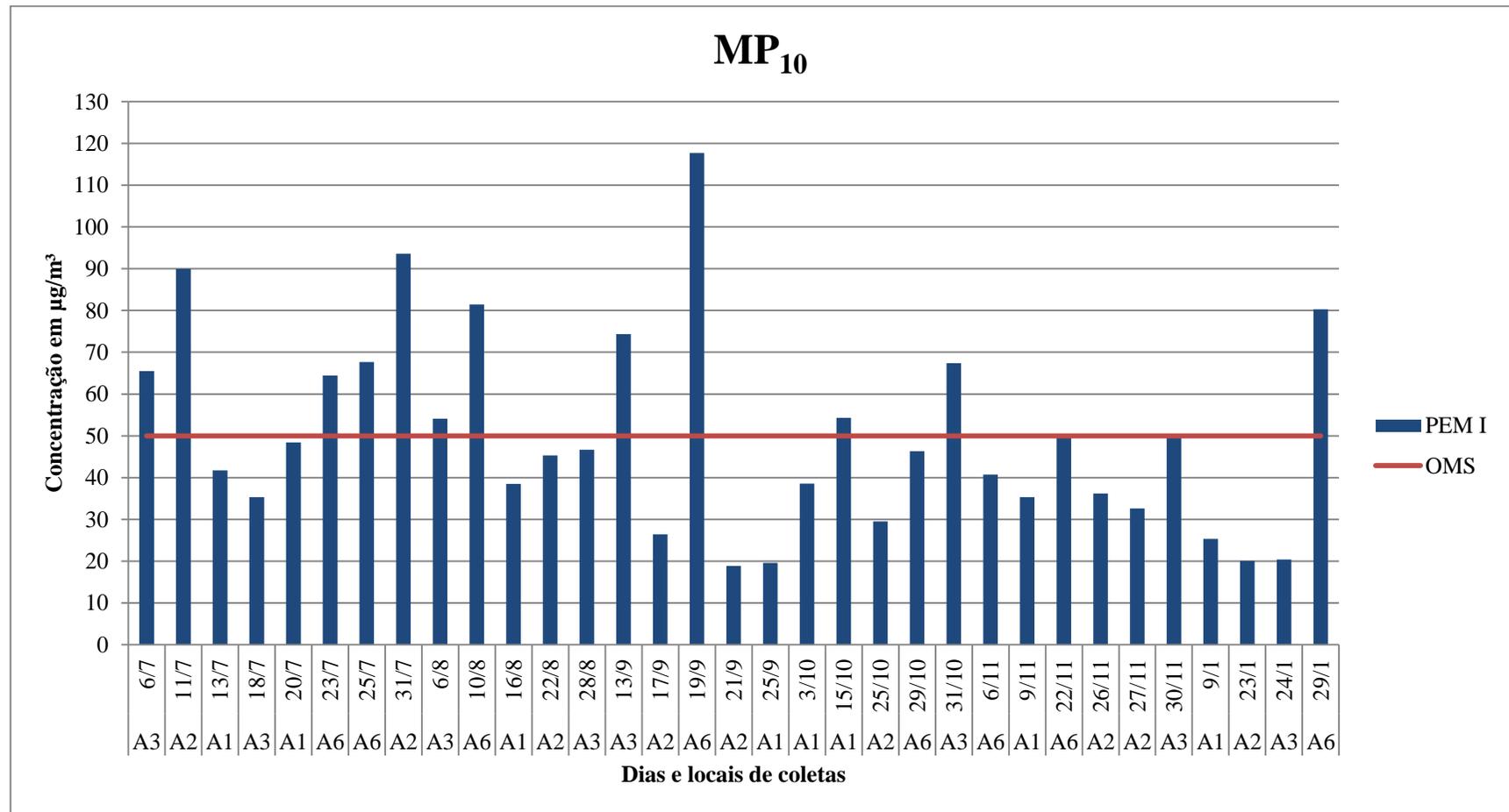


Figura 18 - Dados pressupostos das concentrações internas de MP₁₀

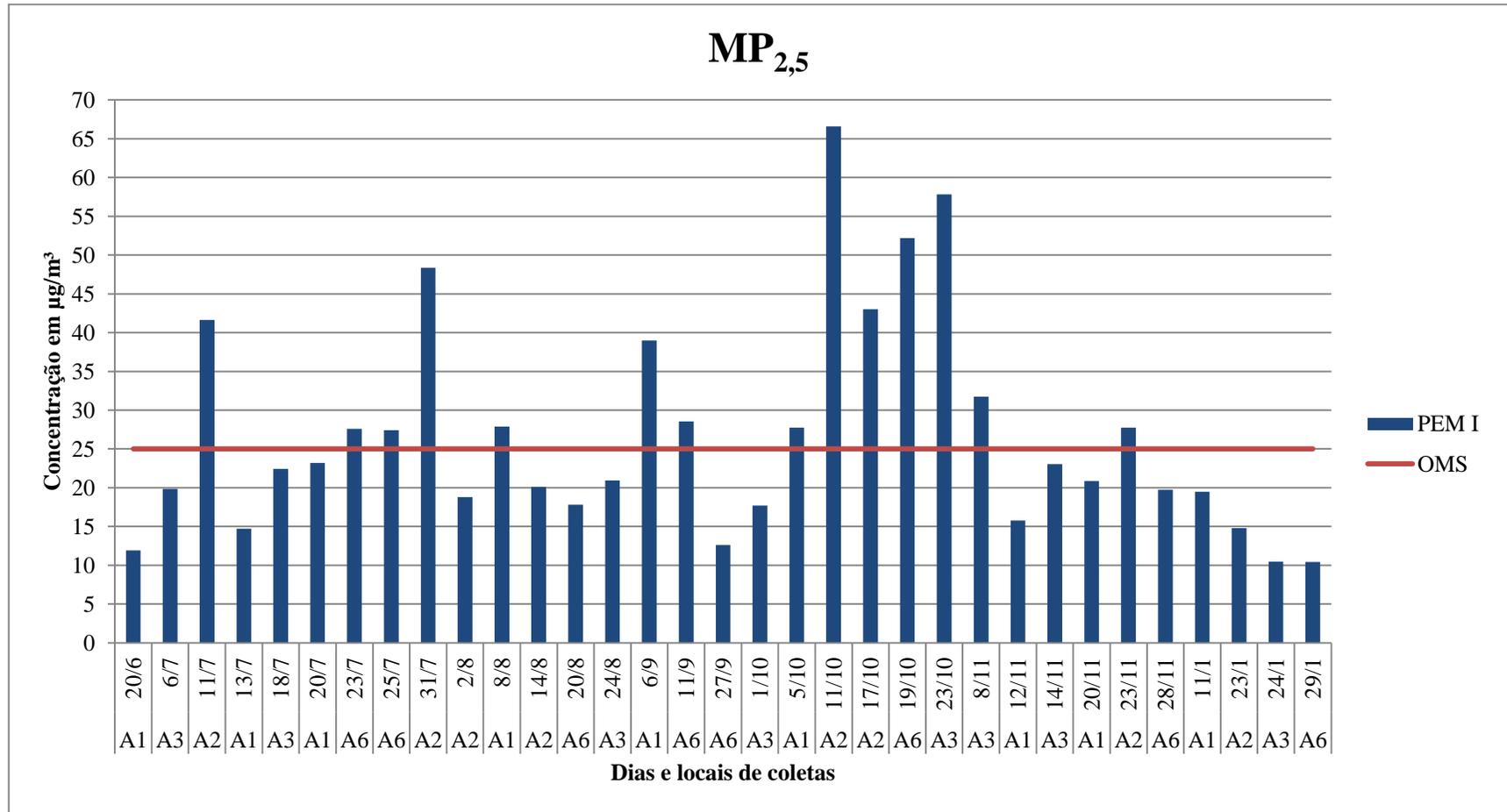


Figura 19- Dados pressupostos das concentrações internas de MP_{2,5}

5.3 Ruído

Os níveis de ruído foram medidos com um decibelímetro, marca Instrutherm, modelo DEC-490. Em cada ponto de coleta foram realizadas medições internas e externas. Foram utilizadas duas normas distintas para uma comparação com os níveis de ruído encontrados: a OMS estipula 70 dB; a NBR 10151/2000 propõe o valor de 50 dB para ambiente interno e 60 dB para externo.

5.3.1 Ruído Geral

Foram encontrados altos níveis de ruídos nos pontos externos, muito se deve à grande movimentação de veículos e pessoas nos horários de coleta. Os dados apresentados compreendem a média diária dos valores de ruído. Analisando a figura 20, percebe-se que em oito ocasiões, o nível externo da OMS foi ultrapassado, 3 vezes no ponto A e D, e 2 no ponto C. Uma boa explicação seria que o ponto C não apresenta uma proximidade de carros já que situa-se na entrada principal do mercado, na praça. Esses níveis altos de ruído são relacionados aos sons produzidos por equipamentos musicais e/ou conversa entre as pessoas que por ali passam e, muitas vezes, permanecem no local. Esse local apresenta a maior movimentação de pessoas de todos os pontos de coleta.

O ponto A, situado à Rua Jesuíno de Arruda, de 17 coletas em apenas, 3 apresentaram valores acima do recomendado, apesar de ter uma grande aproximação dos carros e o local ter uma movimentação extrema dos mesmos, apenas 17,6% das coletas se apresentaram em desacordo.

O ponto D, localizado à Rua Episcopal, local que também existe um farol de trânsito, o que também promove uma grande concentração de carros e pessoas as quais se utilizam da faixa de pedestres. Neste local, ocorreram 9 coletas, dentre as quais 33% ultrapassaram o valor máximo, e outras 33% se apresentaram no limite.

No trabalho de Silva (2012), para o mesmo ponto D, o nível de ruído médio na primeira campanha foi de 71,0 dB e na segunda de 70,3 dB. No ponto C as médias foram de 71,1 e 69,6 dB para as duas campanhas.

A tabela 10 exhibe os valores médios de ruído encontrados em cada ponto. Apenas a média externa do ponto A6 ficou acima dos padrões OMS, porém sua média interna foi bem elevada, apresentando uma relação I/E menor que 1 (um).

Tabela 10 - Médias dos níveis de ruído interno e externo em dB

Ponto	Ruído (dB)		
	I	E	I/E
A1	52,42	60,44	0,87
A2	60,22	65,38	0,92
A3	62,63	68,32	0,92
A6	68,00	70,71	0,96

Em relação aos níveis internos, a figura 21 revela que em apenas quatro ocasiões o nível OMS foi superado, e em outras duas a média diária ficou próximo do limite. Esses dias são relacionados apenas ao ponto A6, o qual apresenta os maiores valores de ruído em relação ao mercado todo.

Silva (2012) encontrou médias nas duas campanhas para o ponto A1 de 54,1 dB e 60,2 dB, A2 com 67,1 dB e 69,1 dB, para o A3 valores de 67,0 dB e 67,3 dB, e finalmente no ponto A6 as médias foram de 68,0 e 68,1 dB, respectivamente.

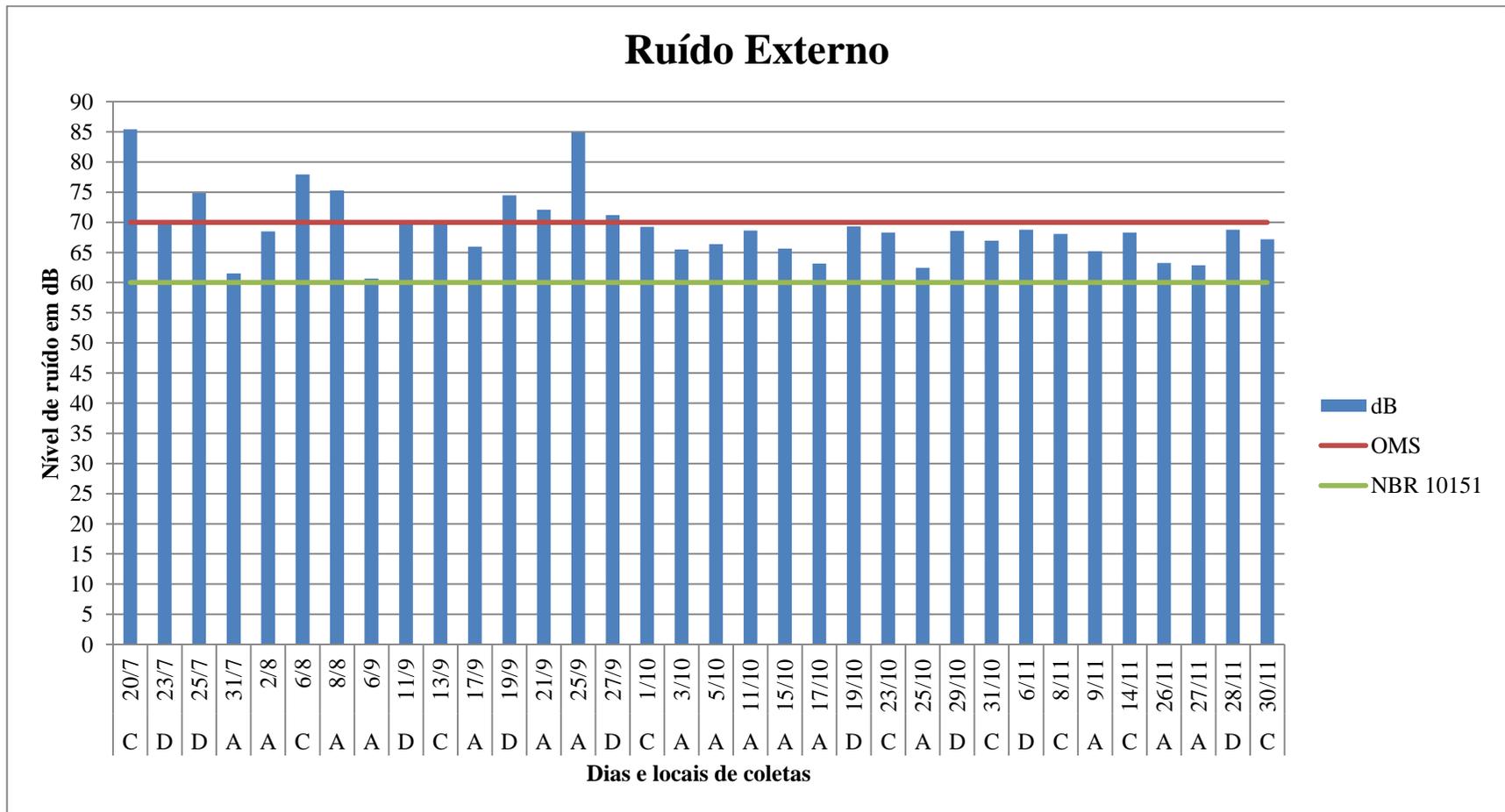


Figura 20 - Níveis de Ruído Externo

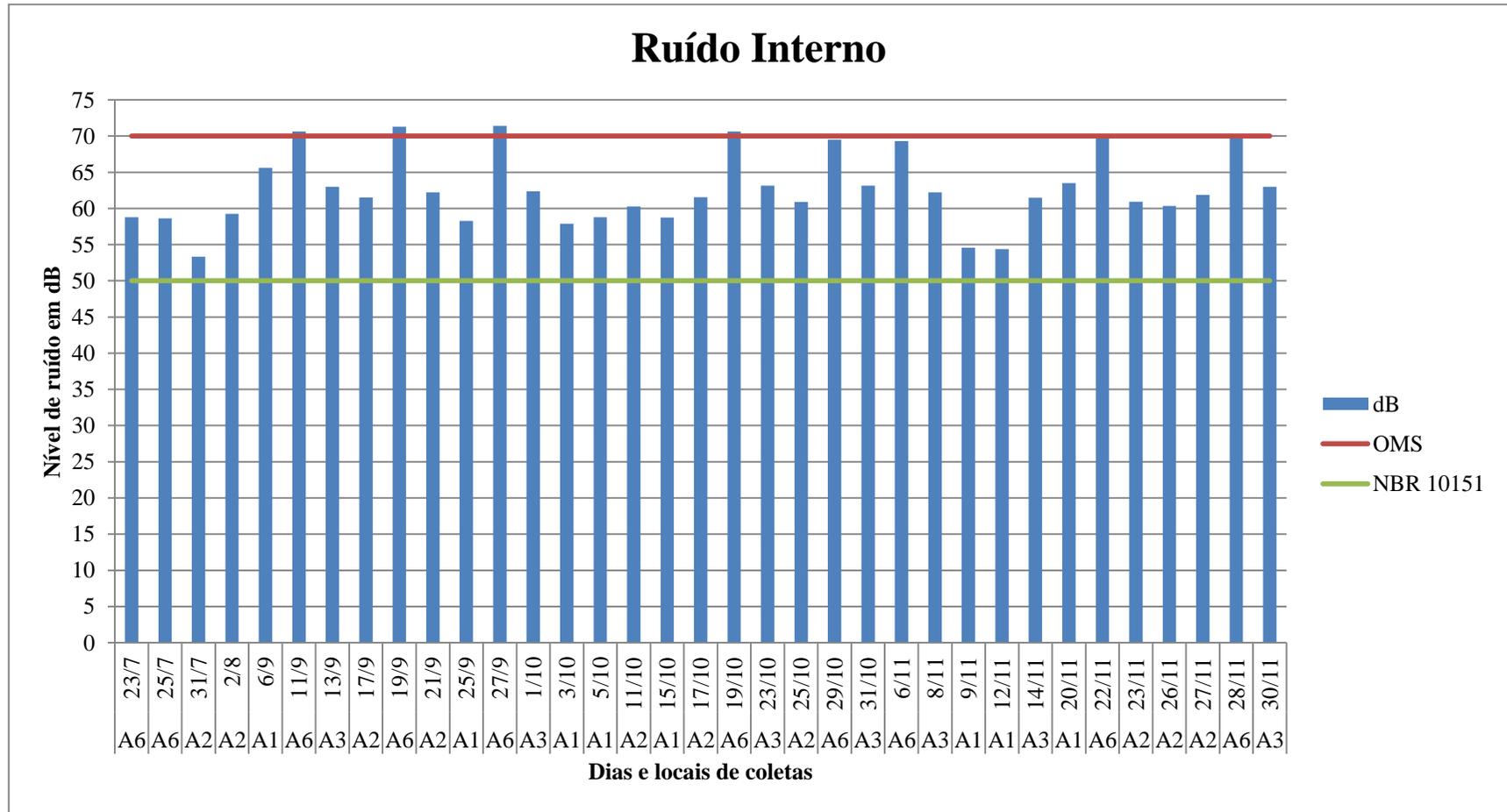


Figura 21 - Níveis de Ruído Interno

5.3.2 Ruído por Pontos

Para uma melhor comparação dos valores internos com os externos, foram separados também por pontos, com o intuito de saber as diferentes condições que se encontram os locais de estudo. Os resultados foram comparados com os valores recomendados pela OMS, de 70 dB, pela NBR 10151/2000, com um valor máximo de 50 dB para ambientes internos e de 60 dB para externos.

A figura 22 revela que apenas em duas oportunidades dos valores externos o Ponto 1 ultrapassou o limite quando comparados com a OMS. Contudo, colocando à frente da NBR 10151 todos medições internas ultrapassaram o recomendado, e das externas apenas em uma ocasião a média esteve no limite, nas demais esse valor proposto pela norma também foi ultrapassado. Alguns dias não foi possível obter simultaneamente as médias internas e externas. É possível anotar que, no dia 6/9 a média interna superou a externa, isso pode ser explicado pela aglomeração de pessoas nesse dia especificamente, já que havia uma pessoa tocando um instrumento musical.

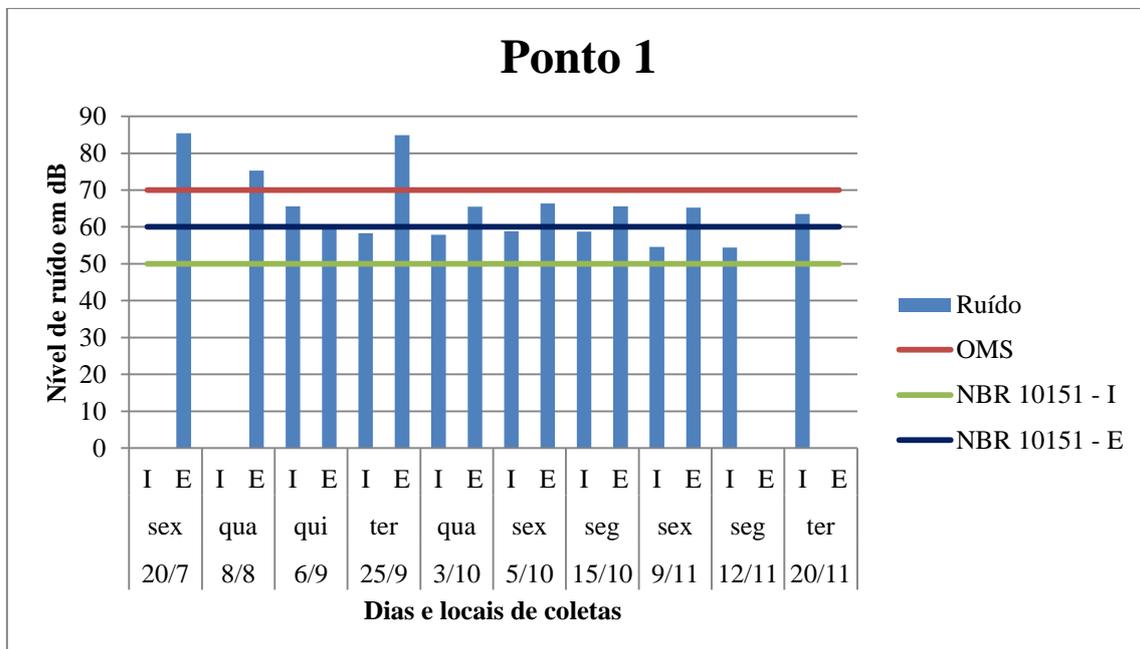


Figura 22 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 1

A figura 23 apresenta os valores de nível de decibéis para o ponto A1. Nota-se que para os valores internos, nenhum quadrante encontrou-se acima do limite estipulado pela OMS, significando que 75% dos níveis se mativeram abaixo da norma, apenas ocorreu de “outliers” ultrapassarem esse limite. Em relação a NBR-10151, todos os dias coletados tiveram seus quadrantes (75% dos dados) acima do limite.

Para os valores externos, nos dias 20/7, 8/8 e 25/9, os quadrantes foram acima da linha limite estabelecida pela OMS, o que significa que a grande maioria dos valores se encontraram em desacordo. Quanto a NBR-10151, todos os dias apresentaram valores acima do permitido. Apenas no dia 6/9, alguns valores não ultrapassaram esse limite (25%). É possível reparar que no dia 20/7 por exemplo, em alguns momentos os níveis registrados chegaram até 90 dB, exatamente 20 decibéis acima do permitido pela OMS.

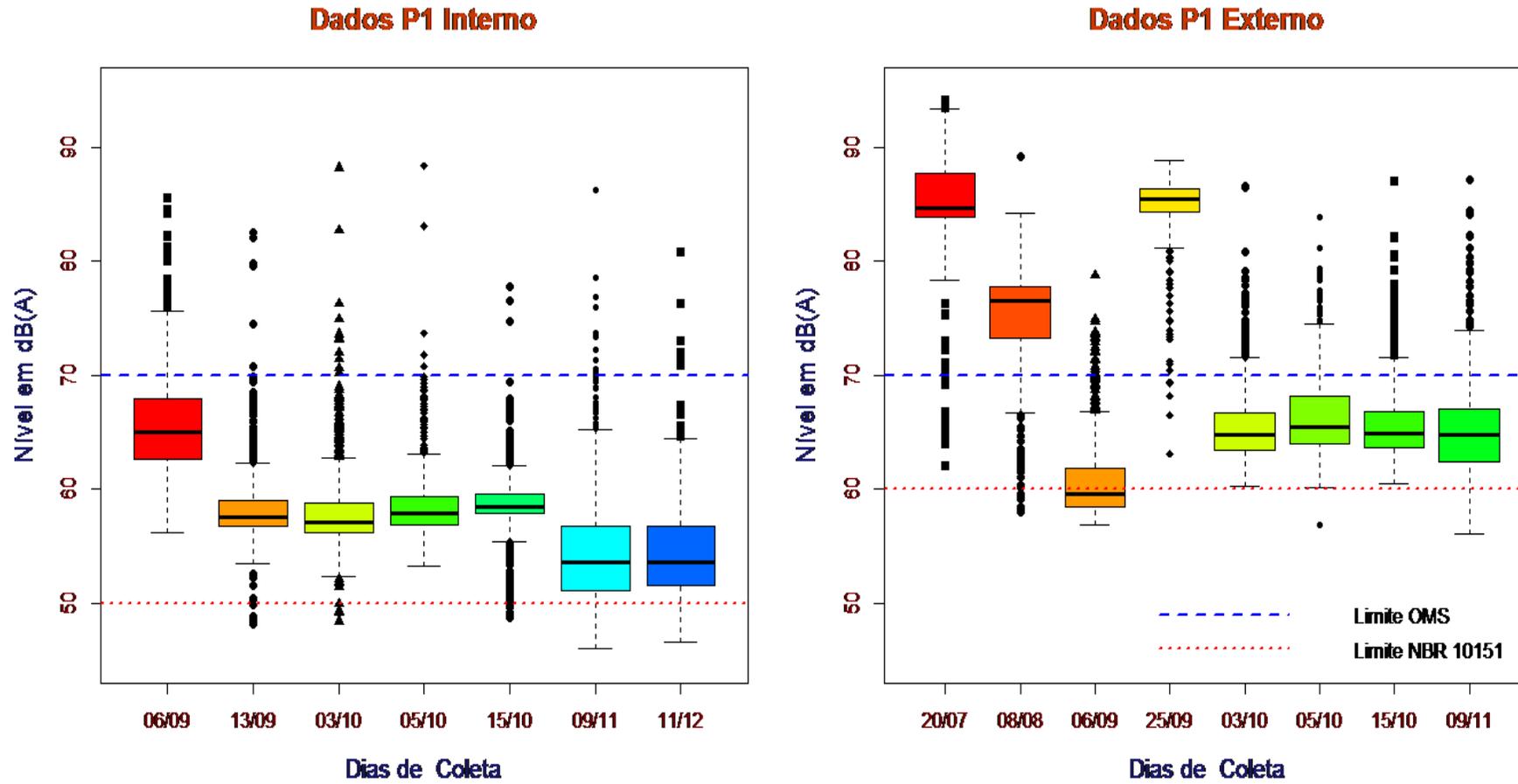


Figura 23 - Gráficos *boxplot* para os níveis de ruído interno e externo no ponto A1

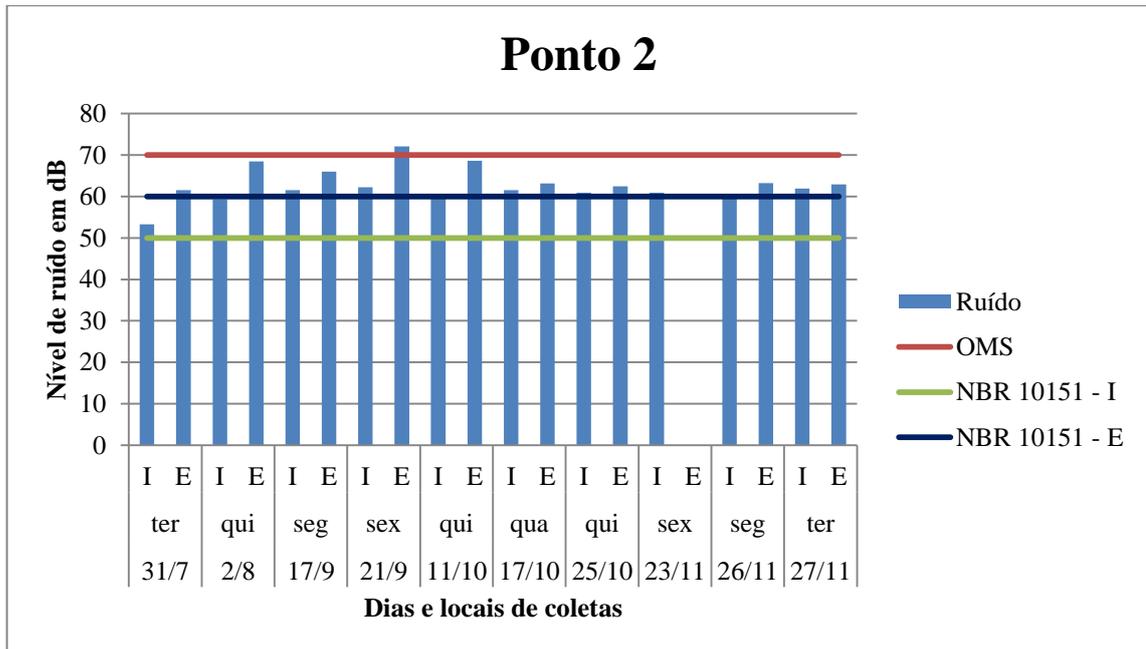
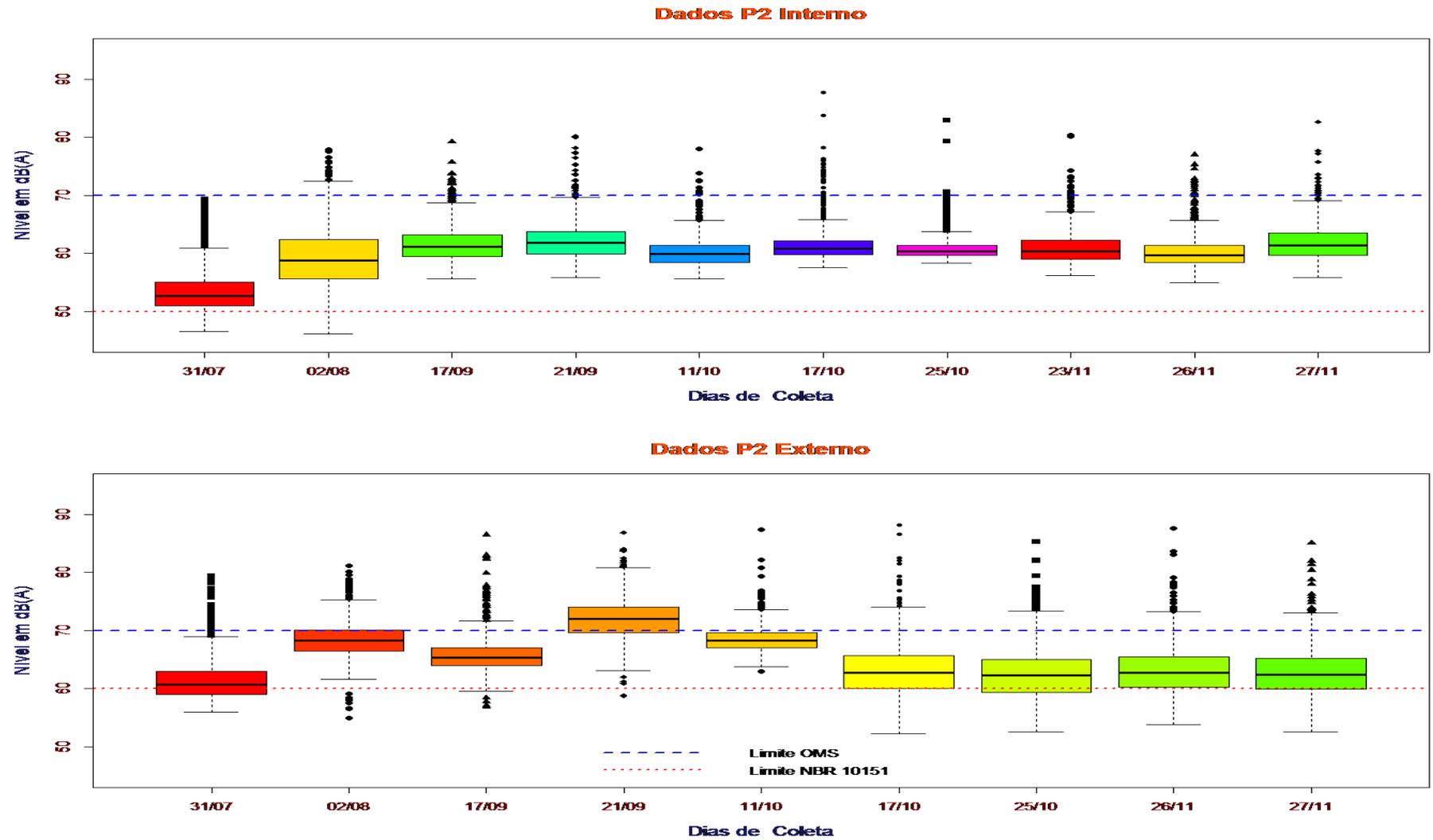


Figura 24 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 2

A figura 24 apresenta o gráfico de coletas para o Ponto 2, situado na sala da gerência do mercado. Em apenas uma ocasião o limite da OMS foi ultrapassado, no dia 21/9 no ambiente externo. Porém, em relação a NBR 10151 nota-se que em todas as datas o valor foi acima da norma, tanto interno como externo. No dia 23 houve falha do equipamento, e não foi possível a medição do ruído externo. Apesar de ultrapassar a NBR 10151, o ponto 2 não apresentava muito incômodo em relação ao ruído. A norma era sempre ultrapassada por ser bem restritiva, mesmo assim é um local com médias internas que não geravam algum tipo efeito negativo nos trabalhadores ao redor. Em nenhum momento os valores internos se igualaram ou transcederam os externos, comprovando que o ambiente externo tende a apresentar maiores níveis de ruído.

Na figura 25, os gráficos reforçam a idéia de que os valores internos sempre estiveram acima do proposto pela NBR 10151, em relação ao limite OMS o comportamento foi diferente do ponto A1, pois apenas alguns picos isolados excederam a linha de 70 dB. Quanto ao ambiente externo, verifica-se uma elevação nos níveis de ruído, apenas o dia 21/9 apresentou os quadrantes acima da linha limite. Nos outros dias se verificaram apenas “outliers”, os quais são entendidos como valores atípicos, além do limite imposto pela OMS.

Figura 25 - Gráficos *boxplot* para os níveis de ruído interno e externo no ponto A2

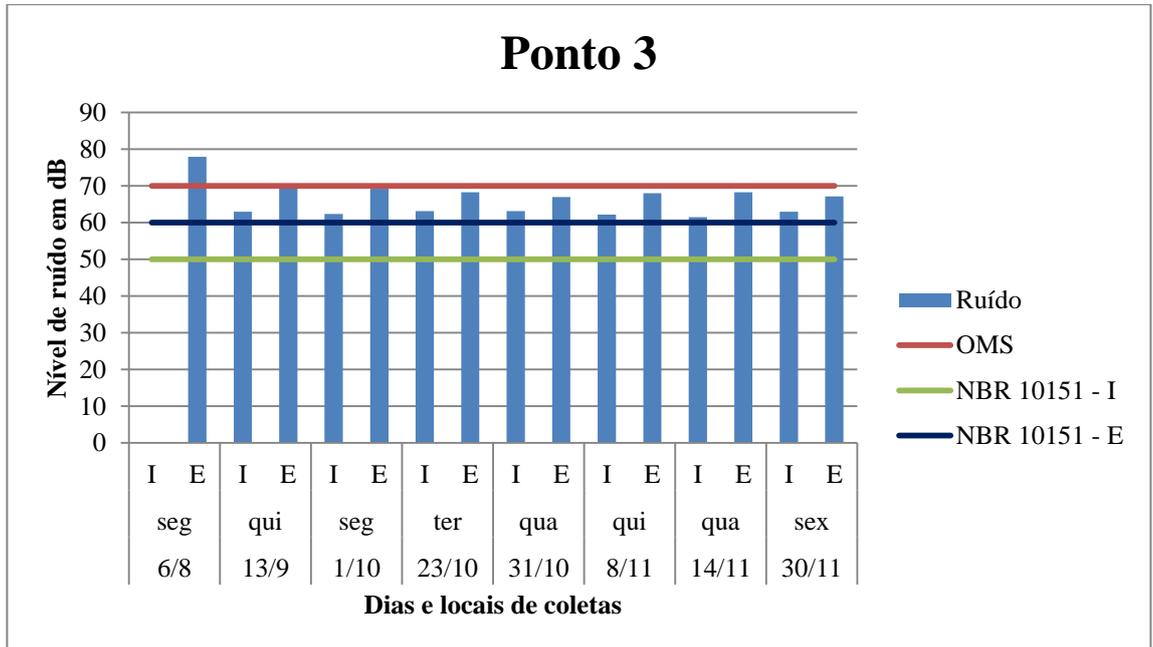


Figura 26 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 3

O ponto de coleta A3, situado ao lado da floricultura e cozinha do mercado, foi o que apresentou dados mais constantes. Pela figura 26, em nenhum momento os dados internos foram iguais ou superaram os externos, apenas nos dias 13/9 e 1/10 os valores se aproximaram do estipulado pela OMS, uma explicação seria a grande concentração de pessoas conversando, já que o ponto externo se localiza na entrada principal do mercado. Semelhante aos outros locais os valores sempre foram maiores do que a NBR10151. Uma média interna não foi obtida, no dia 6/8.

Assim como o ponto A2, em nenhuma das ocasiões a média externa foi inferior a externa, reforçando a idéia de que o ambiente externo apresenta maior poluição sonora.

A figura 27 apresenta os valores internos e externos no ponto A3. Mais uma vez, a concentração dos níveis de ruído internos foram acima do estipulado pela NBR 10151 e abaixo dos 70 dB. Todas as coletas apresentaram valores momentâneos de elevado ruído, tanto que nos dias 1, 21 e 31/10, registraram-se níveis acima de 80 dB.

Os valores externos confirmaram a idéia de um ambiente mais ruidoso, pois os valores anotados pelo decibelímetro concentraram-se mais perto da linha limite da OMS, e em algumas ocasiões ultrapassando-a. O dia 6/8 é o mais discrepante, pois 75% dos valores estão entre 75 e 80 dB.

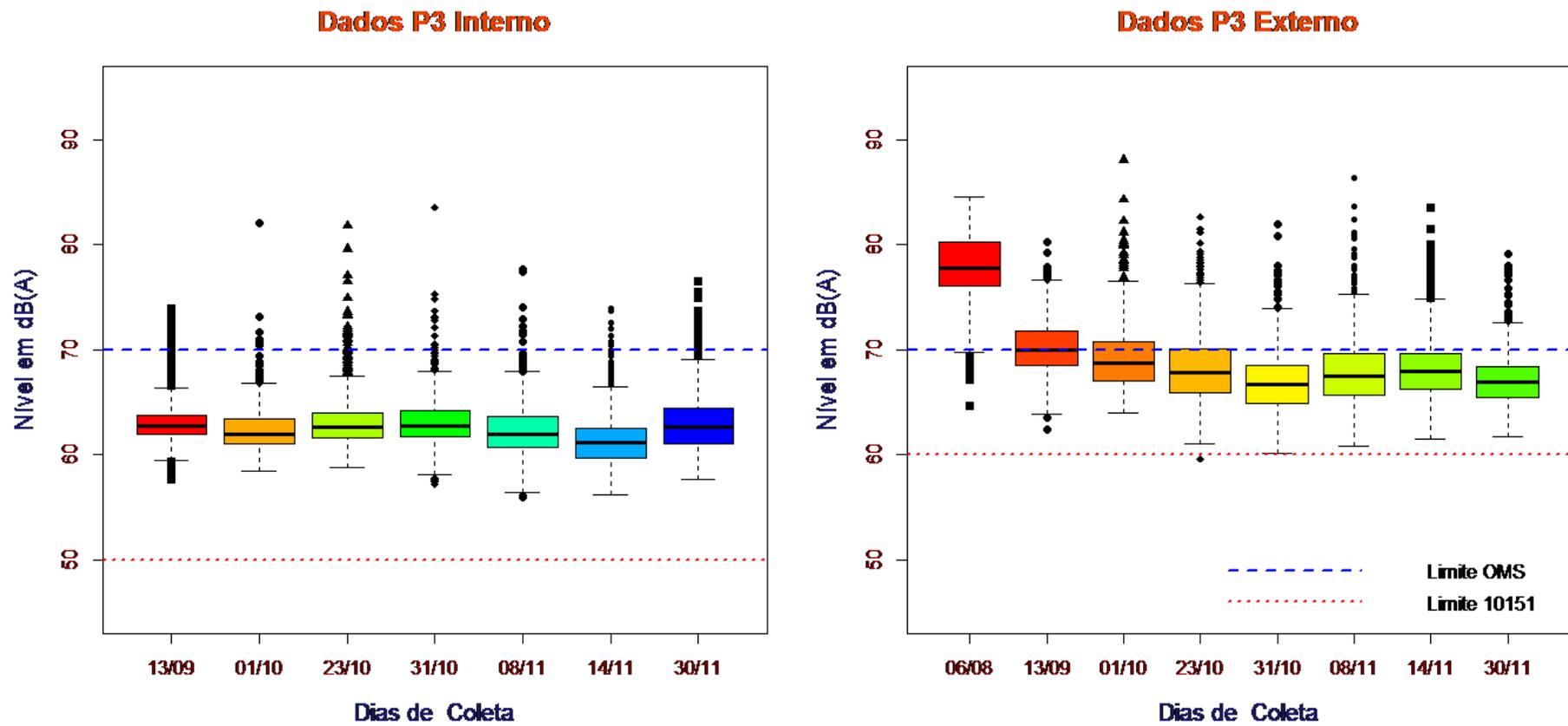


Figura 27 - Gráficos *boxplot* para os níveis de ruído interno e externo no ponto A3

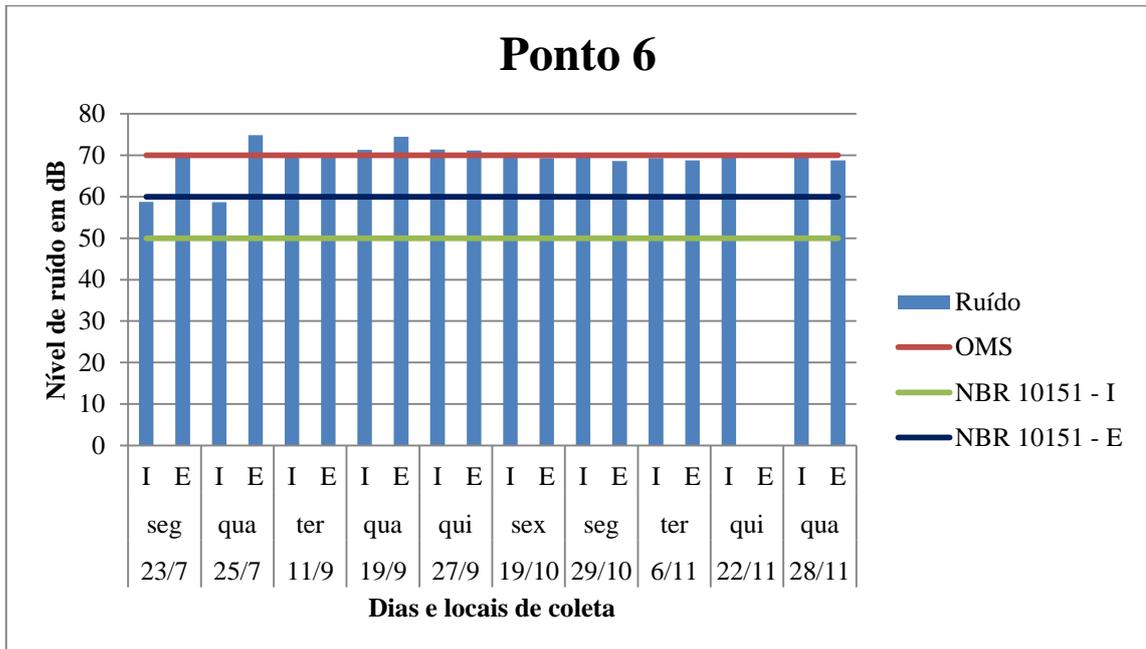


Figura 28 - Níveis de ruído interno e externo para o Ponto 6

Sem dúvida o local de coleta 6 é o que apresentou maiores níveis de ruído, foi o único em que as médias diárias internas ultrapassaram os valor proposto pela OMS, isso ocorre nos dias 19/9 e 27/9. Já externamente os dias 25/7, 19/9 e 27/9, alcançaram valores acima do limite de 70 dB, obviamente a NBR 10151 foi excedida em todos os dias, tanto no interno como no externo. Nota-se que em vários momentos as médias internas se igualaram as externas, e em alguns até ultrapassou. Um dos possíveis motivos apontados para explicar esses altos níveis internos seria a presença de um grande refrigerador situado logo atrás do local exato de coleta. Como dito na metodologia esse é o ponto que se encontra uma casa de carnes e uma peixaria. Apenas o dia 22/11 não teve o valor externo encontrado.

A figura 29 revela que no ambiente interno com excessão dos dia 25 e 31/7, houve pouca variação nos níveis de ruído. Os valores se concentraram na linha limite imposta pela OMS, em alguns casos pouco acima e em outros abaixo, com picos externos de até 90 dB (29/10).

O ambiente externo teve um comportamento similar, apresentando pouca variação nos níveis de ruído. Nos dia 25/7 e 19/9, a maioria dos valores ultrapassaram a linha limite de 70

dB, com os quadrantes acima da mesma. Vale ressaltar que no dia 27/9 houve um pico de 10 dB, o que acentua a idéia de ser o ponto de coleta mais ruidoso do Mercado.

O ponto externo A6, se localiza em um local com grande movimentação de veículos e pedestres, uma possível explicação para a ocorrência de tantos picos de níveis altos de ruído em relação à média encontrada. Um veículo soando a buzina, carros de som, sirene de ambulância, uma aglomeração de pessoas conversando são exemplos para que alguns valores sejam tão elevados.

Vale ressaltar que o local em estudo se localiza no centro da cidade, onde ocorre grande parte do comércio de produtos na cidade, portanto os altos níveis de ruído são relacionados com esse fator de “aglomeração”.

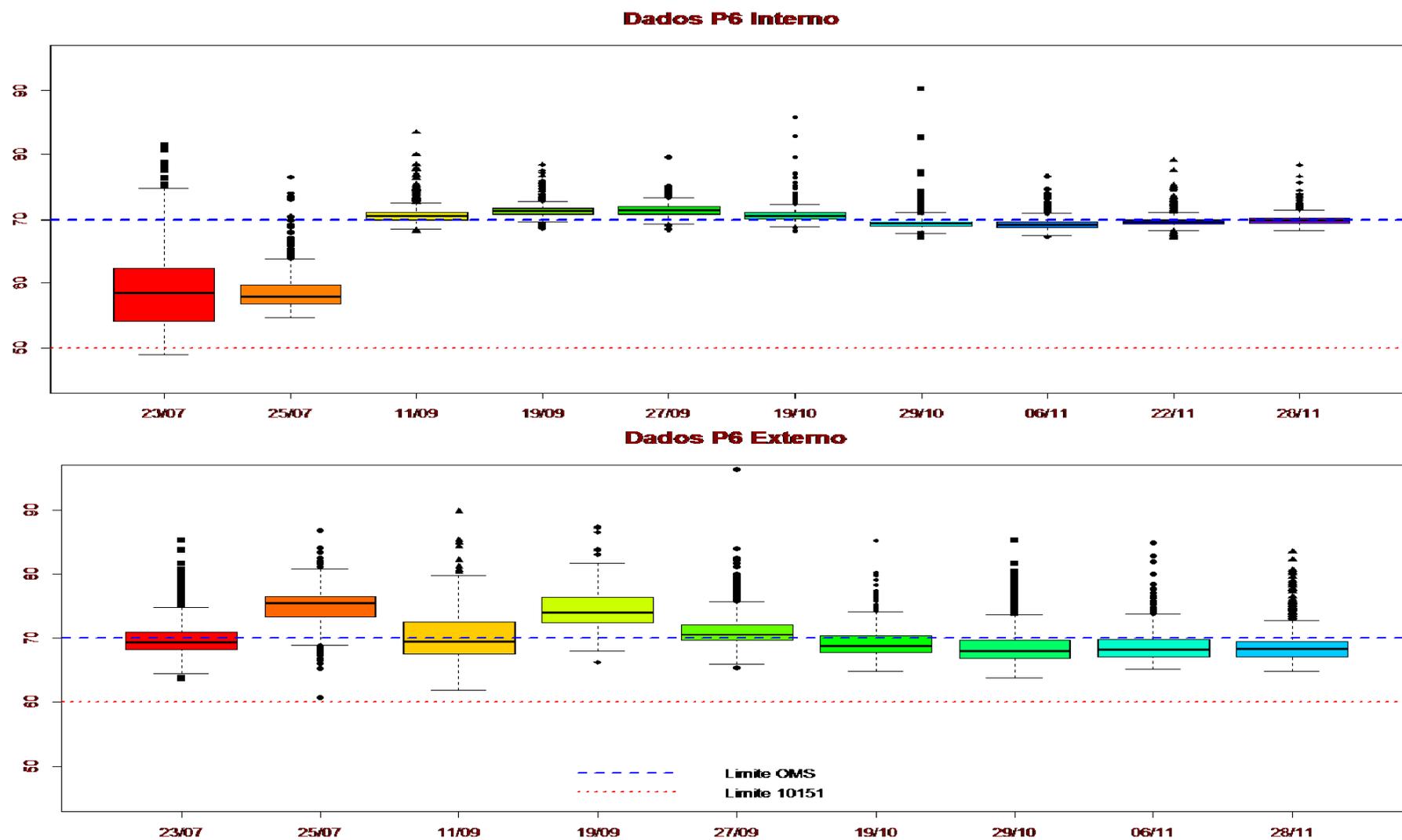


Figura 29 - Gráficos *boxplot* para os níveis de ruído interno e externo no ponto A6

5.4 Condições Climáticas

O Mercado Municipal de São Carlos não apresenta ventilação artificial, apesar de apresentar uma altura elevada a maior movimentação de ar se localiza próximas as saídas, já que é um local bem fechado. Como foram utilizados dois equipamentos para a medição de temperatura e umidade, realizou-se comparações distintas dos aparelhos para com os valores externos obtidos pela EMBRAPA, e entre o valores apresentados pelos mesmos.

O dados analisados foram postos a frente da Resolução RE/ANVISA n°09/2003, a qual estabelece valores de temperatura e umidade relativa mais apropriados para ambientes climatizados, o que não é o caso do Mercado.

As tabelas a seguir revelam os valores de média e desvio padrão para temperatura e umidade relativa do ar por ponto de coleta. Como dito anteriormente cada tabela vai representar um aparelho, ou ADR ou pDR. Como a resolução adotada apenas estabelece valores para estações de inverno e verão, a partir do mês de outubro foi considerado estação de verão apesar de ser primavera.

Como as coletas se estenderam de julho/2012 até janeiro/2013, entende-se que passaram por diferentes estações do ano, inverno, primavera e verão. Porém, a norma estabelece valores distintos para a estação de inverno e verão, assim os dados separados por estação auxiliam na caracterização.

As tabelas 11 e 12 apresentam os dados coletados durante a estação de inverno. Para a mesma a RE/ANVISA n°09/2003 estabelece para a temperatura valores entre 20°C e 22°C. De acordo com os dados do pDR apenas o ponto 1 apresentou uma média dentro da faixa de valores da norma, mas se analisar os valores de ADR percebe-se que apenas o ponto 1 fica próximo dos 22°C, nos demais esse valor é ultrapassado. Por meio da relação interno/externo, avaliou que para ambos os equipamentos a relação foi maior na estação do verão, apenas no ponto 1 os valores de inverno foram maiores.

Tabela 11 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do inverno, pDR

Pontos	Temperatura °C				I/E	Umidade %				I/E
	Média		Desvio			Média		Desvio		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
A1	20,40	16,46	2,62	3,18	1,42	33,06	75,62	6,79	11,04	0,39
A2	24,83	18,63	2,94	1,40	1,26	33,74	69,48	8,05	8,12	0,55
A3	22,24	16,88	4,38	3,09	1,32	38,45	74,50	6,94	9,29	0,48
A6	23,60	17,80	2,82	2,87	1,17	29,27	68,30	3,32	2,92	0,48

Em relação a umidade relativa do ar para essa mesma época, a RE/ANVISA n°09/2003 considera valores adequados entre 35 à 65%. Nota-se que ambos os equipamentos apresentaram dados fora da norma, no pDR apenas o ponto 3 se apresentou dentro, já no ADR apenas o ponto 6 apresentou uma média abaixo do sugerido. De acordo com a relação I/E para a umidade relativa do ar, o aparelho ADR apresentou valores um pouco acima quando comparado com o outro equipamento. No pDR apenas o ponto 1 apresentou um valor menor no inverno, nos demais a relação foi maior no inverno que no verão. Já no ADR o ponto 1 apresentou uma relação maior no verão, o ponto 6 obteve um valor muito próximo nas distintas estações, e os pontos 2 e 3 tem a relação maior na época do inverno.

Tabela 12 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do inverno, ADR

Pontos	Temperatura °C				I/E	Umidade %				I/E
	Média		Desvio			Média		Desvio		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
A1	22,13	16,23	3,07	3,63	1,55	35,86	71,23	3,16	5,81	0,42
A2	23,46	18,17	3,19	1,29	1,16	39,83	72,03	11,38	7,72	0,65
A3	23,21	15,80	4,14	3,27	1,45	39,51	78,00	4,57	7,57	0,52
A6	25,51	19,03	0,70	1,42	1,23	33,36	69,93	4,84	2,40	0,54

As tabelas 13 e 14 estão relacionadas ao verão, estação na qual a RE/ANVISA n°09/2003 estabelece para a temperatura valores entre 23°C e 26°C. Todos os valores encontrados de ambos equipamentos ultrapassaram a faixa da ANVISA.

Tabela 13 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do verão, pDR

Pontos	Temperatura °C				I/E	Umidade %				I/E
	Média		Desvio			Média		Desvio		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
A1	26,99	22,47	1,94	2,10	1,16	40,38	73,75	12,56	15,97	0,43
A2	29,97	22,63	3,98	2,32	1,32	37,28	76,03	11,65	11,86	0,51
A3	29,39	22,78	2,77	3,01	1,34	35,01	69,83	11,88	16,32	0,41
A6	31,00	24,30	2,07	1,39	1,31	30,25	64,33	8,73	7,69	0,48

Em relação a umidade relativa do ar para o verão, a RE/ANVISA n°09/2003 considera valores adequados entre 45 à 65%. Avaliando os dados encontrados revela-se que em nenhum ponto os valor encontrado esteve dentro do recomendado, tanto para o pDR como ADR.

Tabela 14 - Valores de média, desvio padrão, relação I/E para temperatura e umidade do ar por ponto na época do verão, ADR

Pontos	Temperatura °C				I/E	Umidade %				I/E
	Média		Desvio			Média		Desvio		
	I	E	I	E		I	E	I	E	
A1	33,81	22,47	2,78	2,10	1,27	31,74	73,75	6,29	15,97	0,45
A2	37,41	22,63	3,79	2,32	1,54	28,70	76,03	6,44	11,86	0,46
A3	33,01	23,10	4,24	3,25	1,66	30,15	65,56	11,10	13,99	0,36
A6	34,96	24,00	3,72	1,38	1,32	29,04	64,56	5,13	6,68	0,55

Os gráficos a seguir, demonstram disparidade entre a temperatura interna e externa, tanto para o pDR como para o ADR, as temperaturas internas em toda a época de coleta apresentaram maiores nos ambientes internos.

Por meio da figura 30 é possível perceber uma variação de temperatura muito similar entre a temperatura interna e externa. Após uma queda acentuada no dia 27/9, os valores acompanharam a tendência da estação, e foram subindo gradativamente. A RE/ANVISA n°09/2003, foi representada por meio de duas linhas, 20°C e 22°C simultaneamente, e apenas algumas horas os valores internos se apresentaram dentro do limite. Em nenhum momento a temperatura externa superou a interna. Em relação a umidade relativa do ar, a figura 31 revela que os valores internos sempre foram abaixo dos externos, e que ao longo da coleta eles alternaram, acima ou abaixo, em relação ao limite. Ou seja, em relação ao valor mínimo de 35% de umidade, no mês de julho o valor ficou abaixo nos dias 13, 23 e 25, agosto (10, 14,

20, 22, 24), setembro (25 e 27), outubro (1, 3, 5, 19, 25, 29, 31), e nos meses de novembro (22, 23 e 30). É provável que com a chegada da estação chuvosa no fim de ano, a umidade aumenta, tanto que no mês de novembro poucos valores ultrapassaram esse valor mínimo, tanto que as duas coletas de setembro (duas por causa da falha do equipamento) apresentaram valores inadequados. No trabalho de Silva (2012) em relação a temperatura interna do Mercado, no período de inverno apenas 14% das coletas ficaram dentro da norma, isso levando em conta como inverno a estação de outono, para a época do verão (junto à primavera), as médias internas superaram a norma em 73% das coletas. Já para a umidade relativa do ar, ele revela que nas estações outono/inverno praticamente todas as coletas ficaram dentro da faixa ANVISA, o que não aconteceu com o verão.

Já as figuras 32 e 33 ilustram os comportamentos do ADR. No gráfico de temperatura da figura 32 os valores se mostraram bem altos quando comparados com o pDR, tanto que só nos dias 11, 13, 18 e 20/7, a RE/ANVISA nº09/2003 não foi ultrapassada. A figura 33 revela que para esse aparelho especificamente na grande maioria a norma ficou acima do encontrado, revelando um ambiente interno relativamente seco. De acordo com o ADR, os dias mais secos foram nos meses de outubro (1, 3 e 5) e no período de 14/11 até o fim das coletas sempre abaixo da norma. Isso demonstra que para esse tipo de avaliação o aparelho não é muito confiável, pois num período que as chuvas se aproximam e tendem a aumentar essa umidade, os valores decaíram para não subir mais.

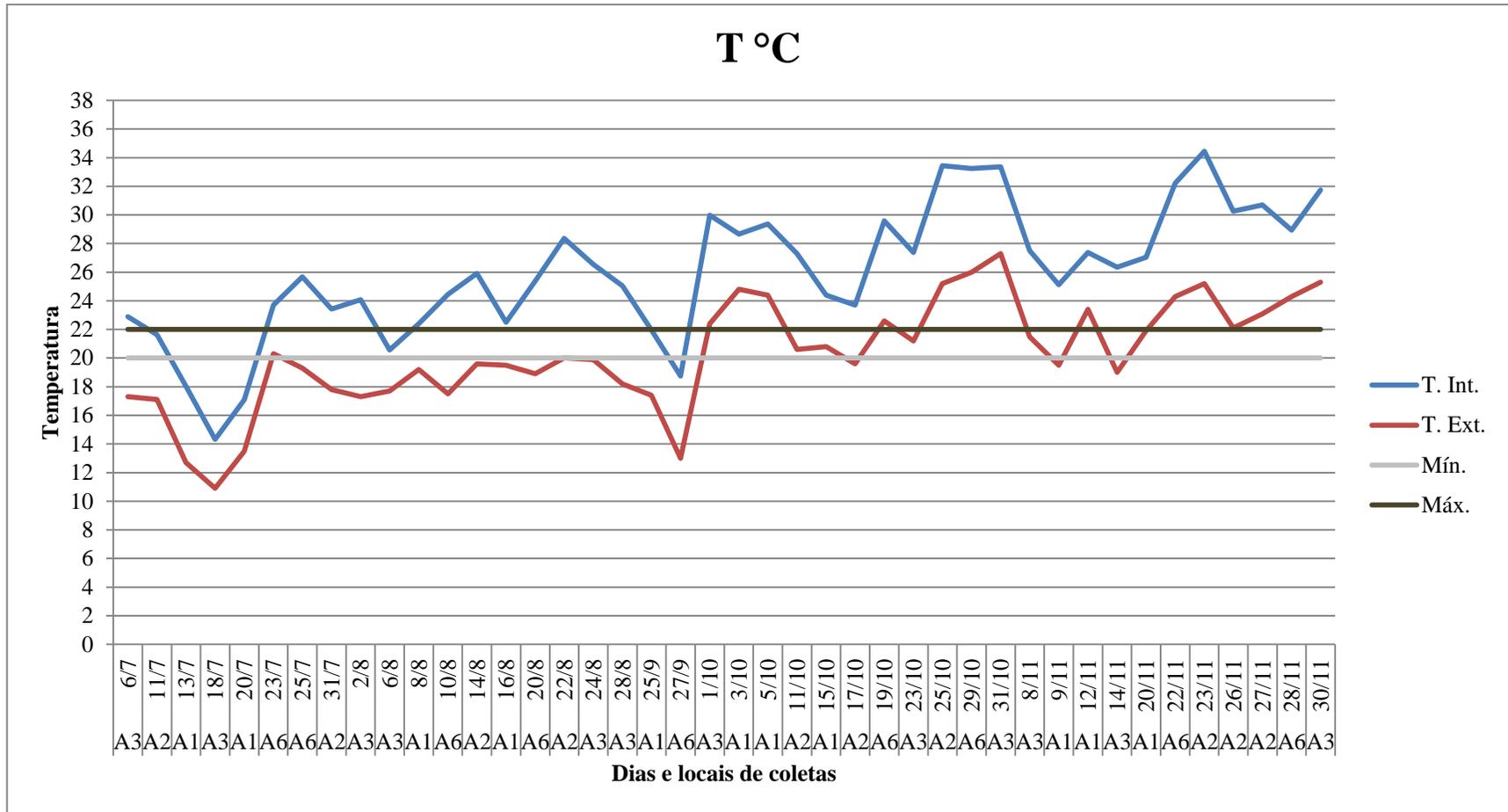


Figura 30 - Valores de temperatura interna do pDR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA

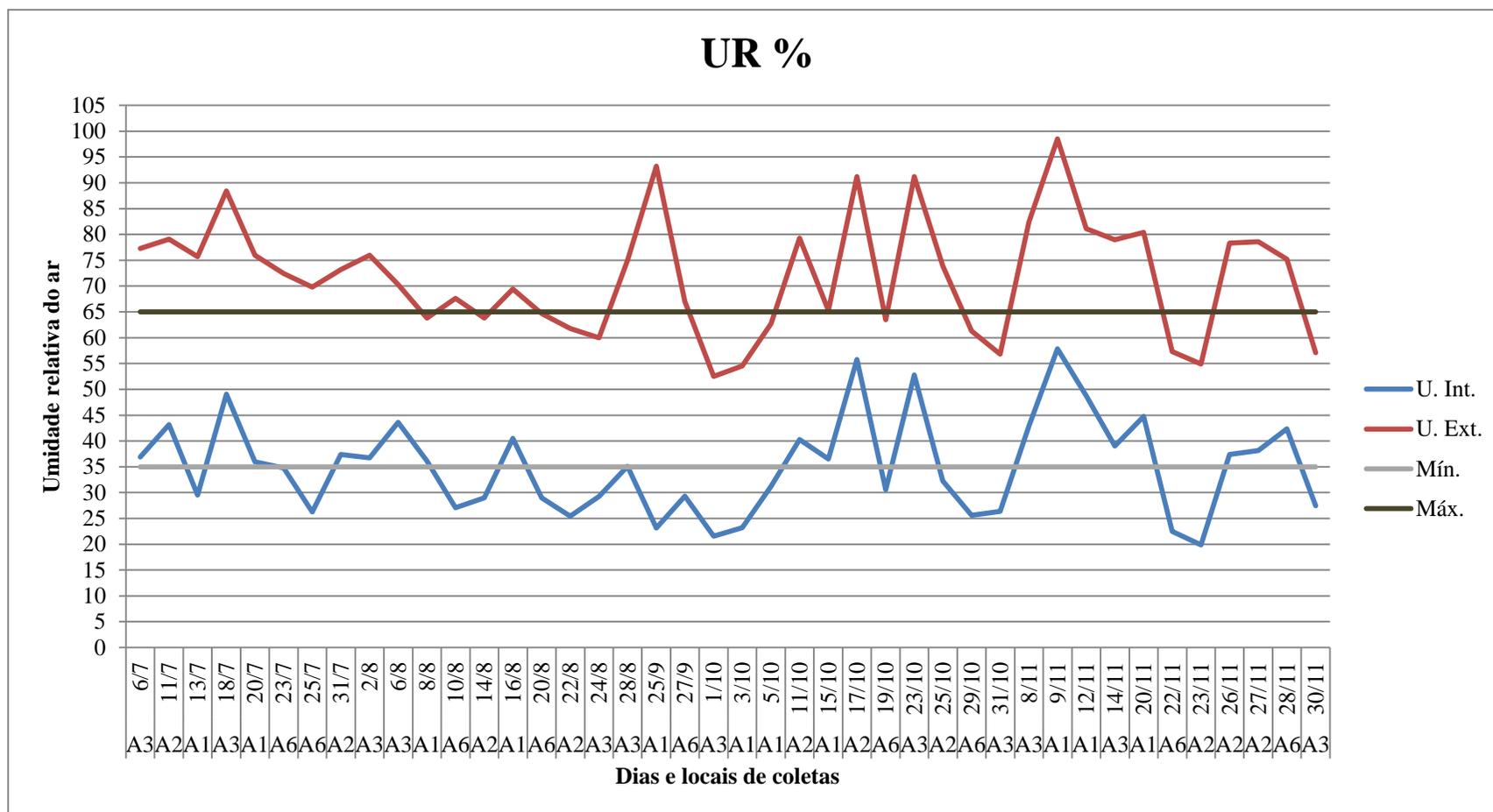


Figura 31 - Umidade relativa do ar interno obtida pelo pDR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA

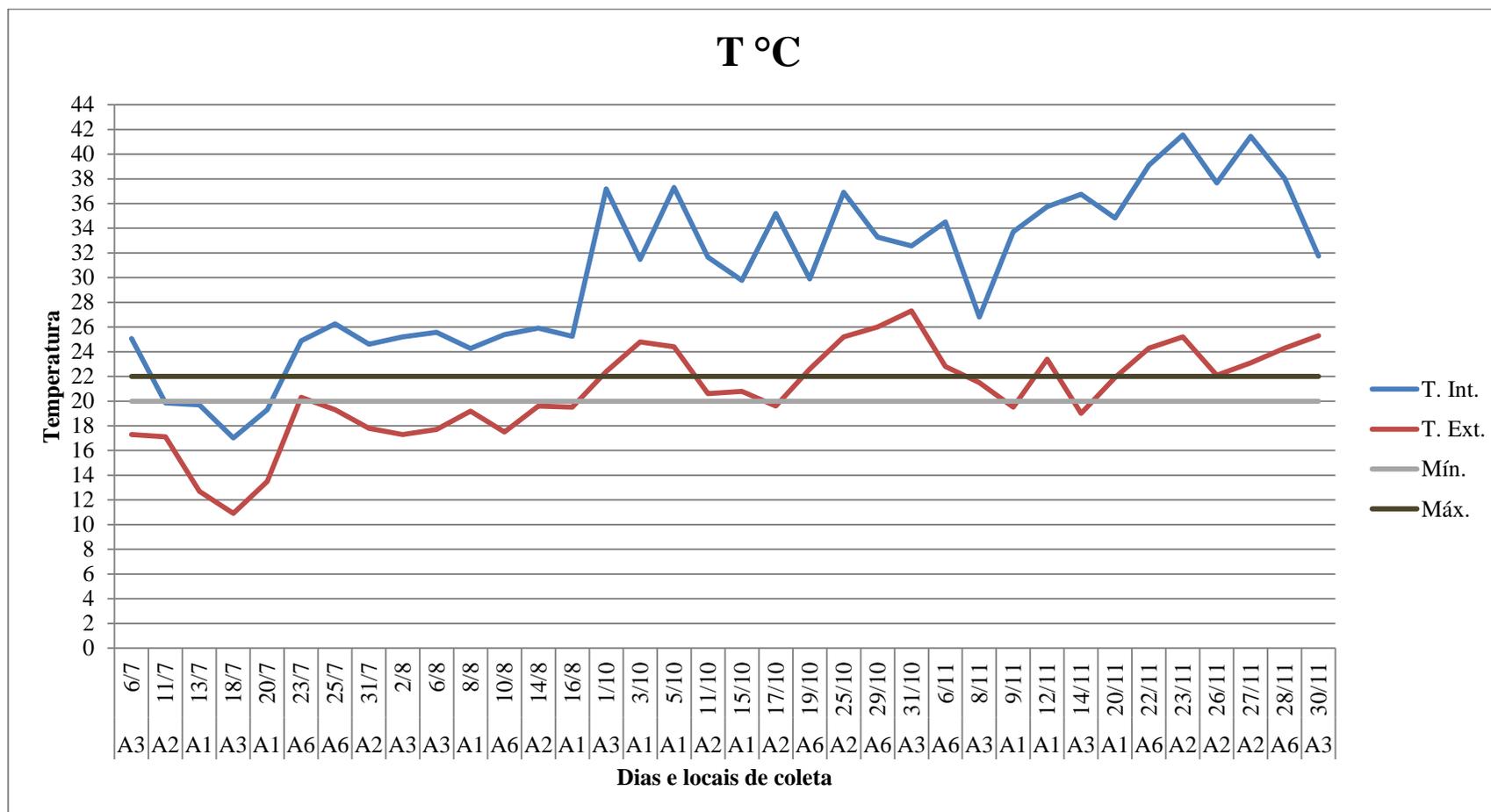


Figura 32 - Valores de temperatura interna do ADR e externa adquirida pelos dados meteorológicos da EMBRAPA

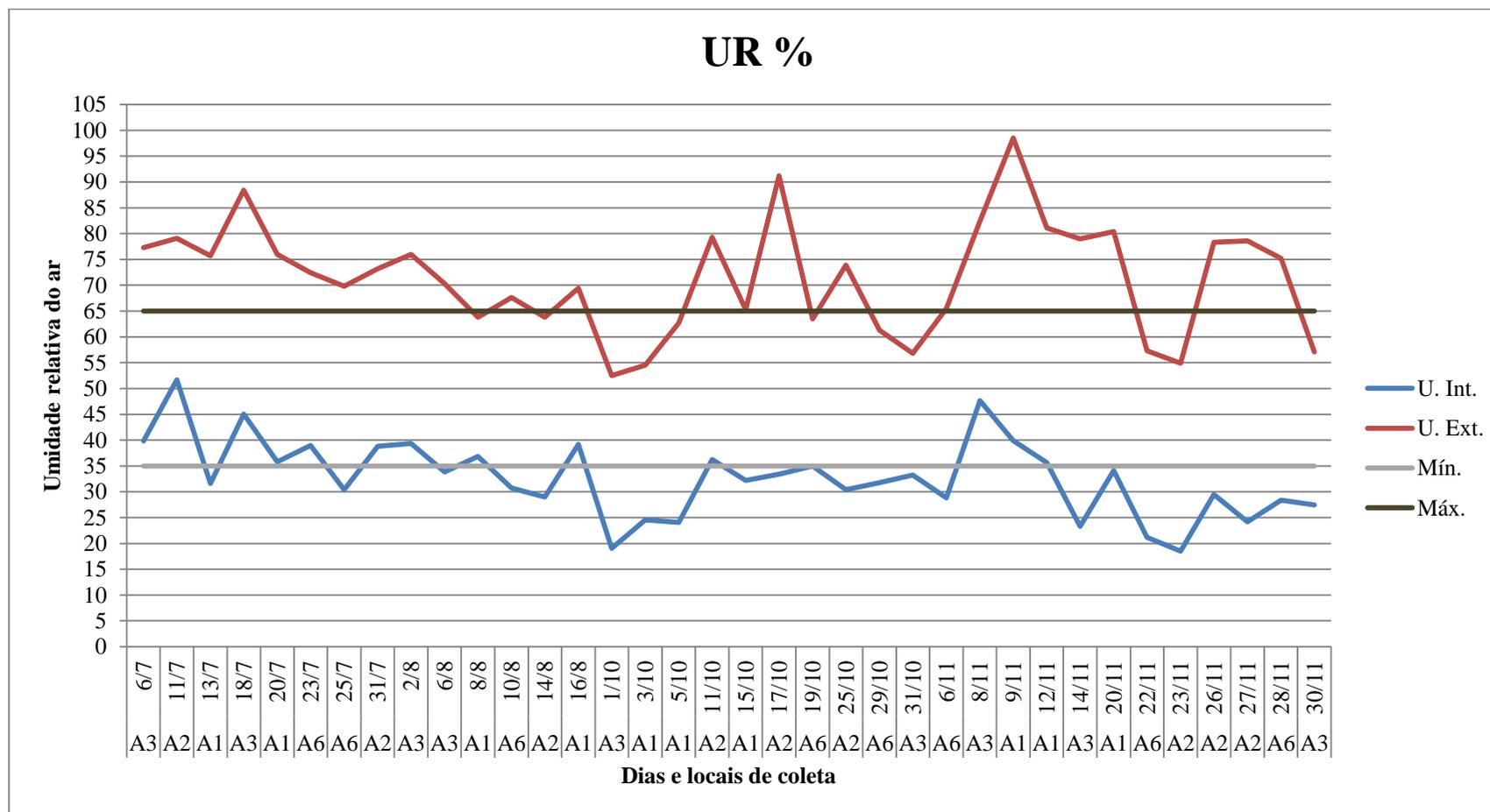


Figura 33 - Umidade relativa do ar interno obtida pelo ADR e externa adquiridos pelos dados meteorológicos da EMBRAPA

5.4.1 Índice de Calor

A fim de se fazer um estudo mais avançado foram encontrados os valores do *Heat Index* (Hi), assimilado às condições de conforto térmico. Sua fórmula foi citada na metodologia, e os dados coletados foram postos à frente do valor limite imposto pela ANVISA (80). Como feito anteriormente, cada aparelho teve um gráfico plotado para a comparação diante da norma.

De acordo com o gráfico da figura 34, o pDR apresentou valores de conforto térmico muito próximos da ANVISA, até o dia 1/10 os dados ultrapassaram o valor apenas em duas ocasiões (18/7 e 22/8), já a partir da data citada anteriormente os dados foram sempre acima, com ressalve para três dias (15 e 17/10; 14/11) uma explicação pode ser o aumento gradativo de temperatura, tomando-se em conta que o mercado não apresenta nenhum tipo de ventilação artificial ou climatização e a natural é deficiente, isso possivelmente influi no conforto desse local.

Novamente os valores do ADR foram discrepantes quando comparados com o pDR, até meados de agosto os valores foram parecidos com o pDR pois acusaram desconforto térmico no mesmo dia (18/7), ver figura 35. Porém, após esse período os valores ficaram muito acima dos apresentados tanto pelo valor externo quanto para os dados internos do pDR. Assim, é possível afirmar que o *Heat Index* apresentado pelo ADR não é confiável como o outro.

Schornobay (2012) encontrou grande parte dos valores fora do limite, cerca de 59,3% dos casos, significando que na maior parte dos dias monitorados, os trabalhadores ficaram expostos à sensação de desconforto térmico.

Silva (2012) usou um diagrama de conforto térmico vinculado pelo INMET para a determinação do conforto térmico, e foi possível ver que a maioria dos dados está dentro da faixa considerada de conforto, mas existem alguns dados na zona muito seca e alguns na zona muito quente.

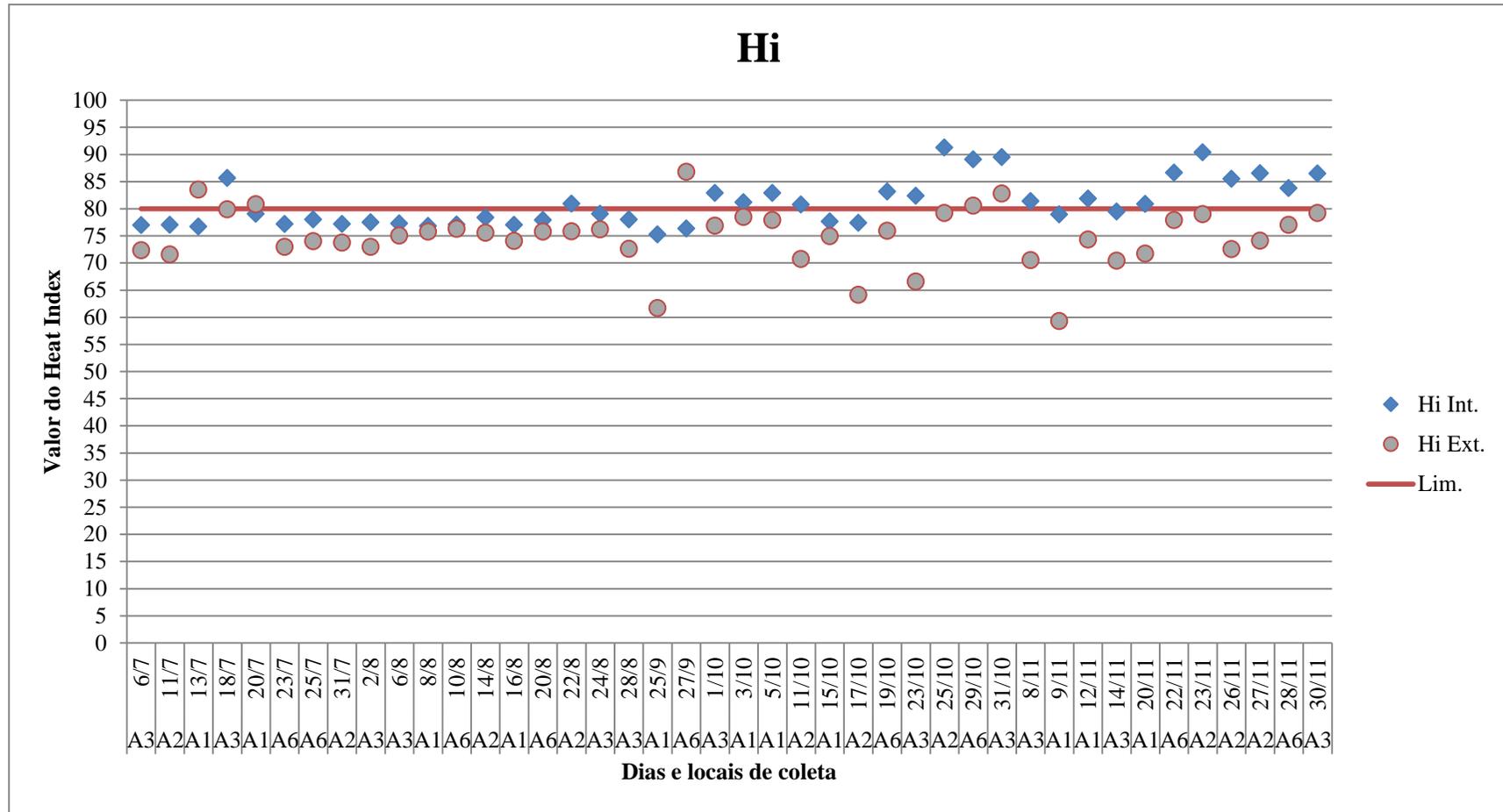


Figura 34 - Gráfico do índice de calor em relação aos valores obtidos no equipamento pDR

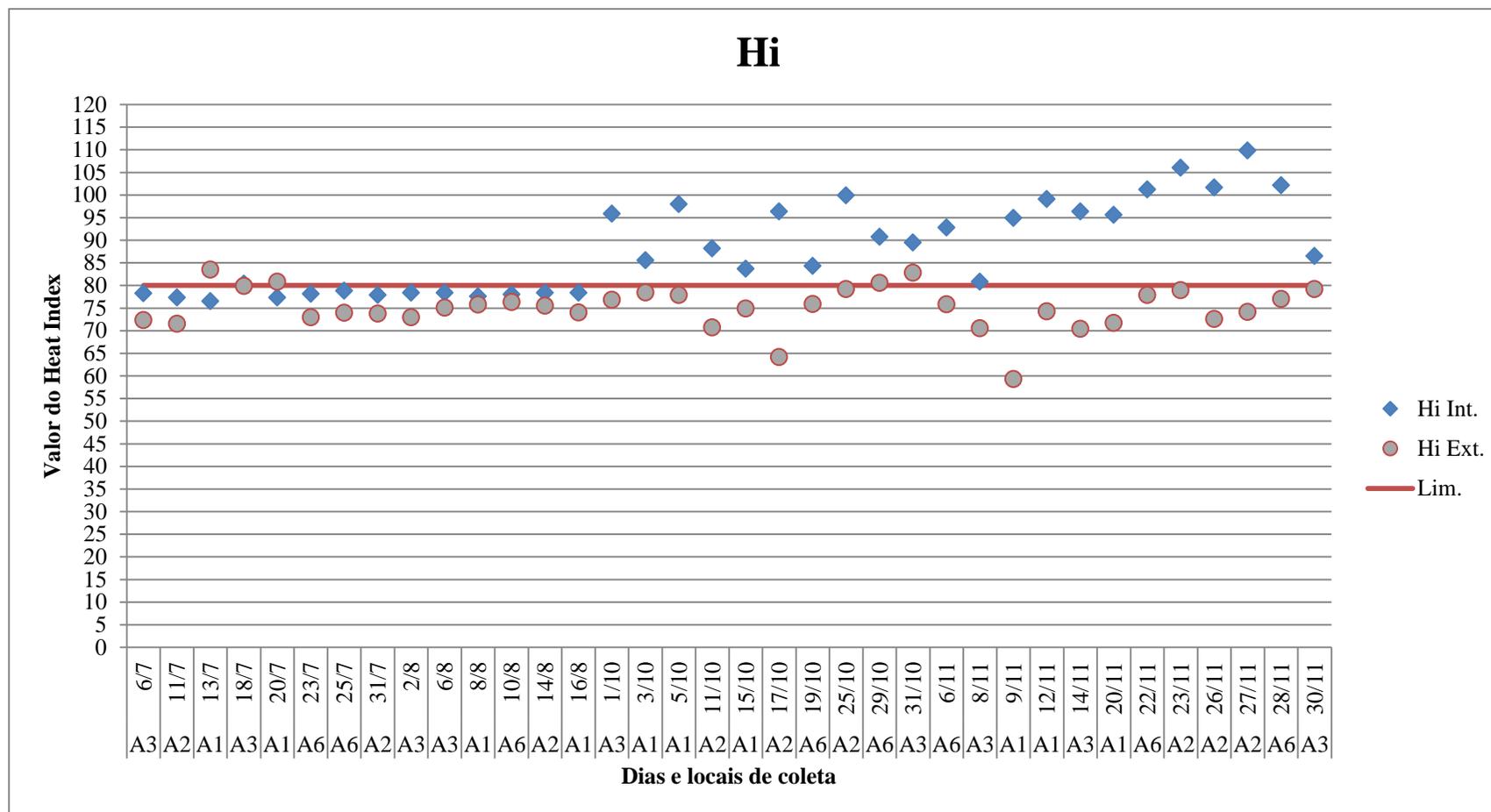


Figura 35 - Gráfico do índice de calor em relação ao valores obtidos no equipamento ADR

5.4.2 Diagrama Inmet

Para uma melhor análise no conforto térmico em relação a umidade relativa do ar e temperatura, foi elaborado o Diagrama de Conforto Humano, promovido pela OMS (Organização Mundial da Saúde) e veiculado pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). A linha de conforto térmico está compreendida entre 30% e 80% de umidade relativa do ar, e temperaturas entre 20°C e 30°C. Abaixo de 20°C necessita de sol para conforto e acima de 30°C necessita de vento para conforto. Abaixo de 8°C a sensação é de muito frio (área azul) enquanto que acima de 33°C a sensação é de muito calor (área vermelha), paralelamente, abaixo de 30% de umidade a sensação é de clima muito seco (área amarela), enquanto que acima de 80% a sensação é de clima muito úmido (área verde).

Assim, foram relacionados todos os valores encontrados pelo aparelho pDR de umidade relativa do ar e temperatura, e dispostos no diagrama como mostra a figura 36 a seguir, cada ponto representa um dia de coleta.

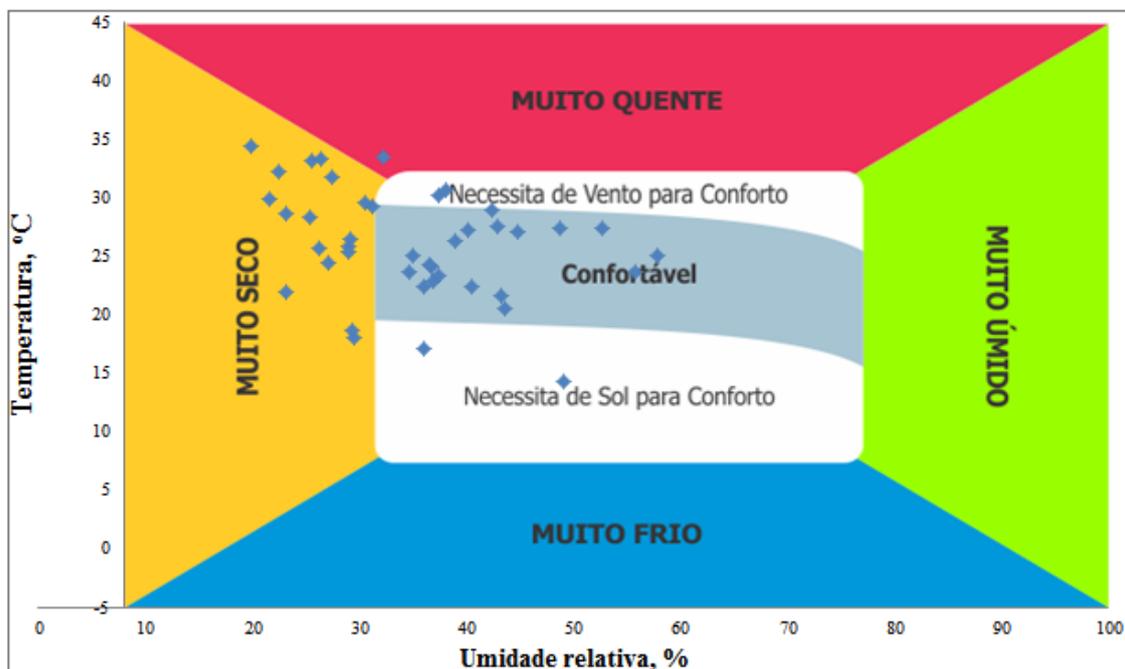


Figura 36 - Diagrama de Conforto Humano

Fonte: Elaborado pelo autor e Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

De acordo com a figura 36 pode-se afirmar que a maioria dos pontos ficaram divididos entre a linha “confortável” e a área “muito seco”, apenas um ponto entrou na área vermelha indicando “muito quente”, dois dias ficaram na faixa de “necessidade de ventilação para

conforto” e mais dois na área de “ necessidade sol para conforto”. Mas no geral, o gráfico demonstra que em grande parte o mercado apresenta um ambiente interno muito seco, o que prejudica os funcionários pois pode acarretar desconfortos como nariz entupido/coriza, dor de cabeça, olhos secos e ressecamento de vias aéreas/respiratórias.

5.5 Análise Química

Como dito na metodologia, foram utilizadas membranas filtrantes de vidro da marca *Macherey-Nagel*, modelo MN GF-3, de 47mm de diâmetro e poros de 0,6 μ m. Para um melhor conhecimento das membranas foi realizado uma análise em uma membrana “branca”, ou seja, uma que não havia sido util.

Outras cinco membranas foram utilizadas nos quatro pontos. No ponto 2 a operação foi repetida pois é o local onde a coleta foi realizada tanto dentro como fora da sala da gerência. A tabela 15 a seguir representa os elementos encontrados nos locais de coleta, é notável que cada membrana apresenta dados menores do que 1.

Os elementos encontrados na membrana branca foram: Si, Ba, Al, Ca, K, Zn, Nd, Fe, S, Cu, Sr, Zr. Apenas duas membranas apresentaram Rubídio (Rb), a primeira do ponto A2 e a utilizada no A3.

Tabela 15 - Valores de todos os elementos encontrados na análise química

Branca	%	A1	%	A2	%	A2	%	A3	%	A6	%
Si	62.067	Si	60.443	Si	59.196	Si	59.686	Si	60.206	Si	59.214
Ba	10.646	Ba	11.372	Ba	12.017	Ba	11.781	Ba	11.223	Ba	11.735
Al	10.562	Al	10.466	Al	9.894	Al	10.379	Al	10.489	Al	10.938
Ca	7.702	Ca	8.287	Ca	8.563	Ca	8.5	Ca	8.333	Ca	8.499
K	5.661	K	5.758	K	6.066	K	5.825	K	5.748	K	5.795
Zn	2.791	Zn	3.046	Zn	3.316	Zn	3.228	Zn	3.087	Zn	3.203
Nd	0.27	S	0.367	S	0.336	S	0.334	S	0.357	S	0.305
Fe	0.165	Fe	0.233	Nd	0.334	Fe	0.228	Nd	0.299	Fe	0.282
S	0.111	S	0.01	Fe	0.241	Cu	0.019	Fe	0.229	Cu	0.01
Cu	0.01	Cu	0.009	Cu	0.017	Sr	0.01	Cu	0.01	Sr	0.01
Sr	0.009	Zr	0.005	Sr	0.011	Zr	0.006	Sr	0.01	Zr	0.005
Zr	0.005	Rb	0.004	Zr	0.006	Rb	0.003	Zr	0.005	Rb	0.003
				Rb	0.003			Rb	0.003		

Os elementos Si, Al, Cu, Sr e Zr, apresentaram um comportamento diferente. Nota-se que em alguns casos os valores decaem em relação aos valores da membrana inutilizada, e em outros, os valores praticamente não se alteraram.

Portanto, para uma melhor compreensão dos dados foram separados apenas aqueles com maior expressão na membrana que foram Ba, Ca, K, Zn, S, Fe e Rb. Porém como Fe e Rb, apresentaram valores muito pouco significantes ele ficaram fora do gráfico, a figura 37 a seguir demonstra por meio de barras a diferença entre os valores encontrados na membrana sem uso, e as demais.

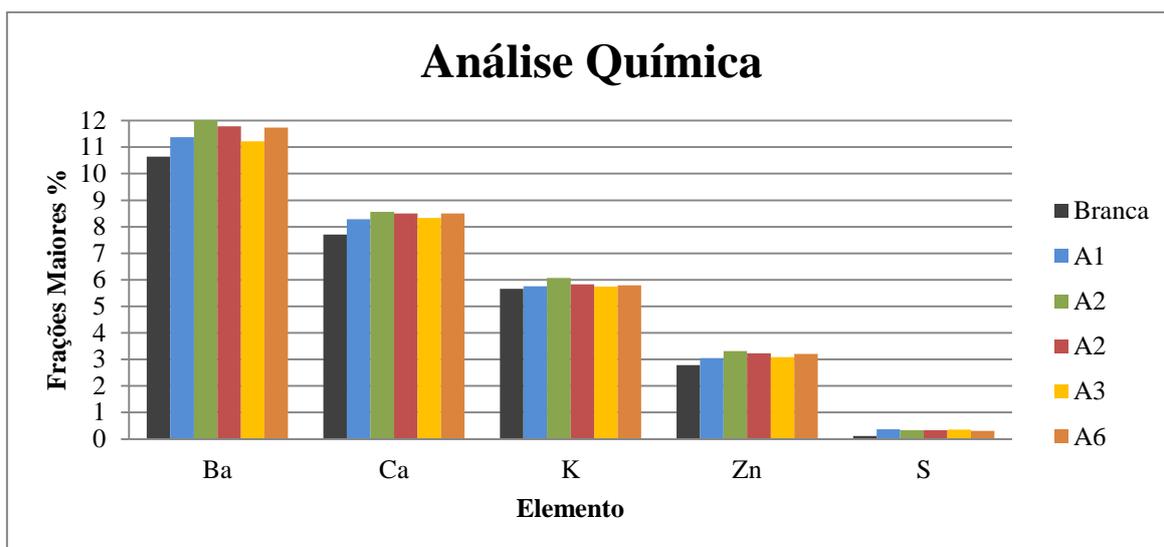


Figura 37 - Gráfico da análise química apenas com elementos com resultados significativos

Percebe-se que mesmo os elementos que apresentaram alguns dados mais “reais”, ainda são valores muito abaixo dos da membrana branca. É importante destacar que são dados muito pouco significativos, provavelmente a membrana de vidro não foi muito adequada para essa análise sendo um dos motivos sua superfície um tanto irregular.

Trabalhos anteriores na cidade de São Carlos discutem as possíveis fontes dos diferentes elementos químicos, Pozza (2005) traçou cinco perfis distintos :

1. Perfil de emissão veicular: Al, Ca, Fe, K, P, S, Si, Ti, Zn;
2. Perfil de ressuspensão de solo em vias pavimentadas: Al, Ca, Fe, K, P, S, Si, Ti;
3. Perfil de solo: Al, Ca, Fe, P, Si, Ti;
4. Perfil de queima de vegetação rasteira: Ca, Cl, K, S, Si;
5. Perfil de queima de cana-de-açúcar: Ca, Cl, Cu, Fe, K, Si, Zn;

Os elementos químicos levados em conta no experimento foram relacionados com os perfis citados. A tabela 13 revela as possíveis fontes para cada elemento químico.

Tabela 16 - Possíveis fontes para os elementos químicos encontrados

Elementos	Fontes Externas
Ca	1,2,3,4,5
K	1,2,4,5
Zn	1,5
S	1,4

O Bário (Ba) foi o único não relacionado no trabalho citado, por isso não foi relacionado com nenhuma fonte externa.

5.6 Questionário

Após o término das coletas um questionário de conforto térmico, acústico e qualidade do ar foi aplicado em variados funcionários do mercado, mais especificamente nos que trabalham nas lojas em volta dos pontos amostrais.

Muito importante também é saber as condições das pessoas que trabalham nesses locais, por isso foi realizado um questionário relacionado com questões de saúde, para tentar um possível levantamento de como as condições nesses locais possam ou não estar interferindo na saúde dos comerciários.

O questionário no apêndice 11 pretende relacionar os possíveis problemas de qualidade do ar do mercado, com as condições de trabalho encontradas pelos donos e funcionários das lojas. Foram dispostas perguntas como vestimenta usual, classificação e queixas sobre desconforto tanto acústico como térmico, limpeza do local e apresentação de algum sintoma de problemas respiratórios.

Assim, 30 questionários foram distribuídos ao longo das lojas ou boxes, incluindo os corredores 4 e 5 que não apresentaram a possibilidade de coletas.

Apenas 1 proprietário de determinada loja se recusou a colaborar com a pesquisa, todavia diferentes convicções à respeito das condições locais foram obtidas. Outro aspecto importante foi de que pessoas com variadas faixas etárias responderem às perguntas, já que o objetivo era entrevistar funcionários com sexo, idade e local de trabalho distintos.

Os resultados revelam que em relação o desconforto térmico, 9 (nove) dos entrevistados haviam se queixado à administração do prédio em relação ao desconforto térmico. Dentre as reclamações estão a falta de ventilação, o barulho e calor excessivo.

As perguntas em relação ao conforto térmico foram divididas em relação aos dias muito quentes, dias muito frios e no geral. A figura 38 sugere, 20 (vinte) ou 67% apontaram o local de trabalho como “muito quente”, 8 (oito) ou 27% como “quente” e apenas 2 (duas) ou 6% assilaram a alternativa “levemente quente”.

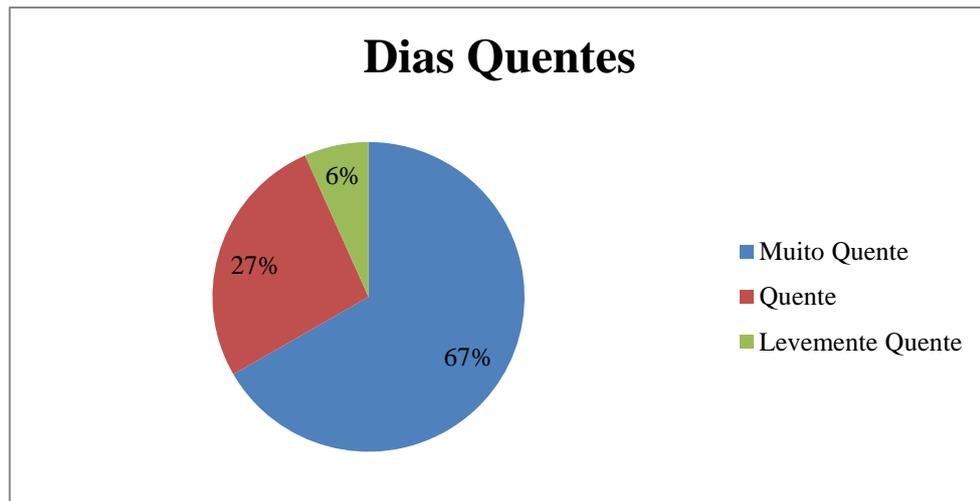


Figura 38 - Gráfico da classificação dos dias quentes pelos funcionários

Em relação aos dias frios, 12 (doze) ou 40% indicaram como “frio”, 8 (oito) ou 27% como “neutro”, 5 (cinco) ou 17% como “muito frio”, 2 (dois) ou 7% como “quente”, e apenas 1 (um) ou 3% para “muito quente”, “levemente quente” e “levemente frio”, figura 39.

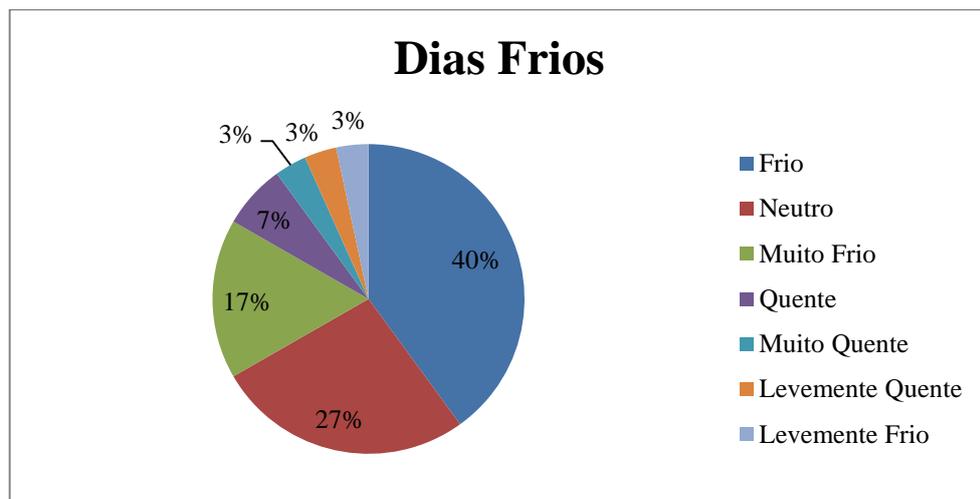


Figura 39 - Gráfico da classificação dos dias frios pelos funcionários

Já para uma visão geral a figura 40 demonstra que, 13 (treze) ou 44% assinalaram o ambiente como “muito quente”, 7 (sete) ou 23% como “levemente quente”, 6 (seis) ou 20% com “quente”, 3 (três) ou 10% como “neutro” e apenas 1 (um) ou 3% como “muito frio”.

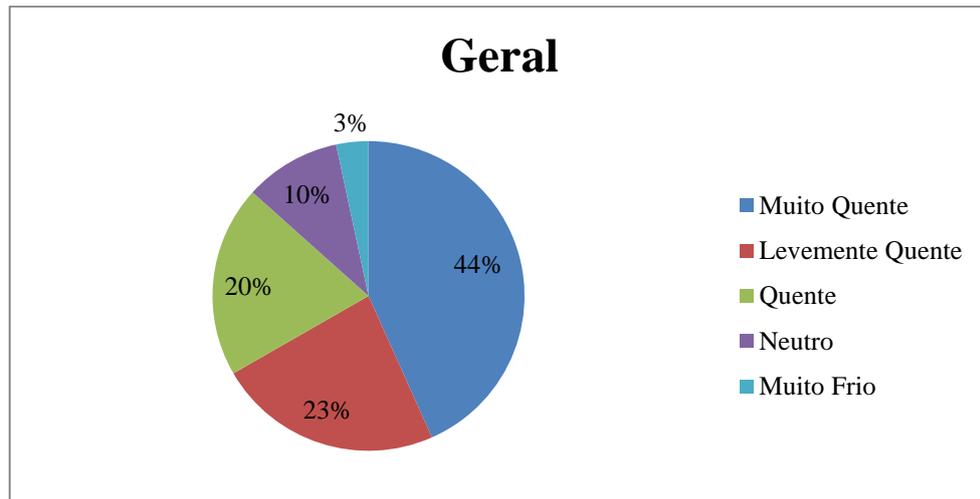


Figura 40 - Gráfico da classificação em geral do ambiente pelos funcionários

Quanto a contribuição do conforto térmico em relação ao trabalho, 15 (quinze) ou 50% apontaram como “neutra”, 13 (treze) ou 43% relataram que “atrapalha” e apenas 2 (duas) ou 6,5% disseram que “favorece”, figura 41 a seguir.

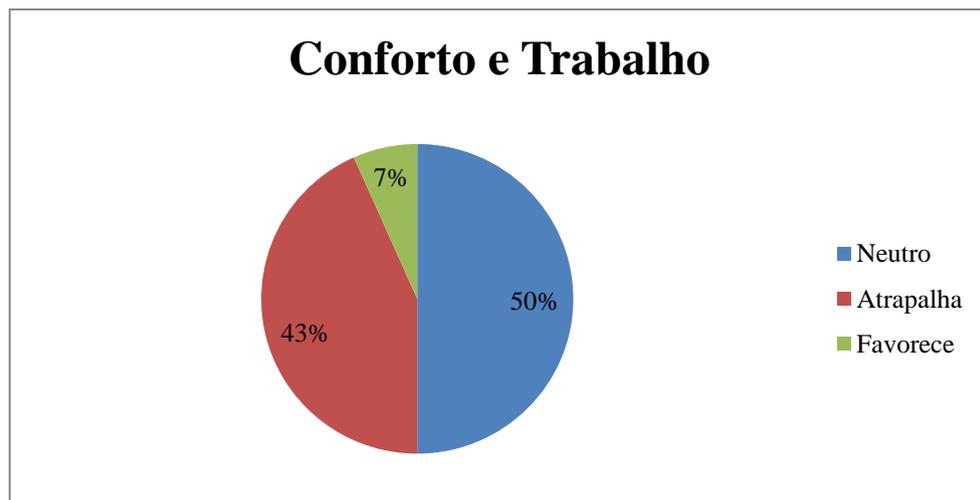


Figura 41 - Gráfico da relação entre o conforto térmico e rendimento no trabalho pelos funcionários

Em relação a classificação do ar a figura 42 aponta que, 7 (sete) afirmaram respirar um ar “parado”, 6 (seis) indicaram a opção “odores de comida”, 6 (seis) para “empoeirado”, 3 assinalaram “empoeirado e odores de comida”, 3 (três) marcaram um ar “limpo”, 2 (dois) “empoeirado e parado”, e 2 (dois) classificaram como “limpo e parado”. Nota-se que algumas pessoas assinalaram mais de uma alternativa.

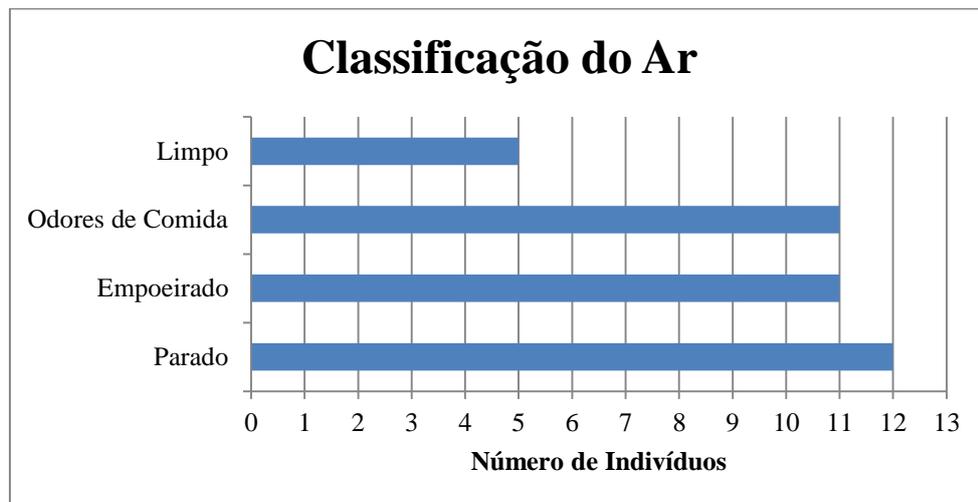


Figura 42 - Gráfico da classificação do ar pelos funcionários

Outro aspecto levantado, foi o de quais possíveis sintomas relacionados a saúde os trabalhadores apresentavam no ambiente de trabalho, presentes na figura 43. Do total, 20 (vinte) responderam que “sim”, 11 (onze) indicaram ter “espirros/coceira nasal” durante o expediente, 9 (nove) marcaram ter “dor de cabeça”, 7 (sete) assinalaram “nariz entupido/coriza”, 5 (cinco) apresentam “olhos secos”, 5 (cinco) ficam com a “garganta seca ou irritada”, e apenas 1 (um) relatou apontou “olhos lacrimejantes”. Nota-se que nessas duas últimas perguntas alguns entrevistados assinalaram mais de uma opção.

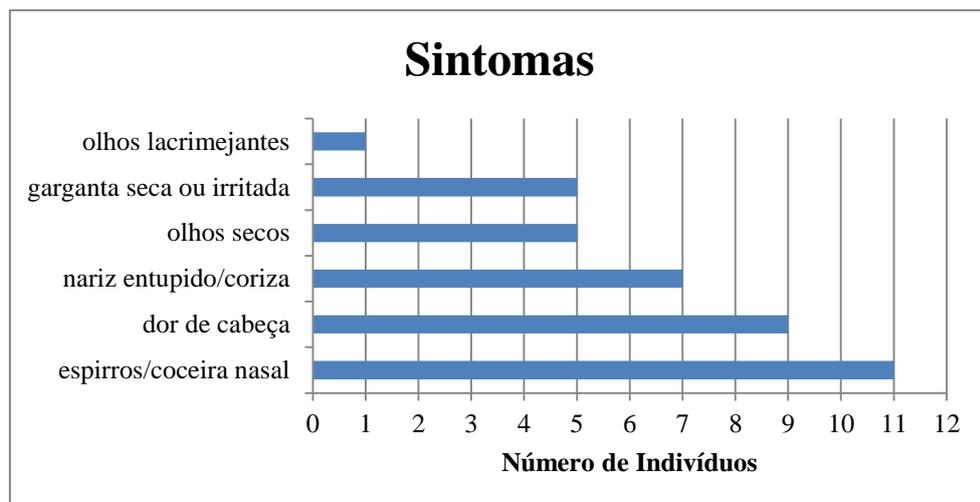


Figura 43 - Gráfico dos sintomas apresentados pelos funcionários durante a jornada de trabalho

Em relação ao ruído quatro perguntas demonstraram que os níveis no Mercado estão em alguns casos incomodando os funcionários. Dos entrevistados, 13 (treze) ou 43% elegeram como “moderado” o nível de ruído no local de trabalho, 10 (dez) ou 33,5% indicaram “alto”, e 7 (sete) ou 23,5% apontaram como “baixo”, visto na figura 44.

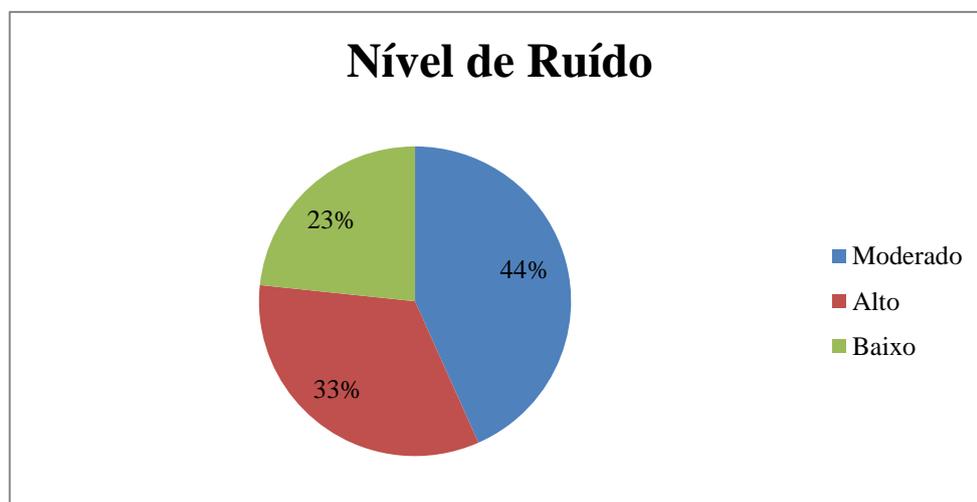


Figura 44 - Gráfico da classificação do nível de ruído

Outro ponto levantado foi a respeito de desempenho no trabalho em relação ao ruído. De acordo com a figura 45, 23 pessoas ou 76,5%, disseram que “raramente” o ruído interfere, 3 (três) ou 10% indicaram “sempre” e outros 3 “frequentemente”, apenas 1 (um) assinalou a alternativa “ocasionalmente”.

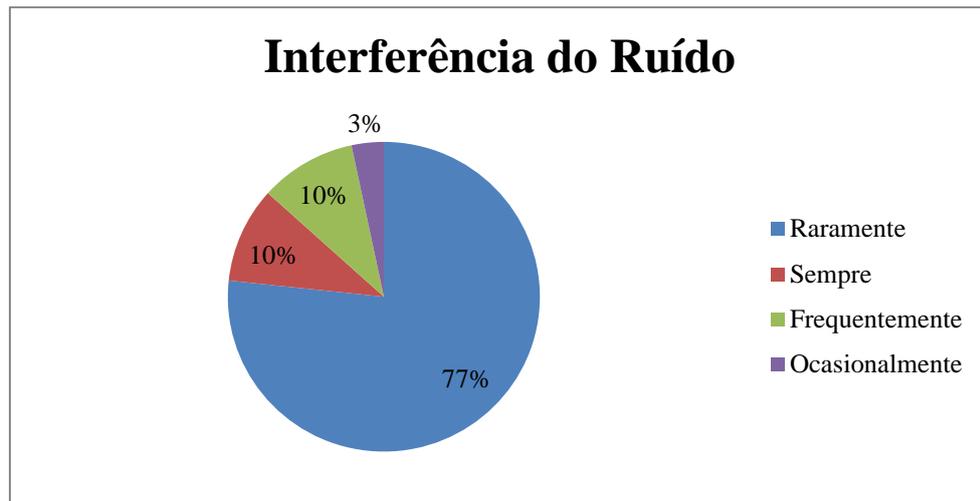


Figura 45 - Gráfico da interferência do ruído no ambiente de trabalho

Portanto, são 6 (seis) funcionários que tem o ruído como um fator negativo no ambiente de trabalho, e como falado anteriormente, a exposição de pessoas em níveis intoleráveis de ruído pode acarretar alguns problemas de saúde tanto física como mental.

Quando questionados se o ruído afetava a comunicação entre as pessoas, 19 (dezenove) ou 63,5% indicaram que “raramente” isso acontece, 5 (cinco) ou 16,5% apontaram que isso acontece “sempre”, 3 (três) ou 10% assinalaram “frequentemente” e outros 3 (três) ou 10% “ocasionalmente”, demonstra a figura 46.

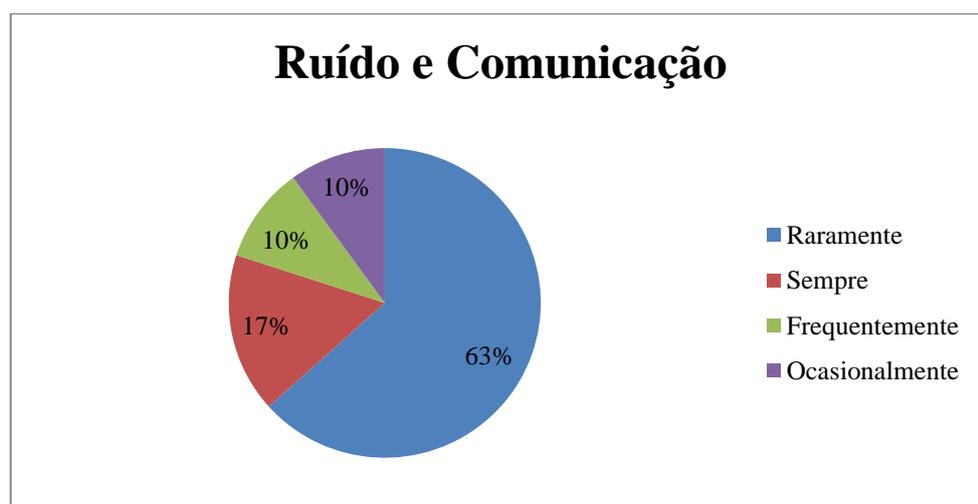


Figura 46 - Gráfico da relação entre o ruído e a comunicação no ambiente de trabalho

Para finalizar os entrevistados responderam à respeito da necessidade de controlar o ruído ao redor do local de trabalho, assim a figura 47 revela que 19 (dezenove) ou 63,5% ficaram com a opção “raramente”, 6 (seis) ou 20% assinalaram “sempre”, 3 (três) ou 10% “ocasionalmente”, e apenas 2 (dois) ou 6,5% “frequentemente”.

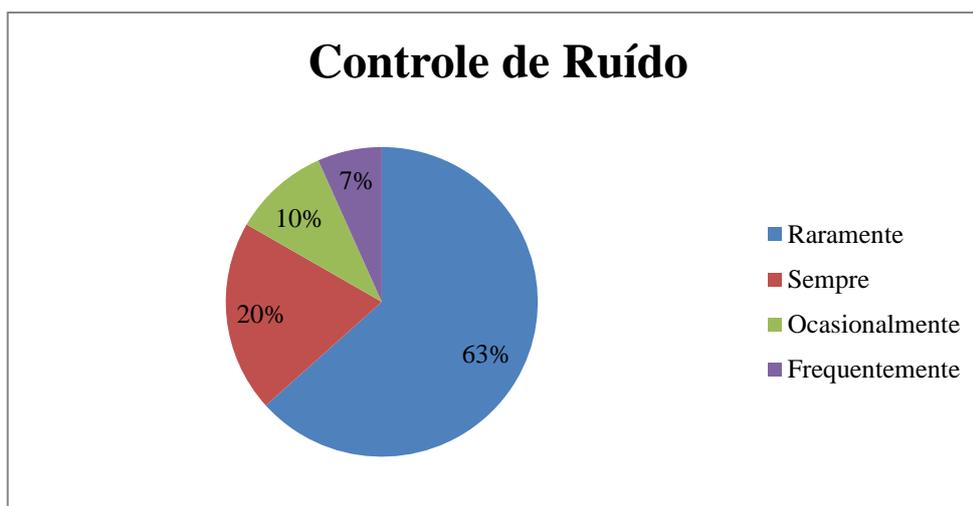


Figura 47 - Gráfico da necessidade de controle de ruído pelos funcionários

É muito importante destacar que todos os funcionários que trabalham ao redor do ponto 6, onde se localiza um grande refrigerador usado para a conservação de carnes e peixes, apontaram como alto e incômodo o ruído local. Além disso, afirmaram a necessidade de controlar o nível de ruído, demonstrando um incômodo e grande desconforto gerado pela exposição prolongada em altos valores. Isso confirma os resultados obtidos, já que foi o ponto de coleta com maiores níveis apresentados.

O questionário foi de suma importância para um melhor entendimento nas condições de trabalho apresentadas pelos pontos de coleta alternados, contribuindo positivamente na pesquisa.

6. Conclusão

Por meio do presente trabalho, pode-se concluir que as concentrações de material particulado obtidas por meio do equipamento PEM foram, na maioria dos dias, maiores no ambiente interno do que no externo, para ambas frações estudadas. Os limites sugeridos pela OMS foram ultrapassados, alcançando valores de $134,51\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o MP_{10} e de $66,60\mu\text{g}/\text{m}^3$ para o $\text{MP}_{2,5}$.

As concentrações internas e externas de MP apresentaram variação acentuada na época de chuvas. Importante destacar o aumento da concentração de $\text{MP}_{2,5}$, a qual em alguns casos passou o dobro do permitido.

Os aparelhos pDR e ADR apresentaram valores de concentração muito abaixo dos apresentados pelo PEM, por isso a gravimetria foi tomada como método mais confiável.

Nas medições de ruído, todas as médias diárias internas como externas, superaram os níveis máximos impostos pela NBR 10151/2000. No geral, os níveis externos superaram os internos, provavelmente devido a localização do decibelímetro externo próximo das ruas de grande movimento de automóveis. Ressalva para o ponto 6, o qual apresentou valores bem similares para ambos ambientes, pois o motor da câmara de refrigeração presente no local gerava altos níveis de ruído interno. Os níveis externos e internos alcançaram valores de 85,43 dB(A) e 71,42 dB(A), respectivamente.

Em relação ao conforto térmico, pode-se concluir que em vários momentos os funcionários trabalharam em um ambiente apresentando desconforto térmico. Na maioria decorrente de calor excessivo. Em alguns casos, além do calor, notou-se também para umidade relativa do ar, valores acima dos estipulados pela RE/ANVISA nº09/2003. O índice de calor (Hi), possibilitou a visualização dos dias com desconforto térmico, e foi revelado que apenas 18 dos 42 pontos amostrais, estavam na zona de conforto térmico.

O método utilizado para a determinação da composição química do material particulado em suspensão deve ser aprimorado, uma vez que, os elementos químicos detectados na membrana sem uso (teste branco), foram os mesmos identificados na membrana na qual a coleta foi realizada. Provavelmente, isso ocorreu devido a pequena massa acumulada de material particulado retida na membrana.

O questionário possibilitou um melhor entendimento das condições de trabalho no Mercado Municipal. Foi comprovado que os pontos com níveis de ruído elevados, atrapalham

ou incomodam os funcionários. Quanto ao material particulado, grande parte dos funcionários afirma que o ar é empoeirado e/ou parado, possível explicação para altos níveis de MP.

Referências Bibliográficas

- 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> =>. Acesso em: 20 Mar.2013.
- Air Quality Expert Group. *Particulate Matter in the United Kingdom*. London: Department for Environment, Food and Rural Affairs, 2005.
- ANVISA. PORTARIA nº 3.523/GM, de 28 de agosto de 1998. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/3523_98.htm. Acesso em 20 de Fevereiro de 2012.
- _____. (2003). *Resolução N°09 – Padrões Referenciais de Qualidade do ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo*.
- ARBEX, M. A. *Avaliação dos efeitos do material particulado proveniente da queima da cana-de-açúcar sobre a morbidade respiratória na população de Araraquara - São Paulo*. 2001. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- ARNST, D.J. Tratado de Audiologia Clínica. Presbiacusia. In: Katz J, ed. São Paulo: Manole, p. 717-730, 1989.
- BABISCH, W. Road traffic noise and cardiovascular risk. *Noise Health*, v. 10, p. 27–33, 2008.
- _____. et al. Traffic noise and risk of myocardial infarction. *Epidemiology*, v. 16, p. 33–40, 2005.
- BARBOSA, A. S. M.; CARDOSO, M. R. A. Hearing loss among workers exposed to road traffic noise in the city of Sao Paulo in, Brazil. *Auris Nasus Larynx*, São Paulo, p. 17-21. 02 fev. 2005
- BERNSTEIN, J.A. Health Effects of Air Pollution. *J Allergy Clin Immunol*, v. 114, n. 5, p. 1116-1123, 2004.

- BODIN, T. et al. Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environ. Health*, v. 8, p. 38, 2009.
- BRIKUS, L. S. R; NETO, F. R. de A. A Qualidade do Ar de Interiores e a Química. *Química Nova*, Rio de Janeiro, p. 65-74, 1999.
- BRITO, V. P. S. De. *Incidência de perda auditiva induzida po ruído em trabalhadores de uma fábrica*.1999. 46 f. Monografia (Especialização em Audiologia Clínica) - Centro De Especialização Em Fonoaudiologia Clínica, Goiânia, 1999.
- BRUCE, N.; PADILHA, P.P.; ALBALAK, R. Indoor air pollution in developing countries: a major environmental and public health challenge. *Bulletin of the World Health Organization*, p. 1078-1092, 2000.
- BRUNO, R. L. et al. Atmospheric particulate matter in the city of São Carlos/SP Brazil. *Int. J. Environment And Pollution*, São Carlos, v. 22, n. , p.477-489, 2004.
- BRUNO, R. L. *Material Particulado Atmosférico na Cidade de São Carlos-SP: Quantificação e Identificação de Fontes*. 2005. Tese (Doutor em Engenharia Química) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, 2005.
- BUROW, A.; DAY, H.E.W.; S. CAMPEAU, S. A detailed characterization of loud noise stress: intensity analysis of hypothalamo–pituitary–adrenocortical axis and brain activation. *Brain Res.*, v. 1062, p. 63–73, 2005.
- CARMO, A. T.; PRADO, R. T. A. *Qualidade do Ar Interno*. São Paulo, Escola Politécnica da Usp, 1999. 38 p.
- CASTANHO, A. D. de A. *A Determinação Quantitativa de Fontes de Material Particulado na Atmosfera da Cidade de São Paulo*.1999. 131 f. Dissertação (Mestre) - Departamento de Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- CETESB. Padrões de Qualidade do Ar. Disponível em: http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padroes.asp. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2012.
- CETESB. Material particulado inalável fino (MP_{2,5}) e grosso (MP_{2,5 - 10}) na atmosfera da região metropolitana de São Paulo (2000 – 2006). São Paulo: 2008. 27 p.

- CHALOULAKOU, A. et al. Particulate matter and black smoke concentration levels in central Athens, Greece. *Environment International*, Athens, v. 31, p. 651–659, 2005.
- CHENG, Y.H.; CHANG, H.P.; HUSIEH, C.P. Short-term exposure to PM10, PM2.5, ultrafine particles and CO2 for passengers at an intercity bus terminal. *Atmospheric Environment*, New Taipei, v. 45, p. 2034-2042, 2011.
- CHUNG, J.H. et al. Evaluation of noise induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. *Pediatrics*, v. 115, p. 861–867, 2005.
- Committee on the Medical Effects of Air Pollutants. Cardiovascular Disease and Air Pollution. London: Department of Health: The Stationery Office, 2006. Disponível em:
<http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/comeap/statementsreports/CardioDisease.pdf>.
Acesso em: 20 Mar.2013.
- COMIM, T.T. *Monitoramento Ambiental em uma escola no centro da cidade de São Carlos-SP Ênfase em qualidade do ar interior*.2012.168 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química), Programa de pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, 2012.
- COSTA, S. B.; LOURENÇO, R. W. Geoprocessing applied to the assessment of environmental noise: a case study in the city of Sorocaba, São Paulo, Brazil. *Environmental Monit Assess*, Sorocaba, n. , p.1-9, 6 fev. 2010.
- DIAS, A. *Exposição ao ruído ocupacional e saúde dos trabalhadores*. 2007. 104 f. Tese (Doutorado) - Unicamp, Campinas, 2007.
- EHLERS, R. S. *Análise de séries temporais*. Curitiba: Universidade Federal do Paraná/Departamento de Estatística, 2003. 53 p. Apostila.
- ERIKSSON, C. et al. Aircraft noise and incidence of hypertension. *Epidemiology*, v. 18, p. 716–721, 2007.
- EVANS, G.W. et al. Community noise exposure and stress in children. *J. Acoustical Society of America*, v. 109, n.3, p. 1023-1027, mar. 2001.
- FANG, L.; CLAUSEN, G.; FANGER, P. O. Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality. *Indoor Air*, Denmark, n. , p.80-90, 3 mar. 1998.

- FUJINO, Y.; ISO, H.; TAMAKOSHI, A. A prospective cohort study of perceived noise exposure at work and cerebrovascular diseases among male workers in Japan. *J. Occup. Health*, v. 49, p. 382–388, 2007.
- GIODA, A. ; NETO, F. R. de A. Poluição química relacionada ao ar de interiores no Brasil. *Quim. Nova*, Joinville, v. 26, n. 3, p.359-365, 4 set. 2002.
- GOINES, L.; HAGLER, L. Noise Pollution: A modern Plague. *Southern Medical Journal*, v. 100, n. 3, p. 287-294, mar. 2006.
- GRAHAM, J. M. et al. Habitual traffic noise at home reduces cardiac parasympathetic tone during sleep. *Int. J. Psychophysiol.*, v. 72, p. 179–186, 2009.
- GUALEZZI, J. P. Le bruit dans la ville, Rapport au Conseil Economique et Social. *Les Editions des Journaux Officiels*, 1998.
- HOFFMANN, B. et al. Residential traffic exposure and coronary heart disease: results from the Heinz Nixdorf Recall Study. *Biomarkers*, v. 14 (Suppl. 1), p. 74–78, 2009.
- HUSS, A. et al. Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction. *Epidemiology*, v. 21, p. 829–836, 2010.
- ISO – International Organization Standardization. Acoustics; Guide to international standards on the measurement of airborne acoustical noise and evaluation of its effects on human beings. Disponível em: www.freestd.us/soft2/835041.html . Acesso em: 20 Jan. 2012.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **In: IBGE: São Carlos/SP.** IBGE: 2010 Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?uf=sp> . Acesso em: 20 Dez. 2011.
- JAMRISKA, M. ; MORAWSKA, L. ; MERGERSEN, K. The effect of temperature and humidity on size segregated traffic exhaust particle emissions. *Atmospheric Environment*, Brisbane, v. 42, n. , p. 2369-2382, 2008.
- KARCHMER, M.; ALLEN, T. The functional assessment of deaf and hard of hearing students. *Am Ann Deaf*, v. 144, p. 68–77, 1999.

- KAWAMOTO, M.S. *Monitoramento Ambiental e Higiene Ocupacional em uma Indústria Química na Cidade de São Carlos – SP*. 2011. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de São Carlos, 2011.
- KHAN, M.F. et al. Characterization of PM_{2,5}, PM_{2,5-10}, and PM_{>10}, in ambient air, Yokohama, Japan. *Atmospheric Research*, Yokohama, v. 96, p. 159 – 172, 2010.
- KLUIZENAAR, Y. De. Hypertension and road traffic noise exposure. *J. Occup. Environ. Med.*, v. 49, p. 484–492, 2007.
- _____. et al.. Long-term road traffic noise exposure is associated with an increase in morning tiredness. *J. Acoust. Soc. Am.*, v. 126, p. 626–633, 2009.
- LAWSON, S. J. et al. The effect of proximity to major roads on indoor air quality in typical Australian dwellings. *Atmospheric Environment*, Aspendale, v. 45, n. , p. 2252-2259, 2011.
- LEE, C.K., et al. Fractal analysis of temporal variation of air pollutant concentration by box counting. *Environmental Modelling and Software*, v.18, n. 3, p. 243–251, 2003.
- LENSHOW, P. et al. Some ideas about the source of PM₁₀. *Atmospheric Environment*, Berlin, n. 1, p 23 – 33, 2001.
- LIMA, U. A. P. De. *Um estudo sobre a qualidade do ar de Uberlândia: Material particulado em suspensão*. 2007. 148 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- LIN, C. A. et al. Air pollution and respirator illness of children in São Paulo, Brazil. *Blackwell Science Ltd.: Paediatric and Perinatal Epidemiology*, Utah, v. 13, n. , p.475-488, 1999.
- MEDEIROS, L. B. RUÍDO : *Efeitos extra-auditivos no corpo humano*. 1999. 36 f. Monografia (Especialização Em Audiologia Clínica) - Centro De Especialização Em Fonoaudiologia Clínica, Porto Alegre, 1999.
- MIJIC, Z. et al. The statistical characters of PM₁₀ in Belgrade area. *Atmospheric Research*, Belgrade, v. 92, p. 420–426, 2009.
- MUZET, A. Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews*, Rouffach, v. 11, p. 135 – 142, 2007.

- NELSON, D.I. et al. The Global Burden of Occupational Noise-Induced Hearing Loss. *American Journal of Industrial Medicine*, v. 48, p. 446–458, 2005.
- NULDELMANN, A.A.; COSTA, A.E.; ILBANÉZ, N.R. Perda Auditiva Induzida pelo Ruído, Bagagem Comunicação, Porto Alegre, 1997
- OLMO, N. R. S. et al. A review of low-level air pollution and adverse effects on human health: implications for epidemiological studies and public policy. *Clinics*, São Paulo, v. 4, n. 66, p.681-690, 2011.
- OMOKHODION, F.O.; EKANEM, S.U.; UCHENDU, O.C. Noise levels and hearing impairment in an urban community in Ibadan, Southwest Nigeria. *J Public Health*, Ibadan v. 16, p. 399–402, 2008.
- PELED, R. Air pollution exposure: Who is at high risk?. *Atmospheric Environment*, Beer Sheva, v. 45, p. 1781 – 1785, 2011.
- PEREZ, P.; REYES, J. Prediction of maximum of 24-h average of PM10 concentrations 30 h in advance in Santiago, Chile - P. *Atmospheric Environment*, v. 36, p. 4555–4561, 2002.
- PETIAN, A. *Incômodo em relação ao ruído urbano entre trabalhadores de estabelecimentos comerciais no município de São Paulo*. 2008. 126 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- POKHREL, A.M. et al. Case–control study of indoor cooking smoke exposure and cataract in Nepal and India. *International Journal of Epidemiology*, v. 34, p. 702–708, 2005.
- POPE, C.A. Review: Epidemiological Basis for Particulate Air Pollution Health Standards. *Aerosol Science and Technology*, Provo, v. 32, p 4 – 14, 2000.
- _____. et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. *Circulation*, v 109, p. 71 – 77, 2004.
- POZZA, S. A. *Identificação das fontes de poluição atmosférica na cidade de São Carlos - SP*. Dissertação (Mestrado)— Universidade Federal de São Carlos, 2005.

- REINIKAINEN, L.M. ; JAAKKOLA, J.J.K. Significance of humidity and temperature on skin and upper airway symptoms. *Indoor Air*, Helsinki, v. 13, n. , p.344-352, 2003.
- ROIZEN, N.J. Etiology of hearing loss in children. *Pediatr Clin North Am*, v. 46, p. 49–64, 1999.
- SELANDER, G. et al. Saliva cortisol and exposure to aircraft noise in six European countries. *Environmental Health Perspect.*, v. 117, p. 1713–1717, 2009.
- SCHIRMER, W. N. et al. A poluição do ar em ambientes internos e a síndrome dos edifícios doentes. *Ciência&Saúde Coletiva*. Irati, 8 p., 22 nov. 2008.
- SCHORNOBAY, E. *Caracterização de Ambientes Internos na Cidade de São Carlos/SP: Material Particulado e Poluição Sonora*. 2012. 123 f. Dissertação (Mestre em Ciências), Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, 2012.
- SILCOX, G.D. et al. Wintertime PM_{2.5} concentrations during persistent, multi-day cold-air pools in a mountain valley. *Atmospheric Environment*, v. 46, p 17-24, 2012
- SILVA, L.M. *Avaliação da Qualidade Ambiental: Mercado Municipal de São Carlos*. 2012. 83 f. Dissertação (Mestre em Ciências), Programa de Engenharia Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, 2012.
- SIMONI, M. Indoor air pollution and respiratory health in the elderly. *Eur Respir*, v. 21, n. 40, p. 15-20, 2003.
- SLINI, T. et al. PM₁₀ Forecasting for Thessaloniki, Greece. *Environmental Modelling & Software*, Thessaloniki, v. 21, p. 559–565, 2006.
- SØRENSEN, M. et al. Road traffic noise and stroke: a prospective cohort study. *Eur. Heart J.*, v. 32, p. 737–744, 2011.
- VALENÇA, A. M et al. Carbon dioxide-induced panic attacks: clinical-phenomenologic study. *BrasPsiquiatr*, Rio de Janeiro, n. , p.15-20, 12 set. 2000.

World Health Organization. Global Health Risks: Mortality and Burden of Disease Attributable to Selected Major Risks. Geneva: World Health Organization, 2009. Disponível em: http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/global_health_risks/en/ . Acesso em: 20 Dez. 2011.

APÊNDICE 1 – VALORES OBTIDOS PELA GRAVIMETRIA (CONTINUA)

Dia	Local	I/E	Peso inicial 2 (mg)	Peso inicial 2 (mg)	Peso final 1 (mg)	Pf2 (mg)	Volume (L)	Δ pi	Δ pf	Média pi (mg)	Média pf (mg)	Massa, (μ g)	Concentração, (μ g/m ³)
06/07/2012	A3	I	209.1577	209.1594	209.2880	209.2869	4800	17	11	209.1586	209.2875	0.1289	26.85
06/07/2012	A3	I	210.1898	210.1884	210.4776	210.4845	4800	14	69	210.1891	210.4811	0.2919	60.82
06/07/2012	C	E	212.0324	212.0342	212.1352	212.1294	4800	18	58	212.0333	212.1323	0.0990	20.62
06/08/2012	A3	I	196.6610	196.6625	196.9218	196.9212	4800	15	6	196.6618	196.9215	0.2597	54.11
06/08/2012	C	E	242.9367	242.9366	243.1135	243.1119	4800	1	16	242.9367	243.1127	0.1761	36.68
08/08/2012	A	I	207.9235	207.9198	208.0341	208.0316	4360	37	25	207.9217	208.0329	0.1112	25.50
08/08/2012	A1	E	213.5775	213.5773	213.6864	213.6859	3900	2	5	213.5774	213.6862	0.1087	27.88
10/08/2012	A6	I	195.9933	195.9932	196.0841	196.0836	1112	1	5	195.9933	196.0839	0.0906	81.47
10/08/2012	D	E	223.2857	223.2846	223.5103	223.5096	4800	11	7	223.2852	223.5100	0.2248	46.83
14/08/2012	A2	I	204.0250	204.0266	204.1243	204.1205	4800	16	38	204.0258	204.1224	0.0966	20.12
14/08/2012	C	E	211.8794	211.8769	211.9721	211.9741	4800	25	20	211.8782	211.9731	0.0949	19.78
16/08/2012	A1	I	206.2403	206.2361	206.4312	206.4378	5100	42	66	206.2382	206.4345	0.1963	38.49
16/08/2012	B	E	212.2252	212.2259	212.3956	212.4009	4800	7	53	212.2256	212.3983	0.1727	35.98
20/08/2012	A6	I	203.5375	203.5370	203.6227	203.6227	4800	5	0	203.5373	203.6227	0.0855	17.80
20/08/2012	D	E	207.3702	207.3667	207.4509	207.4544	4800	35	35	207.3685	207.4527	0.0842	17.54
22/08/2012	A2	I	215.5155	215.5149	215.7326	215.7326	4800	6	0	215.5152	215.7326	0.2174	45.29
22/08/2012	A	E	212.3047	212.3045	212.4339	212.4340	4456	2	1	212.3046	212.4340	0.1293	29.03
24/08/2012	A3	I	214.5165	214.5131	214.5609	214.5622	2232	34	13	214.5148	214.5616	0.0468	20.95
24/08/2012	C	E	205.8391	205.8391	205.9065	205.9059	4800	0	6	205.8391	205.9062	0.0671	13.98
28/08/2012	A3	I	206.7602	206.7589	206.9845	206.9823	4800	13	22	206.7596	206.9834	0.2239	46.64
28/08/2012	C	E	224.7132	224.7123	224.8981	224.8960	4800	9	21	224.7128	224.8971	0.1843	38.40
06/09/2012	A1	I	191.4919	191.4921	191.6558	191.6557	4200	2	1	191.4920	191.6558	0.1638	38.99
06/09/2012	A	E	203.2220	203.2218	203.3460	203.3418	4200	2	42	203.2219	203.3439	0.1220	29.05
11/09/2012	A6	I	204.3916	204.3914	204.5286	204.5283	4800	2	3	204.3915	204.5285	0.1370	28.53

APÊNDICE 2 – VALORES OBTIDOS PELA GRAVIMETRIA (CONTINUAÇÃO)

Dia	Local	I/E	Peso inicial 2 (mg)	Peso final 1 (mg)	Pf2 (mg)	Volume (L)	Δ pi	Δ pf	Média pi (mg)	Média pf (mg)	Massa, (μg)	Concentração, (μg/m³)	
11/09/2012	D	E	216.7902	216.7914	217.0263	217.0255	4800	12	8	216.7908	217.0259	0.2351	48.98
13/09/2012	A3	I	226.6684	226.6694	227.0245	227.0268	4800	10	23	226.6689	227.0257	0.3567	74.32
13/09/2012	C	E	228.8600	228.8594	229.2017	229.2004	4800	6	13	228.8597	229.2011	0.3414	71.11
17/09/2012	A2	I	209.4075	209.4102	209.5362	209.5352	4800	27	10	209.4089	209.5357	0.1269	26.43
17/09/2012	A	E	205.9260	205.9267	206.0496	206.0514	4800	7	18	205.9264	206.0505	0.1241	25.86
19/09/2012	A6	I	208.4323	208.4337	208.9762	208.9765	4615	14	3	208.4330	208.9764	0.5434	117.74
19/09/2012	D	E	212.5706	212.5694	213.1847	213.1858	4574	12	11	212.5700	213.1853	0.6153	134.51
21/09/2012	A2	I	218.1841	218.1835	218.2763	218.2759	4900	6	4	218.1838	218	0	18.84
21/09/2012	C	E	175.2590	175.2590	175.4182	175.4200	4900	0	18	175.2590	175	0	32.67
25/09/2012	A1	I	208.9369	208.9388	209.0318	209.0319	4800	19	1	208.9379	209.0319	0.0940	19.58
25/09/2012	A	E	215.9870	215.9858	216.0688	216.0696	4800	12	8	215.9864	216.0692	0.0828	17.25
27/09/2012	A6	I	192.5350	192.5346	192.5956	192.5951	4800	4	5	192.5348	192.5954	0.0605	12.61
27/09/2012	D	E	181.5956	181.5940	181.6626	181.6624	4800	16	2	181.5948	181.6625	0.0677	14.10
01/10/2012	A3	I	198.9650	198.9650	199.0505	199.0495	4800	0	10	198.965	199.0500	0.0850	17.71
01/10/2012	C	E	181.3016	181.3005	181.4120	181.4111	4800	11	9	181.3011	181.4116	0.1105	23.02
03/10/2012	A1	I	199.4156	199.4156	199.5861	199.5858	4420	0	3	199.4156	199.5860	0.1703	38.54
03/10/2012	A	E	175.9712	175.9712	176.1466	176.1459	4800	0	7	175.9712	176.1463	0.1750	36.47
05/10/2012	A1	I	194.4827	194.4827	194.5994	194.5992	4200	0	2	194.4827	194.5993	0.1166	27.76
05/10/2012	A	E	181.3098	181.3100	181.4326	181.4292	4200	2	34	181.3099	181.4309	0.1210	28.81
11/10/2012	A2	I	211.8794	211.8769	212.1460	212.1458	4020	25	2	211.8782	212.1459	0.2677	66.60
11/10/2012	C	E	204.0250	204.0266	204.2704	204.2699	4035	16	5	204.0258	204.2702	0.2443	60.56
15/10/2012	A1	I	227.0974	227.0962	227.2564	227.2539	2917	12	25	227.0968	227.2552	0.1584	54.29
15/10/2012	A	E	207.3702	207.3667	207.5816	207.5868	4855	35	52	207.3685	207.5842	0.2158	44.44

APÊNDICE 3 – VALORES OBTIDOS PELA GRAVIMETRIA (CONTINUAÇÃO)

Dia	Local	I/E	Peso inicial 1 (mg)	Peso inicial 2 (mg)	Peso final 1 (mg)	Pf2 (mg)	Volume (L)	Δ pi	Δ pf	Média pi (mg)	Média pf (mg)	Massa, (μg)	Concentração, (μg/m³)
17/10/2012	A2	I	222.7727	222.7693	222.9775	222.9776	4800	34	1	222.771	222.9776	0.2066	43.03
19/10/2012	A6	I	205.9260	205.9267	206.1784	206.1752	4800	7	32	205.9264	206.1768	0.2505	52.18
23/10/2012	A3	I	209.5362	209.5352	209.6610	209.9672	4814	10	3062	209.5357	209.8141	0.2784	57.83
25/10/2012	A2	I	222.8671	222.8660	223.0079	223.0087	4800	11	8	222.8666	223.0083	0.1418	29.53
09/01/2013	A1	I	176.0962	176.0962	176.2044	176.2043	4271	0	1	176.0962	176.2044	0.1081	25.32
09/01/2013	A	E	181.6626	181.6624	181.7306	181.7301	4256	2	5	181.6625	181.7304	0.0678	15.94
11/01/2013	A1	I	193.8372	193.8364	193.9237	193.9230	4445	8	7	193.8368	193.9234	0.0866	19.47
11/01/2013	A	E	223.0079	223.0087	223.0942	223.0946	4489	8	4	223.0083	223.0944	0.0861	19.18
23/01/2013	A2	I	212.3956	212.4009	212.4691	212.4716	3593	53	25	212.3983	212.4704	0.0721	20.07
23/01/2013	A2	I	198.3208	198.3176	198.3730	198.3720	3603	32	10	198.3192	198.3725	0.0533	14.79
24/01/2013	A3	I	196.6283	196.6285	196.6940	196.6933	3202	2	7	196.6284	196.6937	0.0652	20.38
24/01/2013	A3	I	212.0807	212.0810	212.1140	212.1135	3147	3	5	212.0809	212.1138	0.0329	10.45
29/01/2013	A6	I	219.2745	219.2752	219.3022	219.3018	338	7	4	219.2749	219.3020	0.0271	80.33
29/01/2013	A6	I	224.8981	224.8960	224.9312	224.9304	3232	21	8	224.8971	224.9308	0.0337	10.44

APÊNDICE 4 – DADOS DO pDR PARA FRAÇÃO MP₁₀

Ponto	Dia	Concentração (µg/m³)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
A3	06/07/2012	17.06	22.90	36.90
A2	11/07/2012	23.43	21.62	43.18
A1	13/07/2012	10.88	18.04	29.54
A3	18/07/2012	9.20	14.32	49.09
A1	20/07/2012	12.62	17.09	35.99
A6	23/07/2012	16.78	23.71	34.75
A6	25/07/2012	17.62	25.68	26.27
A2	31/07/2012	24.40	23.42	37.37
A3	06/08/2012	18.71	20.57	43.60
A6	10/08/2012	13.79	24.46	27.06
A1	16/08/2012	10.18	22.49	40.50
A2	22/08/2012	11.91	28.37	25.41
A3	28/08/2012	19.26	25.04	35.10
A1	25/09/2012	9.12	21.97	23.12
A1	03/10/2012	15.43	28.66	23.20
A1	15/10/2012	8.55	24.38	36.52
A2	25/10/2012	6.23	33.43	32.26
A6	29/10/2012	12.08	33.24	25.57
A3	31/10/2012	17.56	33.35	26.37
A1	09/11/2012	9.20	25.12	57.87
A6	22/11/2012	12.99	32.22	22.48
A2	26/11/2012	9.43	30.27	37.38
A2	27/11/2012	8.50	30.69	38.14
A3	30/11/2012	12.92	31.74	27.47

APÊNDICE 5 – DADOS DO pDR PARA FRAÇÃO MP_{2,5}

Ponto	Dia	Concentração (µg/m³)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
A2	02/08/2012	8.40	24.08	36.76
A1	08/08/2012	12.93	22.41	36.12
A2	14/08/2012	6.90	25.91	28.99
A6	20/08/2012	6.13	25.38	28.99
A3	24/08/2012	8.38	26.55	29.24
A6	27/09/2012	3.36	18.74	29.30
A3	01/10/2012	11.52	29.98	21.56
A1	05/10/2012	26.51	29.37	31.19
A2	11/10/2012	32.01	27.29	40.25
A2	17/10/2012	12.70	23.70	55.75
A6	19/10/2012	10.99	29.59	30.58
A3	23/10/2012	20.50	27.37	52.76
A3	08/11/2012	12.80	27.52	42.88
A1	12/11/2012	6.37	27.38	48.72
A3	14/11/2012	9.29	26.34	39.04
A1	20/11/2012	8.41	27.04	44.76
A2	23/11/2012	11.18	34.44	19.89
A6	28/11/2012	7.96	28.93	42.35
A3	24/01/2013	13.26	29.37	44.19
A6	29/01/2013	6.49	27.87	50.36

APÊNDICE 6 – DADOS DO ADR PARA FRAÇÃO MP₁₀

Ponto	Dia	Concentração (µg/m³)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
A3	06/08/2012	19.88	25.57	33.82
A6	10/08/2012	13.94	25.38	30.71
A1	16/08/2012	8.54	25.25	39.19
A1	03/10/2012	18.33	31.47	24.54
A1	15/10/2012	6.41	29.79	32.21
A2	25/10/2012	14.73	36.91	30.41
A6	29/10/2012	10.75	33.27	31.75
A3	31/10/2012	17.90	32.56	33.24
A6	06/11/2012	9.77	34.51	28.84
A1	09/11/2012	7.81	33.72	39.89
A6	22/11/2012	9.12	39.11	21.18
A2	26/11/2012	5.57	37.67	29.45
A2	27/11/2012	8.97	41.45	24.18
A3	30/11/2012	9.02	39.39	22.16
A2	23/01/2013	5.71	30.87	40.85

APÊNDICE 7 – DADOS DO ADR PARA FRAÇÃO MP_{2,5}

Ponto	Dia	Concentração (µg/m³)	Temperatura (°C)	Umidade (%)
A1	20/06/2012	4.38	24.01	56.42
A3	06/07/2012	7.28	25.06	39.85
A2	11/07/2012	15.27	19.85	51.68
A1	13/07/2012	5.40	19.70	31.63
A3	18/07/2012	8.22	17.01	45.01
A1	20/07/2012	8.51	19.29	35.78
A6	23/07/2012	10.13	24.89	38.95
A6	25/07/2012	10.06	26.26	30.41
A2	31/07/2012	17.74	24.61	38.80
A2	02/08/2012	7.58	25.20	39.35
A1	08/08/2012	12.50	24.27	36.84
A2	14/08/2012	6.44	25.91	28.99
A3	01/10/2012	9.10	37.20	19.07
A1	05/10/2012	16.68	37.30	24.07
A2	11/10/2012	30.81	31.65	36.27
A2	17/10/2012	6.88	35.20	33.38
A6	19/10/2012	10.88	29.88	35.01
A3	08/11/2012	11.82	26.81	47.66
A1	12/11/2012	4.77	35.74	35.62
A3	14/11/2012	10.26	36.76	23.32
A1	20/11/2012	6.73	34.82	34.11
A2	23/11/2012	9.19	41.56	18.49
A6	28/11/2012	8.41	38.02	28.41
A1	11/01/2013	8.71	32.63	34.74
A2	23/01/2013	9.19	41.56	18.49
A6	29/01/2013	8.41	38.02	28.41

APÊNDICE 8 – NÍVEIS DE RUÍDO

Local	Data	Média (dB)		I/E
		I	E	
A1	02/01/2013	-	85.43	-
	08/08/2012	-	75.28	-
	06/09/2012	65.60	60.67	1.08
	25/09/2012	58.30	84.91	0.69
	03/10/2012	57.89	65.50	0.88
	05/10/2012	58.79	66.38	0.89
	15/10/2012	58.73	65.61	0.90
	09/11/2012	54.60	65.20	0.84
	12/11/2012	54.39	-	-
	20/11/2012	63.52	-	-
A2	31/07/2012	53.33	61.50	0.87
	02/08/2012	59.27	68.48	0.87
	17/09/2012	61.51	65.96	0.93
	21/09/2012	62.21	72.10	0.86
	11/10/2012	60.28	68.64	0.88
	17/10/2012	61.54	63.14	0.97
	25/10/2012	60.89	62.46	0.97
	23/11/2012	60.93	-	-
	26/11/2012	60.34	63.24	0.95
	27/11/2012	61.89	62.89	0.98
A3	06/08/2012	-	77.96	-
	13/09/2012	62.99	70.19	0.90
	01/10/2012	62.38	69.25	0.90
	23/10/2012	63.15	68.31	0.92
	31/10/2012	63.14	66.96	0.94
	08/11/2012	62.22	68.05	0.91
	14/11/2012	61.48	68.29	0.90
	30/11/2012	63.01	67.16	0.94
A6	23/07/2012	58.79	70.18	0.84
	25/07/2012	58.64	74.85	0.78
	11/09/2012	70.65	70.17	1.01
	19/09/2012	71.32	74.49	0.96
	27/09/2012	71.42	71.19	1.00
	19/10/2012	70.65	69.33	1.02
	29/10/2012	69.49	68.60	1.01
	06/11/2012	69.30	68.79	1.01
	22/11/2012	69.71	68.79	1.01
	28/11/2012	69.99	68.76	1.02

**APÊNDICE 9 – VALORES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA
DO AR PELO PDR**

Dia	Ponto	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
A3	06/07/2012	25.06	39.85
A2	11/07/2012	19.85	51.68
A1	13/07/2012	19.70	31.63
A3	18/07/2012	17.01	45.01
A1	20/07/2012	19.29	35.78
A6	23/07/2012	24.89	38.95
A6	25/07/2012	26.26	30.41
A2	31/07/2012	24.61	38.80
A3	02/08/2012	25.20	39.35
A3	06/08/2012	25.57	33.82
A1	08/08/2012	24.27	36.84
A6	10/08/2012	25.38	30.71
A2	14/08/2012	25.91	28.99
A1	16/08/2012	25.25	39.19
A3	01/10/2012	37.20	19.07
A1	03/10/2012	31.47	24.54
A1	05/10/2012	37.30	24.07
A2	11/10/2012	31.65	36.27
A1	15/10/2012	29.79	32.21
A2	17/10/2012	35.20	33.38
A6	19/10/2012	29.88	35.01
A2	25/10/2012	36.91	30.41
A6	29/10/2012	33.27	31.75
A3	31/10/2012	32.56	33.24
A6	06/11/2012	34.51	28.84
A3	08/11/2012	26.81	47.66
A1	09/11/2012	33.72	39.89
A1	12/11/2012	35.74	35.62
A3	14/11/2012	36.76	23.32
A1	20/11/2012	34.82	34.11
A6	22/11/2012	39.11	21.18
A2	23/11/2012	41.56	18.49
A2	26/11/2012	37.67	29.45
A2	27/11/2012	41.45	24.18
A6	28/11/2012	38.02	28.41
A3	30/11/2012	31.74	27.47

**APÊNDICE 10 - VALORES DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA
DO AR PELO ADR**

Dia	Ponto	Temperatura (°C)	Umidade relativa (%)
A3	06/07/2012	25.06	39.85
A2	11/07/2012	19.85	51.68
A1	13/07/2012	19.70	31.63
A3	18/07/2012	17.01	45.01
A1	20/07/2012	19.29	35.78
A6	23/07/2012	24.89	38.95
A6	25/07/2012	26.26	30.41
A2	31/07/2012	24.61	38.80
A3	02/08/2012	25.20	39.35
A3	06/08/2012	25.57	33.82
A1	08/08/2012	24.27	36.84
A6	10/08/2012	25.38	30.71
A2	14/08/2012	25.91	28.99
A1	16/08/2012	25.25	39.19
A3	01/10/2012	37.20	19.07
A1	03/10/2012	31.47	24.54
A1	05/10/2012	37.30	24.07
A2	11/10/2012	31.65	36.27
A1	15/10/2012	29.79	32.21
A2	17/10/2012	35.20	33.38
A6	19/10/2012	29.88	35.01
A2	25/10/2012	36.91	30.41
A6	29/10/2012	33.27	31.75
A3	31/10/2012	32.56	33.24
A6	06/11/2012	34.51	28.84
A3	08/11/2012	26.81	47.66
A1	09/11/2012	33.72	39.89
A1	12/11/2012	35.74	35.62
A3	14/11/2012	36.76	23.32
A1	20/11/2012	34.82	34.11
A6	22/11/2012	39.11	21.18
A2	23/11/2012	41.56	18.49
A2	26/11/2012	37.67	29.45
A2	27/11/2012	41.45	24.18
A6	28/11/2012	38.02	28.41
A3	30/11/2012	31.74	27.47

APÊNDICE 11 – QUESTIONÁRIO

<u>Questionário de Conforto Térmico, Acústico e Qualidade do Ar</u>			
Data:	Hora:		
1 - Respondente	(não colocar nome)		
Sexo:	Idade:		
2 - Localização:			
1° Corr. ()	2° Corr. ()	3° Corr. ()	4° Corr. ()
3 - Atividade:			
() Funcionário/Administração	() Usuário/Frequentador		
4 - Vestimenta Usual:			
() Calça comprida	() Blusa Manga Curta	() Blusa Manga Comprida	
() Saia	() Agasalho	() Meia	
() Sapato Fechado	() Sapato Aberto		
5 - Proximidade a ponto de desconforto:			
() Saída de ar no piso [porta]	() Radiação solar direta	() Outro: _____	
() Saída de ar na janela	() Nenhum	_____	
6 - Já se queixou sobre o conforto térmico/qualidade do ar à administração do prédio ou prefeitura?			
() Não	() Sim. Qual queixa? _____		
7 - Classifique o conforto térmico em relação ao seu ponto de trabalho / estudo.			
a) Em dias muito quentes:			
() Muito quente	() Quente	() Levemente quente	
() Muito fria	() Fria	() Levemente fria	
() Neutra			
b) Em dias muito frios:			
() Muito quente	() Quente	() Levemente quente	
() Muito fria	() Fria	() Levemente fria	
() Neutra			
c) Em geral:			
() Muito quente	() Quente	() Levemente quente	
() Muito fria	() Fria	() Levemente fria	
() Neutra			

8 - Classifique como o conforto térmico do seu local contribui com seu trabalho / estudo:			
<input type="checkbox"/> Favorece	<input type="checkbox"/> Neutra	<input type="checkbox"/> Atrapalha	
9 - Em geral, como você classifica o ar em seu local de trabalho / estudo?			
<input type="checkbox"/> Limpo	<input type="checkbox"/> Parado	<input type="checkbox"/> Odores: Mofo	
<input type="checkbox"/> Empoeirado	<input type="checkbox"/> Odores: Comida	<input type="checkbox"/> Odores: Mobiliário	
<input type="checkbox"/> Odores: Outro _____			
10 - Antes de ocupar o prédio você já apresentou:			
<input type="checkbox"/> Problemas respiratórios: asma, bronquite			
<input type="checkbox"/> Sinusite			
<input type="checkbox"/> Uso de lentes de contato			
<input type="checkbox"/> Hábito de fumar (últimos 2 anos)			
11 - Quantas horas por dia você utiliza o computador em seu local de trabalho / estudo na Biblioteca?			
<input type="checkbox"/> Período Integral	<input type="checkbox"/> Mais do que meio período	<input type="checkbox"/> Menos do que meio período	
12 - Você apresenta alguns destes sintomas com frequência?			
<input type="checkbox"/> Olhos secos	<input type="checkbox"/> Olhos lacrimejantes	<input type="checkbox"/> Garganta seca ou irritada	
<input type="checkbox"/> Dor de cabeça	<input type="checkbox"/> Nariz entupido / Coriza	<input type="checkbox"/> Espirros / Coceira Nasal	
<input type="checkbox"/> Dor no peito / Falta de ar			
13 - Como você classifica o ruído existente no seu posto de trabalho ou estudo?			
<input type="checkbox"/> Extremo	<input type="checkbox"/> Alto	<input type="checkbox"/> Moderado	<input type="checkbox"/> Baixo
14 - Você considera seu desempenho afetado pelos efeitos do ruído?			
<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Ocasionalmente	<input type="checkbox"/> Raramente
15 - A sua comunicação com as pessoas ao redor é afetada pelo ruído?			
<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Ocasionalmente	<input type="checkbox"/> Raramente
16 - Você sente necessidade de controlar o ruído ao seu redor?			
<input type="checkbox"/> Sempre	<input type="checkbox"/> Frequentemente	<input type="checkbox"/> Ocasionalmente	<input type="checkbox"/> Raramente
17 - Descreva algum ponto que considere relevante relativo à qualidade do ar e do conforto térmico e acústico de sua estação de trabalho:			