

DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DO AR

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

**Caracterização das estações de
monitoramento de fumaça no interior
do Estado de São Paulo
Estações do município de Limeira**

- 2005 -



ÍNDICE GERAL

1. Introdução	1
2. Classificação das estações de monitoramento.....	1
3. Material Particulado - Fumaça.....	3
4. Caracterização do município	4
4.1 Aspectos gerais.....	4
5. Caracterização das estações	6
5.1. Estação Limeira-Centro	6
5.2. Estação Limeira-Ceset.....	9
6. Microinventário de fontes	12
6.1. Estação Limeira-Centro	12
6.2 – Estação Limeira-Ceset.....	14
7. Tendências de qualidade do ar	15
9. Conclusões e recomendações	20
10. Bibliografia	20
11. Equipe de trabalho	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização das estações Limeira.....	5
Figura 2 – Mapa de localização do entorno da estação	6
Figura 3 – Vista da estação Limeira-Centro – Norte.....	7
Figura 4 – Vista da estação Limeira-Centro – Sul	7
Figura 5 - Vista da estação Limeira-Centro – Leste.....	8
Figura 6 – Vista da estação Limeira-Centro – Oeste	8
Figura 7 – Mapa de localização do entorno da estação	9
Figura 8 – Vista da estação Limeira-Ceset – Norte	10
Figura 9 – Vista da estação Limeira-Ceset – Sul.....	10
Figura 10 – Vista da estação Limeira-Ceset – Leste	11
Figura 11 – Vista da estação Limeira-Ceset – Oeste	11
Figura 12 – Evolução das concentrações médias de fumaça (1993-2002).....	16
Figura 13 – Concentrações máximas de fumaça em Limeira-Centro	16
Figura 14 – Concentrações máximas de fumaça em Limeira Ceset.....	17
Figura 15 – Distribuição dos valores diários de concentração de fumaça da estação Limeira Ceset em 1999.....	17
Figura 16 – Concentrações médias de fumaça por mês	18
Figura 17 – Médias aritméticas de fumaça por dia da semana.....	18

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação das estações em relação ao uso do solo e população exposta.....	2
Tabela 2 – Padrão nacional de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar.	4
Tabela 3 – Estimativa de tráfego de veículos leves e diesel no entorno da estação Limeira-Centro	13
Tabela 4 – Fatores médios de emissão de veículos em uso na RMSP em 2003	13
Tabela 5 - Estimativa de emissão de fontes móveis no entorno da estação Limeira-Centro .	13
Tabela 6 – Estimativa de tráfego de veículos leves e diesel no entorno da estação Limeira-Ceset	14
Tabela 7 - Estimativa de emissão de fontes móveis no entorno da estação Limeira-Ceset...	14

SUMÁRIO

A rede manual de monitoramento da qualidade do ar avalia as concentrações de fumaça em 17 municípios do Estado de São Paulo.

Considerando o crescimento econômico ocorrido no Estado ao longo dos anos, que pode ter ocasionado alterações no uso do solo, mudanças de via de tráfego nos municípios e, conseqüentemente, no entorno das estações, faz-se necessária uma reavaliação das mesmas.

O objetivo deste estudo é caracterizar e reavaliar o entorno das estações medidoras de fumaça instaladas no interior, para posteriormente, redimensionar esta rede visando a otimização do monitoramento. Este relatório apresenta os aspectos relacionados às estações do município de Limeira.

A estação, de acordo com a classificação em relação ao uso do solo e população exposta pode ser classificada como “comercial”, por localizar-se na região central da cidade onde há grande movimentação de pedestres e principalmente tráfego de veículos leves. Quanto à escala espacial de representatividade, o levantamento das principais fontes emissoras no entorno da estação, tanto fixas quanto veiculares, que estão localizadas num raio de 500 metros em torno da estação, indicou que ela é classificada como “média escala”.

1. INTRODUÇÃO

A CETESB mantém, desde a década de 70, redes de monitoramento da qualidade do ar que têm permitido a avaliação das concentrações dos principais poluentes do ar ambiente em diversos municípios no Estado de São Paulo. Basicamente, este monitoramento é realizado por uma rede automática, e por redes manuais de material particulado (Fumaça, Partículas Totais em Suspensão – PTS, Partículas Inaláveis – MP₁₀, e Partículas Inaláveis Finas – MP_{2,5}), e dióxido de enxofre (SO₂).

A rede manual OPS/OMS mede os teores de dióxido de enxofre e fumaça na RMSP (desde 1973) e interior (desde 1986). Os níveis de fumaça continuam sendo medidos pelo mesmo método até os dias de hoje, enquanto que o método de medição de SO₂ foi substituído pelo método de amostrador passivo. As partículas totais em suspensão são medidas desde 1983 na RMSP e Cubatão. Além disto, desde 2001 as partículas inaláveis vêm sendo monitoradas por método manual em algumas cidades do interior de São Paulo.

A rede manual de monitoramento de fumaça avalia as concentrações em 17 municípios do Estado de São Paulo, a saber: São José dos Campos, Taubaté, Ribeirão Preto, Americana, Campinas, Jundiaí, Limeira, Paulínia, Piracicaba, Franca, Itu, Sorocaba, Salto, Votorantim, Araraquara, São Carlos e Santos.

Considerando o crescimento econômico ocorrido no Estado ao longo dos anos, que pode ter ocasionado alterações no uso do solo, mudanças de via de tráfego nos municípios e, conseqüentemente, no entorno das estações, faz-se necessária uma reavaliação das mesmas.

O objetivo deste estudo é caracterizar e reavaliar o entorno das estações medidoras de fumaça instaladas no interior, para posteriormente, redimensionar esta rede visando a otimização do monitoramento.

Embora o trabalho seja de avaliação da rede manual de monitoramento do Estado de São Paulo, este relatório apresenta os aspectos relacionados somente às estações do município de Limeira. Posteriormente, as informações aqui apresentadas serão incorporadas a um relatório geral contendo a análise das demais estações e da rede como um todo.

2. CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO

Considera-se como classificação de uma dada estação de monitoramento o conjunto de informações que permite caracterizar a qualidade do ar que a estação está medindo, principalmente em relação:

- às fontes que a estão influenciando;
- à população que está exposta àquelas concentrações;
- à área de abrangência da estação.

Existem várias classificações utilizadas em diversas estações de monitoramento no mundo inteiro, mas todas elas fornecem informações similares. Utilizou-se neste trabalho uma classificação adaptada, principalmente, das classificações da USEPA (Agência de Proteção Ambiental dos EUA), e da OMS (Organização Mundial da Saúde).

A classificação baseada no uso do solo e população exposta está apresentada na tabela 1.

É importante esclarecer que no caso da rede de monitoramento manual da CETESB, não há estações com objetivo de avaliar concentrações em áreas rurais e nem em ambientes fechados.

TABELA 1 – CLASSIFICAÇÃO DAS ESTAÇÕES EM RELAÇÃO AO USO DO SOLO E POPULAÇÃO EXPOSTA.

Característica da Estação	Descrição
Comercial	Mede a exposição da população em áreas urbanas centrais, áreas de comércio, com grande movimentação de pedestres e veículos;
Residencial	Mede a exposição da população em bairros residenciais e áreas suburbanas das cidades.
Industrial	Em áreas onde as fontes industriais têm grande influência nas concentrações observadas, tanto em longo prazo quanto para avaliação de picos de concentração;
Urbana/concentração de fundo (background)	Em áreas urbanas, localizadas não próximas de fontes específicas, representa as concentrações de fundo da área urbana como um todo;
Próxima de vias de tráfego (veicular)	Localizada próxima de uma via de tráfego, mede a influência da emissão dos veículos que circulam na via (rua, estrada, etc.);
Rural	Mede as concentrações em áreas rurais, deve estar situada o mais distante possível de fontes veiculares, industriais e urbanas;
Ambiente fechado ("indoor")	Mede as concentrações em ambientes domésticos e de trabalho (exceto ambientes ocupacionais).

A área de abrangência, ou seja, a escala espacial de representatividade da estação caracteriza seu entorno, onde os valores medidos podem ser considerados semelhantes. A escala de representatividade de uma estação é baseada nos objetivos de monitoramento da rede e de cada estação individualmente. As escalas espaciais de maior interesse, conforme o objetivo a que se destinam, são:

- **Microescala** – concentrações abrangendo áreas de dimensão de poucos metros até 100 metros;
- **Média-escala** – concentrações para áreas urbanas (poucos quarteirões com características semelhantes), com dimensões entre 100 e 500 metros;

- **Escala de bairro** – concentrações para áreas da cidade (bairros), com atividade uniforme, com dimensões de 500 a 4.000 metros;
- **Escala urbana** – concentrações de cidade ou regiões metropolitanas, da ordem de 4 a 50km;
- **Escala regional** – concentrações geralmente de uma área rural, de geografia razoavelmente uniforme e de dimensões de dezenas a centenas de quilômetros;

No caso das estações de monitoramento de fumaça, preferencialmente, devem estar localizadas em áreas centrais da cidade, com movimentação representativa de pedestres e sujeita à influência de tráfego de veículos no seu entorno. Porém, o monitoramento de fumaça não deve ser realizado em vias de tráfego intenso, uma vez que os resultados podem ser superestimados.

De acordo com a classificação das estações em relação ao uso do solo e população exposta e à escala de representatividade, as estações que monitoram fumaça devem ser, preferencialmente, comercial e média-escala ou escala de bairro.

3. MATERIAL PARTICULADO - FUMAÇA

As características do material particulado em suspensão na atmosfera variam muito em função de sua composição química e física, das fontes de emissão e do tamanho da partícula.

O parâmetro fumaça está associado ao material particulado suspenso na atmosfera proveniente de processos de combustão, como queima de combustíveis em fontes estacionárias, exaustão de veículos automotores, sobretudo a diesel, queimas ao ar livre, etc.. Esta determinação está baseada na medida de refletância da poeira, o que confere a este parâmetro a característica de estar diretamente relacionada ao teor de fuligem na atmosfera.

Os efeitos adversos do material particulado na atmosfera, além de criarem problemas de visibilidade e incômodo, estão associados aos problemas de saúde, incluindo riscos maiores de doenças cardíacas e pulmonares.

Os padrões de qualidade do ar estão definidos na Resolução CONAMA N° 03, DE 28/06/1990. Cada padrão define legalmente um limite máximo para a concentração de cada poluente atmosférico, de modo que seja garantida a proteção da saúde e do bem-estar da população. A tabela 2 apresenta o padrão nacional de qualidade do ar para fumaça, bem como os critérios estabelecidos para episódios agudos de poluição do ar.

O padrão primário representa a concentração que se ultrapassada pode afetar a saúde da população. Pode ser entendido como nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazos. Já o padrão secundário de qualidade do ar representa a concentração abaixo da qual se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como danos à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Pode ser entendido como nível desejado de concentração de poluentes constituindo-se meta a longo prazo. O

objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar.

TABELA 2 – PADRÃO NACIONAL DE QUALIDADE DO AR E CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS DE POLUIÇÃO DO AR.

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Fumaça	24 horas ¹ MMA ²	150 60	100 40	250	420	500

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

2 - Média aritmética anual

4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

4.1 Aspectos gerais

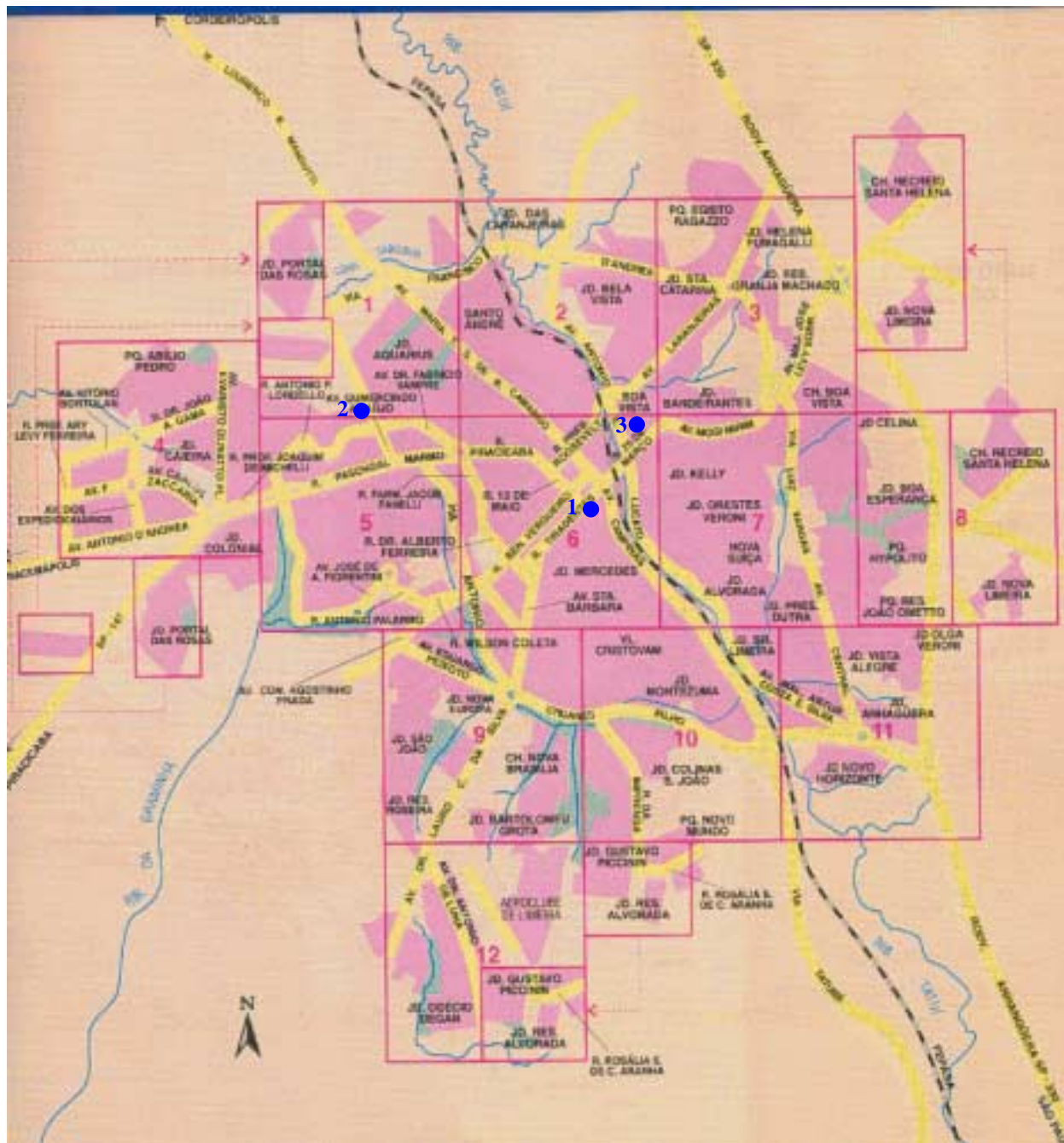
O município de Limeira, com uma área de 597km², localiza-se a 154 quilômetros a noroeste da capital do Estado de São Paulo com uma população em torno de 250 mil habitantes, segundo o último censo.

A cidade possui altitude média de 567 metros e apresenta um clima temperado com inverno seco e temperatura média superior a 22°C no mês mais quente. A precipitação pluviométrica média anual é de 1.000mm. Os ventos predominantes são do quadrante leste-sul.

Limeira conta, atualmente, com aproximadamente 1.000 estabelecimentos industriais, com tamanhos diversificados e produção variada. Possui ainda, uma frota de, aproximadamente, 70.000 veículos leves, 8.000 veículos pesados e 17.000 motocicletas.

Segundo informações da Agência Ambiental de Limeira, a região é afetada pelas queimadas de palha de cana-de-açúcar e também por queimadas urbanas, provenientes da prática de atear fogo em terrenos baldios, em praças não urbanizadas e nos resíduos vegetais resultantes da poda de árvores e capina.

A CETESB mantém na cidade de Limeira duas estações manuais de monitoramento de dióxido de enxofre (SO₂) e fumaça, e uma estação de monitoramento de partículas inaláveis (MP₁₀). As amostragens de fumaça e MP₁₀ são realizadas por um período de 24 horas a cada seis dias e o SO₂ por um período contínuo de 30 dias. Na figura 1 observa-se a localização da estação Limeira-Centro e Limeira-Ceset, sendo a distância entre elas de 2.400m e a estação de MP₁₀ que está localizada a, aproximadamente, 500m a nordeste da estação Centro.



- 1 - Estação de fumaça Limeira –Centro
- 2 - Estação de fumaça Limeira – Ceset
- 3 - Estação de partículas inaláveis (MP₁₀)

Figura 1 – Mapa de localização das estações Limeira.

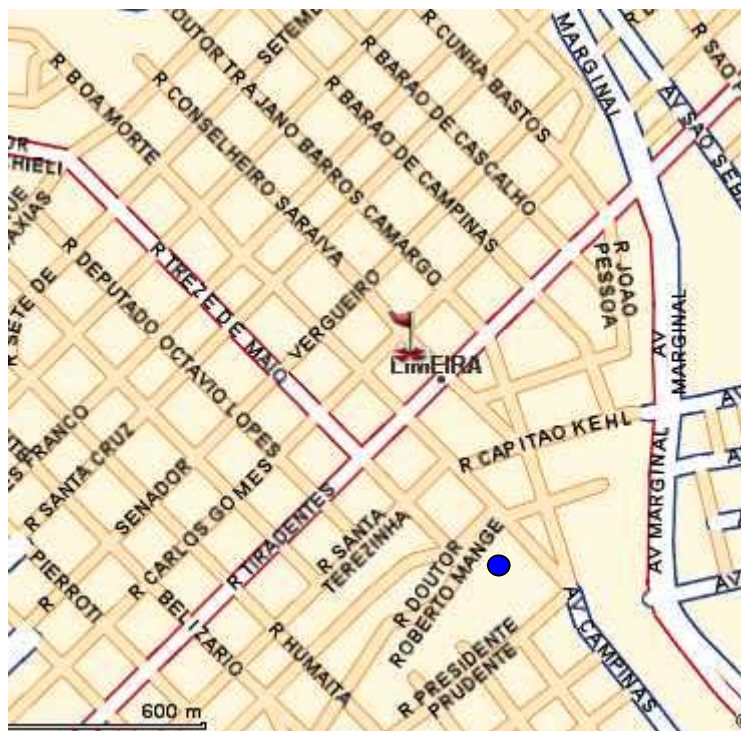
5. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES

5.1. Estação Limeira-Centro

UTM 23K0253240 - 7502404

Altitude 570 metros

A estação Limeira-Centro está localizada na Praça Vereador Vitório Bortolam Filho. A figura 2 apresenta o mapa com as ruas do entorno da estação.



● Estação manual de fumaça – Limeira - Centro

Figura 2 – Mapa de localização do entorno da estação

Fonte: www.apontador.com.br

As figuras 3 a 6 apresentam fotografias do entorno da estação nas direções norte, sul, leste e oeste.

Na direção norte, apresentada na figura 3, encontra-se a 15 metros a Rua Dr. Roberto Mange. Na face sul da estação (figura 4), observa-se o interior da Praça Vereador Vitório Bortolam Filho.



Figura 3 – Vista norte da estação Limeira-Centro



Figura 4 – Vista sul da estação Limeira-Centro

Na figura 5, vista da face leste, observa-se que a estação esta voltada para o interior da Praça Vereador Vitório Bortolam Filho sendo que as árvores, obstáculos mais próximos nesta direção, encontram-se a cerca de 5 metros de distância, com alturas que variam de 8 a 15 metros.



Figura 5 - Vista leste da estação Limeira-Centro

Na face oeste (figura 6), observa-se, a 15 metros, para nordeste, a esquina das Ruas Boa Morte com Sebastião Toledo Barros, vias de tráfego intenso. Entre a estação e a Rua Boa Morte, encontra-se, a 8 metros de distância, uma árvore com, aproximadamente, 10 metros de altura. Na Rua Boa Morte está instalado um ponto de ônibus distante 16 metros da estação.



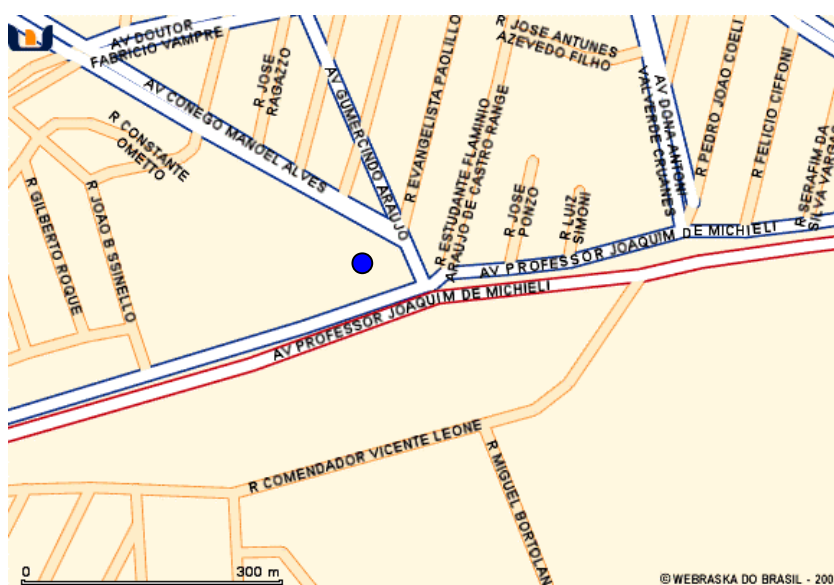
Figura 6 – Vista oeste da estação Limeira-Centro

5.2. Estação Limeira-Ceset

UTM 23K0250949 - 7502966

Altitude 580 metros

A estação Limeira-Ceset está localizada no Centro de Ensino Superior de Tecnologia – Campus UNICAMP, na Av. Cônego Manoel Alves nº 129. A figura 7 apresenta o mapa com as ruas do entorno da estação.



● Estação manual de fumaça – Limeira - Ceset

Figura 7 – Mapa de localização do entorno da estação

Fonte: www.apontador.com.br

As figuras 8 a 11 apresentam fotografias do entorno da estação nas direções norte, sul, leste e oeste.

Na direção norte, apresentada na figura 8, não há obstáculos. A nordeste da estação encontra-se a 30 metros, a Rua Cônego Manoel Alves. Na face sul da estação (figura 9), localiza-se a 30 metros, a Rodovia Limeira-Piracicaba (SP 147 – Av. Profº Joaquim de Michieli), via de tráfego intenso, inclusive com circulação de veículos pesados.



Figura 8 – Vista norte da estação Limeira-Ceset



Figura 9 – Vista sul da estação Limeira-Ceset

Na figura 10, vista da face leste, observa-se a 20 metros de distância a Rua Paschoal Marmo, via de acesso ao Campus da UNICAMP.

Na face oeste (figura 11), observa-se a 25 metros de distância a Avenida Gumercindo Araújo, via de tráfego intenso.



Figura 10 – Vista leste da estação Limeira-Ceset



Figura 11 – Vista oeste da estação Limeira-Ceset

6. MICROINVENTÁRIO DE FONTES

Para avaliar o impacto das fontes na estação, foram levantadas as fontes prioritárias de material particulado no entorno da estação. Deve-se considerar que a fumaça representa apenas uma fração deste material particulado e que esta fração pode variar de fonte para fonte dependendo do tipo de emissão da mesma.

6.1. Estação Limeira-Centro

Fontes Fixas

Esta estação não possui fontes fixas significativas no seu entorno. No entanto, localiza-se a 300 metros à leste da estação a indústria Companhia União dos Refinadores de Açúcar e Café (Açúcar União). Segundo a Agência Ambiental de Limeira, em fevereiro de 2000 a empresa efetuou a troca do combustível em suas caldeiras, quando foi alterado de óleo/bagaço de cana para gás natural.

Fontes Móveis

As fontes móveis mais importantes nas proximidades da estação, e consideradas neste estudo, são os veículos que trafegam nas ruas Boa Morte e Dr. Sebastião Toledo de Barros.

A contagem de veículos que circulam nas proximidades da estação teve por objetivo estimar a ordem de grandeza da contribuição das fontes móveis na composição total das emissões no entorno do local. Para tanto, em 04/08/2004 (dia útil), nas ruas Boa Morte e Dr. Sebastião Toledo de Barros, foram efetuadas duas contagens, em função da direção do fluxo de veículos, considerando os veículos leves (veículos movidos a álcool e veículos movidos a gasolina C que contém 22% de álcool anidro e 600ppm de enxofre – massa), diesel e motocicletas. A primeira contagem foi realizada de manhã, das 10h50 às 11h05 e outra no período da tarde, das 13h40 às 13h55, no mesmo ponto.

Para o cálculo do volume de tráfego diário dos veículos leves e diesel, expandiu-se essas contagens para 60 minutos e calculou-se a média dos valores obtidos. Adotou-se como critério que essa média horária é válida entre 6h e 22h e que no horário complementar há uma redução de 70% no volume de tráfego. Para o cálculo do volume anual, considerou-se 52 semanas no ano e redução de 50% no tráfego aos sábados e domingos. No caso das motos, a média diária foi calculada levando-se em conta as médias horárias entre 9h e 18h e mantendo-se os mesmos critérios dos veículos leves e diesel. O volume de tráfego estimado é apresentado na tabela 3.

TABELA 3 – ESTIMATIVA DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS LEVES E DIESEL NO ENTORNO DA ESTAÇÃO LIMEIRA-CENTRO

Via	Fonte	Volume de tráfego	Volume de tráfego
		diário	anual
Rua Boa Morte x Sebastião Barros	Veículos leves	19.946	6.225.000
	Veículos diesel	1.509	470.000
	Motocicletas	3.510	1.095.000

Para a estimativa de emissão das fontes móveis, considerou-se os fatores de emissão de veículos em uso, na RMSP, em 2003, conforme tabela 4.

TABELA 4 – FATORES MÉDIOS DE EMISSÃO DE VEÍCULOS EM USO NA RMSP EM 2003

Tipo de veículo	MP g/km
Gasolina-C	0,08
Diesel	0,81
Motocicletas	0,05

Observa-se na tabela 5, que a estimativa total de material particulado das emissões de fontes móveis no município é baixa devido a pequena circulação de veículos no seu entorno.

TABELA 5 - ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE FONTES MÓVEIS NO ENTORNO DA ESTAÇÃO LIMEIRA-CENTRO

LOCAL	FONTE	Material Particulado t/ano
Rua Boa Morte x Sebastião Barros*	Gasolina C	0,10
	Diesel	0,08
	Motocicletas	0,01
	Total	0,19

* fonte linear de 200m

6.2 – Estação Limeira-Ceset

Fontes Fixas

Esta estação não possui fontes fixas significativas no seu entorno.

Fontes Móveis

As fontes móveis mais importantes nas proximidades da estação, são os veículos que trafegam na Avenida Gumercindo Araújo e na Rodovia Limeira/Piracicaba. Foram considerados neste estudo os veículos que transitam na Rodovia, no sentido Limeira-Piracicaba e os veículos que chegam à rótula da Rodovia, vindos pela Av. Gumercindo Araújo. A contagem de veículos foi realizada de acordo com o critério utilizado na contagem na estação Limeira-Centro, no mesmo dia e períodos. A primeira contagem foi realizada das 11h30 às 11h45 e a outra no período da tarde, das 14h15 às 14h30, no mesmo ponto. O volume de tráfego estimado é apresentado na tabela 6.

TABELA 6 – ESTIMATIVA DE TRÁFEGO DE VEÍCULOS LEVES E DIESEL NO ENTORNO DA ESTAÇÃO LIMEIRA-CESET

Via	Fonte	Volume de tráfego diário	Volume de tráfego anual
Av. Gumercindo Araújo X Rodovia Limeira/Piracicaba	Veículos leves	32.642	10.185.000
	Veículos diesel	6.587	2.055.000
	Motocicletas	4.752	1.485.000

Para a estimativa de emissão das fontes móveis, considerou-se os fatores de emissão de veículos em uso, na RMSP, em 2003, conforme tabela 4.

TABELA 7 - ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE FONTES MÓVEIS NO ENTORNO DA ESTAÇÃO LIMEIRA-CESET

LOCAL	FONTE	Material Particulado t/ano
Av. Gumercindo Araújo X Rodovia Limeira/Piracicaba*	Gasolina C	0,16
	Diesel	0,33
	Motocicletas	0,01
	Total	0,49

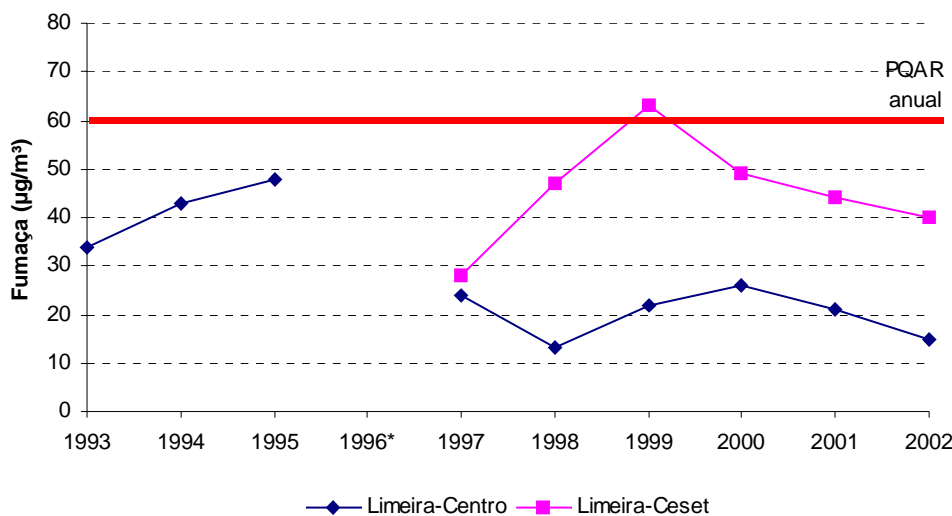
* fonte linear de 200m

7. TENDÊNCIAS DE QUALIDADE DO AR

A estação Limeira-Centro opera desde 1986 e Limeira-Ceset desde 1996, sendo que as análises de tendência de qualidade do ar foram feitas somente para os últimos dez anos. Em 2003, todos os dados foram invalidados por problemas de operação. As médias aritméticas anuais de fumaça obtidas nas duas estações do município de Limeira estão apresentadas na figura 12.

As médias aritméticas anuais observadas na estação Limeira-Centro foram inferiores ao padrão anual de qualidade do ar ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$). Em 1997 observou-se uma queda significativa nos níveis de fumaça em relação a 1995, provavelmente, devido à intensificação no Programa de Fiscalização de Fumaça Preta em todo o Estado de São Paulo. A partir de 2000, observou-se nova tendência de queda nas concentrações de fumaça, que pode estar relacionada à mudança do combustível nas caldeiras da Indústria Açúcar União para gás natural.

Na estação Limeira-Ceset foram observados valores médios de concentração maiores que na estação Limeira-Centro, devido a estação Ceset estar localizada ao lado da Rodovia SP 147 que possui tráfego maior de caminhões. Em 1999, ocorreu ultrapassagem do padrão anual de qualidade do ar ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$). Naquele ano, foi feita uma intervenção na Avenida Gumercindo Araújo, que retirou parte da calçada próxima à estação e alterou o comportamento do tráfego de veículos pesados, fazendo com que os mesmos permanecessem muito tempo aguardando para acessar a Rodovia. A partir de 2000, observou-se uma tendência de queda nas concentrações de fumaça, que está associada a uma segunda intervenção no cruzamento, com a construção de uma rotatória que reduziu o tempo de espera dos veículos pesados na Avenida Gumercindo Araújo.



* Não atendeu ao critério de representatividade de dados

Figura 12 – Evolução das concentrações médias de fumaça (1993-2002)

Nas figuras 13 e 14 estão apresentadas as máximas concentrações diárias de fumaça nas estações Limeira-Centro e Limeira-Ceset, respectivamente. Observou-se uma ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$) na estação Limeira-Centro em 1995 e uma queda nos valores máximos a partir de 1997. Na estação Limeira-Ceset não foi observada ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$), inclusive em 1999 quando foi observada ultrapassagem do padrão anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$). Observou-se que a partir de 1999 não há diferenças significativas entre as máximas do ano. Na figura 15, que apresenta a distribuição de freqüência de concentração diária de fumaça em 1999 na estação Limeira-Ceset, observou-se que, aproximadamente, 80% dos valores encontraram-se acima de $45\mu\text{g}/\text{m}^3$.

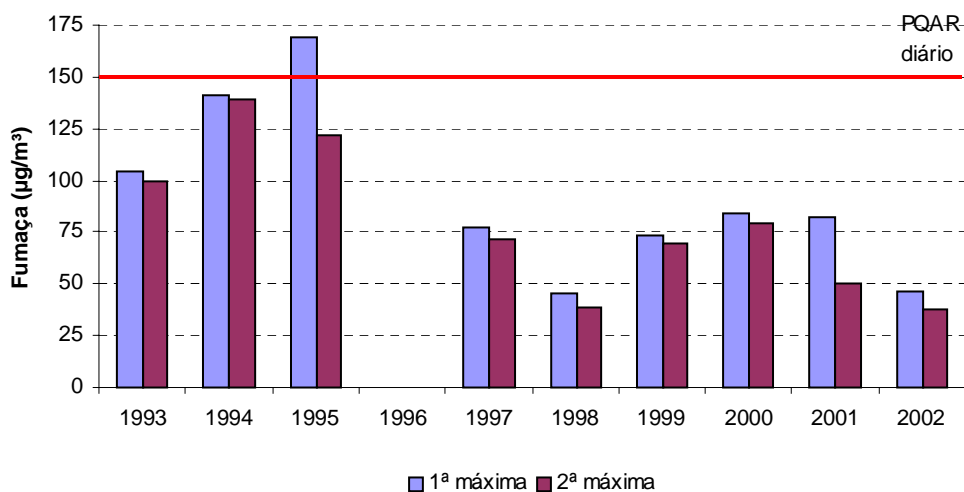
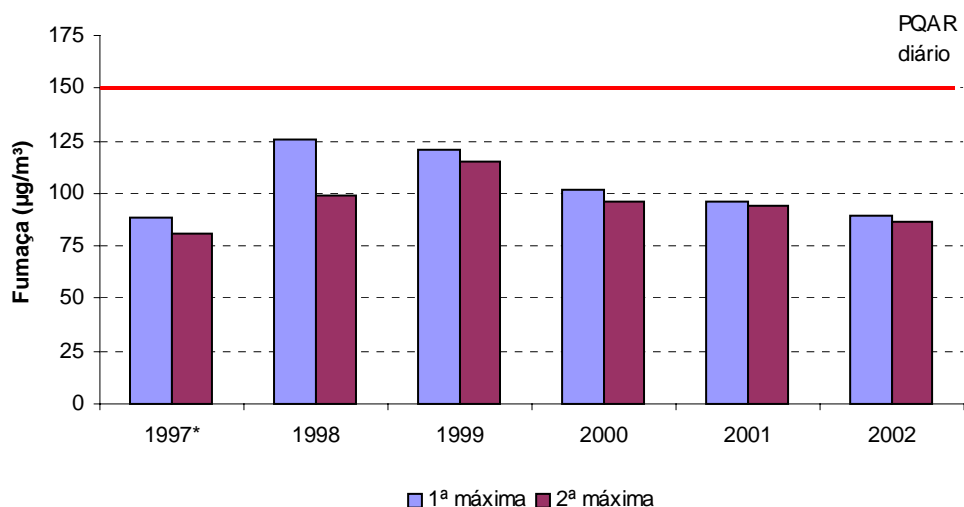


Figura 13 – Concentrações máximas de fumaça em Limeira-Centro



(*) não atendeu ao critério de representatividade

Figura 14 – Concentrações máximas de fumaça em Limeira Ceset

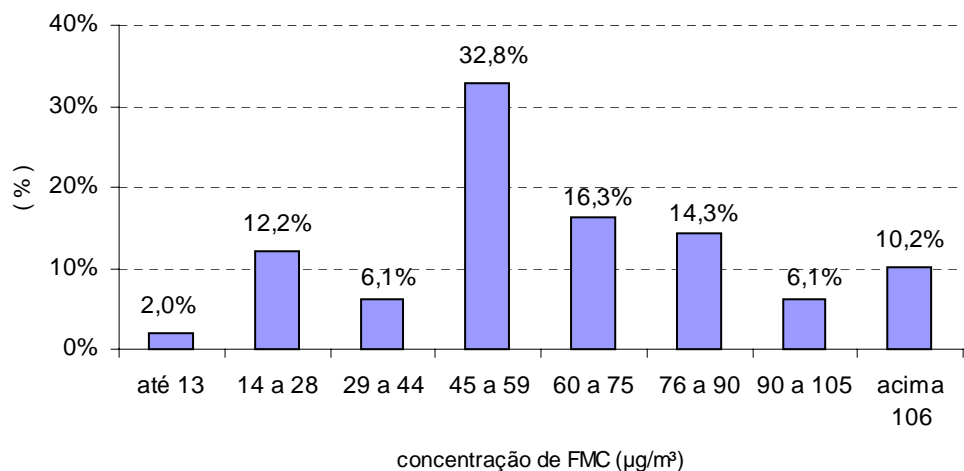


Figura 15 – Distribuição dos valores diários de concentração de fumaça da estação Limeira Ceset em 1999.

A figura 16 apresenta as concentrações médias de fumaça por mês. Observou-se, em ambas estações, que os maiores valores ocorreram no período de inverno onde, em geral, as condições meteorológicas são menos favoráveis à dispersão de poluentes devido a maior ocorrência de calmarias por várias horas, inversões térmicas mais próximas da superfície e uma menor precipitação pluviométrica. Na estação Ceset, apesar de também terem sido observados maiores valores nos meses de inverno, não se observou queda acentuada nos outros meses, como na estação Centro.

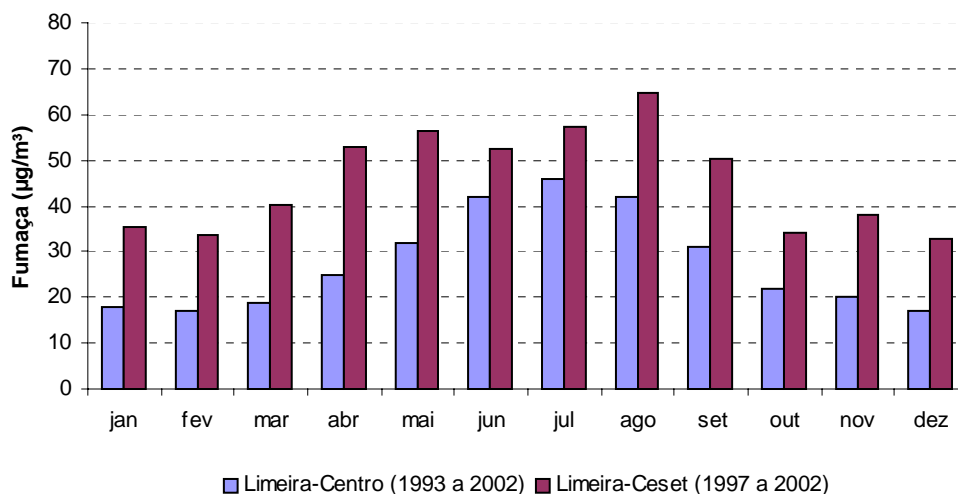


Figura 16 – Concentrações médias de fumaça por mês

A figura 17 apresenta a distribuição por dia da semana das concentrações médias de fumaça nas estações Limeira Centro e Ceset. Pode-se observar que as concentrações foram menores no domingo nas duas estações. Na estação Centro, essa queda pode ser atribuída, provavelmente, pela diminuição do tráfego local devido, principalmente, ao fechamento do comércio. Na estação Ceset, observou-se uma diminuição nas concentrações desde o sábado, devido, provavelmente, a menor circulação de veículos pesados no acesso à Rodovia SP 147.

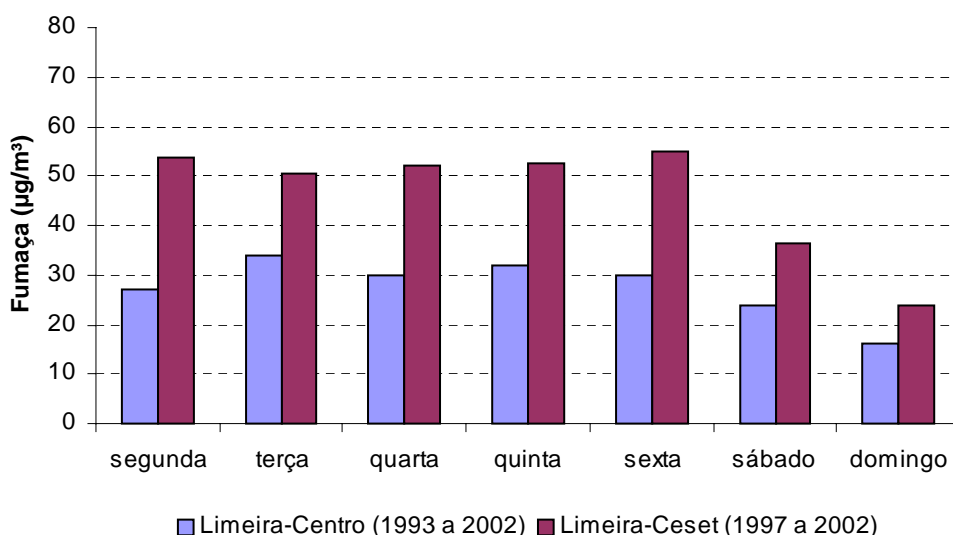


Figura 17 – Médias aritméticas de fumaça por dia da semana

Analisando-se os dados de fumaça, observou-se que a estação Limeira - Centro sofre a influência das emissões veiculares do seu entorno, uma vez que o perfil das concentrações de fumaça por dia da semana mostrou concentrações menores aos domingos, quando ocorre significativa diminuição no volume de tráfego. Embora esta estação esteja localizada numa área onde não há grande movimentação de pedestres, pode ser classificada, em relação ao uso do solo e população exposta, como comercial, por localizar-se na região central da cidade com tráfego de veículos leves e pesados. Com relação à escala espacial de representatividade a estação é de “média escala”, que representa poucos quarteirões com características semelhantes a uma distância entre 100 e 500 metros.

A estação Limeira – Ceset sofre ainda mais a influencia das fontes móveis, uma vez que a estimativa de emissão dessas fontes no seu entorno próximo é cerca de duas vezes maior que a estimativa da estação Centro e o perfil das concentrações de fumaça por dia da semana também mostrou concentrações menores nos finais de semana. De acordo com a classificação em relação ao uso do solo e população exposta, a estação pode ser classificada como veicular, por localizar-se bem próxima à rodovia SP 147. Em relação a escala espacial de representatividade, pode ser considerada de “microescala”, pois a estação recebe, predominantemente, a contribuição das fontes localizadas em um raio de 100 metros.

8. PARTÍCULAS INALÁVEIS

A estação de partículas inaláveis (MP_{10}) opera desde março de 2002, no vale do Ribeirão Tatu, à R. São Sebastião, 120, dentro do pátio do Batalhão Comunitário Boa Vista.

O parâmetro partículas inaláveis é definido como o material particulado cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a $10\mu m$, podendo ser emitido por veículos automotores, processo de queima de biomassa, durante a operação de processos industriais, ressuspensão da poeira do solo, etc.

As partículas inaláveis, além de criarem problemas de visibilidade e incômodo, estão associadas à problemas de saúde, incluindo riscos maiores de doenças cardíacas e pulmonares.

No monitoramento realizado no inverno de 2003 foram observadas duas ultrapassagens do padrão diário de qualidade do ar ($150\mu g/m^3$) sendo o maior valor encontrado $156\mu g/m^3$. Neste mesmo ano, a concentração média anual foi de $58\mu g/m^3$, ultrapassando o padrão anual de qualidade do ar ($50\mu g/m^3$). Embora próximos aos padrões, esses valores demonstraram uma deterioração da qualidade do ar no município com relação a este poluente.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Analisando-se os dados da estação Limeira-Ceset, conclui-se que:

- a estação foi classificada como veicular e de microescala;
- as concentrações observadas ficaram abaixo do padrão de qualidade do ar de 24h ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$), mas foi observada uma ultrapassagem do padrão anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$) em 1999;
- a estação não se encontra em local adequado ao monitoramento de fumaça por estar muito próxima a via de tráfego intenso.

Recomenda-se que a estação Ceset opere somente até dezembro de 2004, e então seja desativada.

Após análises dos dados da estação Limeira-Centro, concluiu-se que:

- a estação foi classificada como comercial e de média-escala;
- as concentrações observadas ficaram abaixo do padrão anual ($60\mu\text{g}/\text{m}^3$) de qualidade do ar e houve apenas uma ultrapassagem do padrão de 24h ($150\mu\text{g}/\text{m}^3$), em 1995.

Em função da proximidade dessa estação com a estação que mede partículas inaláveis (MP_{10}), cujo parâmetro também avalia o material particulado proveniente de processos de combustão, e que o MP_{10} apresenta ultrapassagem do padrão anual de qualidade, já indicando uma deterioração da qualidade do ar por este poluente, recomenda-se que a estação seja desativada em 2005 e, somente a estação de MP_{10} continue operando em Limeira.

10. BIBLIOGRAFIA

- United States Environmental Agency (US-EPA): Code of Federal Regulation, 40 – Pt.58 – Ambiente Air Surveillance. Ed. 1996.
- World Health Organization (WHO) – Guidelines for Air Quality – Geneva – 1999.
- Decreto Estadual nº 8468/76.
- Resolução CONAMA nº 03/90.
- CETESB - Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo – 2003.
- CETESB - Caracterização das Estações da Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar na RMSP – Estação São Caetano do Sul.
- Site www.limeira.sp.gov.br/secretarias/municipio/index.htm
- CETESB – Avaliação dos Teores de Partículas Inaláveis (MP_{10}), no Município de Limeira – 2003-2004.



11. EQUIPE DE TRABALHO

Carlos Eduardo Negrão – ETQT

Clarice Aico Muramoto - ETQM

Cristiane Ferreira Fernandes Lopes - ETQA

Roseli Sachi – ETQI

Silmara Regina da Silva – ETQI

Yoshio Yanagi – ETQI

Supervisão: Maria Helena R. B. Martins - ETQA

Colaboração:

Agência Ambiental de Limeira – CPc-LI