

# DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR AMBIENTE DA PEDREIRA MUNICIPAL DE SANTA HELENA - ANTÔNIO RAFAEL TIBOLA

Caroline Cichoski, Grazielle de Souza, Juliano Roberto Biesdorf,  
e-mail [capopck@hotmail.com](mailto:capopck@hotmail.com),

**Palavras-chave:** qualidade do ar, concentração de PTS, amostras, Hi-Vol.

## Resumo

O ar é um dos elementos mais abundantes e importantes da natureza, entretanto a atividade antrópica acaba por intensificar a poluição do ar com o lançamento contínuo de grandes quantidades de substâncias poluentes (OLIVEIRA, 1982). Em geral, a maior contribuição da carga de poluentes está associada ao setor de transportes; em seguida, o setor industrial assume importante contribuição.

O objetivo do controle da poluição do ar é preservar a saúde e o bem-estar do homem, no presente e no futuro. Além da proteção das plantas e dos animais, a prevenção das propriedades físicas do meio natural e das interferências ao seu uso. Para tanto, foram selecionados pontos de amostragem na Pedreira Municipal de Santa Helena – Antonio Rafael Tibola; analisando-se Partículas Totais em Suspensão (PTS) efetuada por amostrador de grande volume (Hi-Vol), construído por acadêmicos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, no ano de 2006, segunda a norma NBR 9547:97. As amostras foram analisadas com o auxílio de uma balança analítica para serem determinadas as concentrações de PTS nos locais amostrados. As concentrações locais foram analisadas em função dos parâmetros de padrão primário e secundário estabelecidos em lei.

## Introdução

A habilidade da sociedade em causar significantes distúrbios ao meio ambiente é um fenômeno recente e fortemente influenciado pelo crescimento demográfico e desenvolvimento tecnológico. O homem primitivo vivendo em menor número e realizando sua prática cotidiana com baixo consumo de matéria e energia não alterou significativamente o seu ambiente natural.

Como ressaltou KEMP (1994), a população total mudou muito pouco por milhares de anos e o domínio sobre o meio ambiente começou a se tornar um desafio à sobrevivência. Essencial para aquele desafio foi o desenvolvimento da tecnologia que induziu o uso cada vez mais intenso de recursos materiais e energia.

O homem, portanto, ao longo de sua trajetória e conseqüente intensificação no uso de materiais tem contribuído para o processo de

poluição atmosférica através da liberação de efluentes ou emissões gasosas.

A poluição atmosférica, entretanto, não é um processo recente e de inteira responsabilidade do homem, tendo a própria natureza se encarregado, durante milhares de anos, de participar ativamente deste processo com o lançamento de gases e materiais particulados originários de atividades vulcânicas e tempestades, dentre algumas fontes naturais de poluentes.

A atividade antrópica, por sua vez, acaba por intensificar a poluição do ar com o lançamento contínuo de grandes quantidades de substâncias poluentes (OLIVEIRA, 1982). Em geral, a maior contribuição da carga de poluentes está associada ao setor de transportes; em seguida, o setor industrial assume importante contribuição.

No Brasil, a exemplo do que ocorre com a maioria dos países em desenvolvimento, a maior parte das grandes instalações industriais como refinarias, pólos petroquímicos e siderúrgicas, responsáveis pelas emissões de poluentes para a atmosfera, está concentrada em áreas urbanas (PUC, 2002). As ações de controle em âmbito nacional estão concentradas na existência de padrões de qualidade de ambiental estabelecidos pelas resoluções CONAMA. A regulamentação da emissão de poluentes gerados por grandes fontes estacionárias ocorre em grande parte nas fases do licenciamento ambiental.

Logo, a Legislação brasileira estabeleceu padrões de qualidade do ar para concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS) para curtos e longos períodos. Para o período de 24 horas (curto) existe o padrão de qualidade do ar primário ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), cujas concentrações de poluentes que ultrapassem esse padrão poderão afetar a saúde da população e o secundário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) no qual as concentrações de poluentes atmosféricos estão abaixo do que se prevê para o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à flora e a fauna. Para longos períodos foram estabelecidas as médias geométricas anuais nos valores de  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (primário) e  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (secundário).

Para tanto, o amostrador de grande volume (Hi-Vol) é o instrumento indicado e recomendado para a medição da concentração de material particulado total em suspensão de acordo com as normas pertinentes.

O objetivo deste trabalho foi estudar a poluição atmosférica por material particulado em suspensão, abordando a determinação da concentração de partículas totais em suspensão (PTS) e a sua compatibilização com a legislação ambiental, envolvendo basicamente a análise do ar ambiente da Pedreira Municipal de Santa Helena – Antônio Rafael Tibola.

#### *Padrões de qualidade do ar*

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são: fornecer dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica quando os níveis de poluentes possam representar

risco à saúde pública; avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem estar das pessoas; acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devida as alterações nas emissões dos poluentes (CETESB, 1998).

No entanto, para atingir esses objetivos, torna-se necessária a fixação de padrões legais para o monitoramento da qualidade do ar.

Segundo CETESB (1998), um padrão de qualidade do ar define legalmente um limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos produzidos por poluentes específicos e são fixados níveis que possam proporcionar uma margem de segurança adequada.

### *Padrões brasileiros de qualidade do ar*

No Brasil, o monitoramento da poluição atmosférica e o controle da qualidade do ar são previstos por legislação, a qual prevê o estabelecimento de padrões nacionais de qualidade do ar. A abrangência desses padrões está voltada para os principais poluentes atmosféricos, ditos como indicadores da qualidade do ar (dióxido de enxofre, partículas em suspensão, monóxido de carbono, oxidantes fotoquímicos expressos como ozônio, hidrocarbonetos e dióxido de nitrogênio).

Na Resolução CONAMA nº 03/90, são estabelecidos dois padrões de qualidade do ar:

- Padrões primários: definem concentrações de poluentes que protegem exclusivamente a saúde da população.
- Padrões secundários: definem as concentrações de poluentes que protegem o bem - estar da população, a fauna a flora e o meio ambiente em geral.

Define ainda um nível de qualidade do ar (conhecido por “prevenção de deterioração”) que não pode ser excedido numa área geográfica específica. Embora seja chamado de “incremento” sobre a linha de base da qualidade do ar, é na realidade um padrão terciário.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Devem ser aplicados à áreas de preservação (parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.).

Não se aplicam, pelo menos em curto prazo, a áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II, III, conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários.

Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA nº 03/90 são apresentados na tabela 1. Os parâmetros que foram regulamentados são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça,

partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

**Tabela 1 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	PADRÃO SECUNDÁRIO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	MÉTODOS DE MEDIÇÃO DE REFERÊNCIA
Partículas totais em suspensão	24 horas <sup>(1)</sup>	240	150	Hi – Vol
	MGA <sup>(2)</sup>	80	60	
Dióxido de enxofre	24 horas <sup>(1)</sup>	365	100	Pararosanilina
	MAA <sup>(3)</sup>	80	40	
Monóxido de carbono	1 hora <sup>(1)</sup>	40.000	40.000	Infravermelho não disperso
	8 horas	35 ppm 10.000 (9ppm)	35 ppm 10.000 (9 ppm)	
Ozônio	1 hora <sup>(1)</sup>	160	160	Quimiluminescência
Fumaça	24 horas <sup>(1)</sup>	150	100	Refletância
	MAA <sup>(3)</sup>	60	40	
Partículas inaláveis	24 horas <sup>(1)</sup>	150	150	Separação Inercial/Filtração
	MAA <sup>(3)</sup>	50	50	
Dióxido de nitrogênio	1 hora <sup>(1)</sup>	320	190	Quimiluminescência
	MAA <sup>(3)</sup>	100	100	

(1) Não deve ser exercido mais que uma vez ao ano.

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

Fonte: Resolução CONAMA nº 03/90 de 28/06/90

Padrões nacionais da qualidade do ar para diversos autores como CETESB (1998), propõem uma subdivisão do material particulado, considerando duas classes de partículas: as partículas totais em suspensão (PTS) – referindo –se às partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 50  $\mu\text{m}$  – e as partículas inaláveis (PI) – referindo-se às partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente menor que 10  $\mu\text{m}$ .

A Resolução CONAMA nº 03/90 de 28/06/90 estabelece padrões nacionais de qualidade do ar específico para o material particulado em suspensão, tanto para períodos curtos de exposição – médias de 24 horas – como para períodos longos – médias anuais. No âmbito desse trabalho deteremos no estudo do poluente denominado partículas totais em suspensão (PTS). A tabela a seguir apresenta os valores desses padrões, para as duas classes de material particulado, juntamente com os respectivos critérios para episódios agudos de poluição do ar.

**Tabela 2 – Padrões Nacionais de Qualidade do Ar para Material Particulado**

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PADRÃO SEDUNDÁRIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CRITÉRIOS PARA EPISÓDIOS AGUDOS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
				Atenç. Alerta	Emerg.	
PARTÍCULAS TOTAIS EM SUSPENSÃO	24 h <sup>(1)</sup>	240	150	375	625	875
PARTÍCULAS INALÁVEIS	MGA <sup>(2)</sup>	80	60	250	420	500
	MMA <sup>(3)</sup>	50	50			

(1) Não deve ser exercido mais que uma vez ao ano.

(2) Média geométrica anual.

(3) Média aritmética anual.

Fonte: Resolução CONAMA nº 03/90 de 28/06/90

### Hi-Vol

O Hi-Vol utilizado neste projeto é de propriedade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, sendo que, foi construído por acadêmicos da própria universidade como trabalho de conclusão de curso.

Para elaboração e construção de tal equipamento, utilizou-se a norma da ABNT 9547: 1997, a qual refere-se a: Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume.

O método operacional consiste na aspiração de certa quantidade de ar ambiente que passa por um filtro – de fibra de vidro - instalado dentro de um compartimento abrigado, durante um período de amostragem de 24 horas. A vazão de ar é passada por este filtro, o valor apresentado pela diferença do peso da tara do filtro inicialmente à amostragem, e o peso do filtro após a amostragem já com o material particulado aprisionado em sua malha é utilizado para o cálculo das Partículas Totais em Suspensão – PTS. Através deste método é possível determinar concentrações baixíssimas de partículas em suspensão.

A relação entre a massa de material particulado e a vazão registrada na concentração de partículas na atmosfera é expressa em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . O peso do material particulado retido nos filtros é calculado pela diferença de peso no filtro antes e após a coleta, posteriormente ao processo de desumidificação dos elementos em dessecadores apropriados.

Já para análise em laboratório do particulado coletado, utilizou-se os seguintes materiais:

- Balança Analítica com precisão de 0,001 g;
- Dessecador;
- Filtro de fibra de vidro – específico para análise em Hi-Vol.

Os acadêmicos, construtores deste equipamento, em testes de funcionamento do aparelho concluíram que tal não poderia ser usado durante 24 horas, conforme a norma de análise da ANBT. Isto dá-se por se tratar de um motor de aspirador de pó doméstico, o qual é recomendado uso

de duas horas sem interrupção, para evitar que o motor super aqueça. Com isso, realiza-se cálculo de correção da vazão.

### *Estudo e amostragem do ambiente*

A existência da Pedreira Antonio Rafael Tibola; localizada no município de Santa Helena data-se de 1982. Atualmente, ela funciona por meio de desmonte de rocha e seu posterior beneficiamento produzindo brita e pó-de-pedra, dentro de uma faixa granulométrica. O mercado consumidor básico é constituído pelas obras de construção civil e pavimentação.

A seleção do local das amostragens seguiu um padrão de critérios básicos que envolveram características de representatividade da amostra e condições de infra-estrutura do local, tais como: local com segurança contra danos e injúrias ao equipamento, local com disponibilidade de energia elétrica; local de acesso disponível e fácil; situado em setores próximos à área de circulação de funcionários.

Logo, os locais escolhidos para amostragem foram:

Local 1: Lateral esquerda do britador principal – britador de mandíbulas, pois este realiza a primeira britagem das pedras..

Local 2: Lateral esquerda do escritório. Este local foi escolhido devido ao fluxo de funcionários.

Local 3: Pátio de britagem. Este local foi escolhido devido ao fluxo de funcionários.

### *Coleta de dados*

O procedimento adotado foi baseando-se na norma ABNT (1997) para um programa de amostragem de MPS através do método do amostrador de grande volume.

Os procedimentos adotados para amostragem foram:

1. Numerou-se cada filtro, próximo a borda, com um número de identificação;
2. Foi checado cada filtro contra uma fonte de luz para observar se não havia furos, partículas ou outras imperfeições;
3. Mantemos cada filtro no ambiente de condicionamento (estufa) por 24 horas para equilíbrio da umidade;
4. Após esse período, o filtro foi pesado em uma balança analítica e anotada sua massa inicial (mi) e o número de identificação do filtro no formulário de amostragem.
5. O filtro após pesado foi acondicionado em um recipiente plástico para ser transportado até o local de amostragem;
6. Ligou-se o Hi-Vol 5 minutos antes do teste, a fim de se estabelecerem as condições de temperatura de funcionamento;
7. Instalou-se o filtro (numerado e pré-pesado), no porta-filtro;

8. Foi anotado no formulário de amostragem os dados de identificação (local, data inicial de amostragem, número do filtro, horário inicial da amostragem);
9. Iniciou-se a amostragem na qual teve seu início e o término de tal forma que o Hi-Vol funcionou por duas horas em todas as análises;
10. Ao término das duas horas desligou-se o Hi-Vol e removeu-se cuidadosamente o filtro carregado, tocando somente em sua borda;
11. O filtro foi dobrado ao meio, de tal forma que somente as superfícies amostradas do filtro entrem em contato entre si, e em seguida foi colocado em um envelope plástico;
12. Anotou-se no formulário de amostragem, horário final da amostragem;
13. Manteve-se o filtro amostrado em um ambiente de condicionamento por 24 horas para equilíbrio da umidade;
14. Imediatamente após o equilíbrio, pesou-se o filtro novamente, e anotado sua massa final (mf) no formulário de amostragem.



**Figura 1 – Pedreira Municipal de Santa Helena – Antonio Rafael Tibola**  
Fotografia (a): vista panorâmica da Pedreira Municipal de Santa Helena – PR (2007)  
Fotografia (b): Equipamento para amostragem HI-VOL (2007)  
Fotografias: Grazielle de Souza

## Conclusões

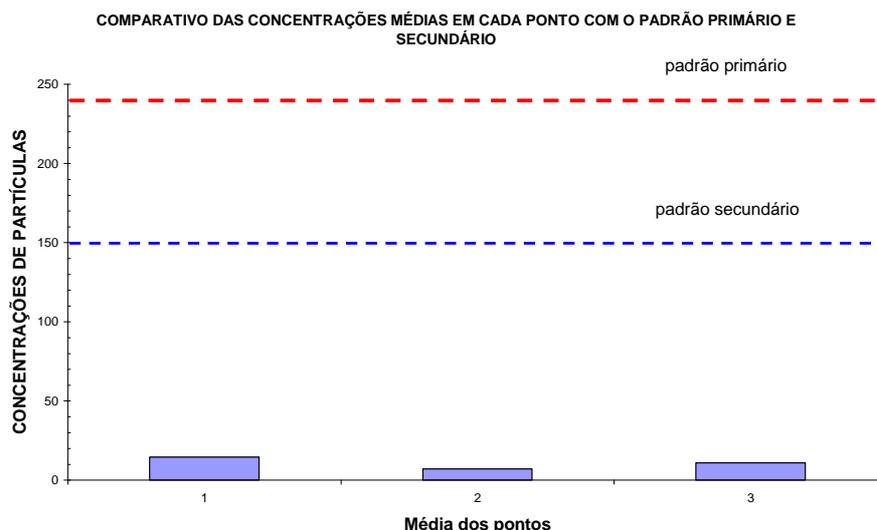
Durante as análises, a Pedreira Municipal não operava com capacidade normal, pois apenas o britador principal estava em funcionamento. Devido problemas nos equipamentos, quatro rebitadores e peneiras não operaram naquele mês.

Ressalta-se que, o clima estava com humidade do ar muito baixa e ventos fortes.

Devido a tais fatos é que concluímos a baixa concentração de PTS presente no ar ambiente da Pedreira.

**Tabela 3 – Concentração obtida durante as amostragens**

PONTOS	LOCAL	CONCENTRAÇÃO (N $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
PONTO 1 Britador primário	Filtro 1	17,59
	Filtro 2	13,75
	Filtro 3	12,36
PONTO 2 Escritório	Filtro 4	8,52
	Filtro 5	6,80
PONTO 3 Pátio de britagem	Filtro 6	6,11
	Filtro 7	9,48
	Filtro 8	13,05
	Filtro 9	10,13



**Figura 2 – Comparativo das concentrações médias em cada ponto com o padrão primário e secundário.**

Concluímos que, o equipamento funciona com eficiência, porém não com eficácia, uma vez que não foi possível fazer testes conforme a legislação determina para comparação, pois tal equipamento não possui muitos componentes existentes em modelos de HI-VOL comerciais, os quais são responsáveis por controles tais como vazão, tempo de funcionamento e pressão.

Deve-se destacar também que, o motor utilizado não é o ideal, pois trata-se de um motor de aspirador de pó, com a mesma função, porém com uma potência superior ao padrão, resultando em uma vazão maior. É importante ressaltar que para motores de aspiradores devem ser utilizados por duas horas sem desligá-lo para evitar que o motor queime. Em virtude

desse fato, as análises foram realizadas por duas horas. Logo, o motor utilizado não é o adequado para fazer uma amostragem de vinte e quatro horas, conforme cita a norma.

Os resultados, mesmo sem valor legal, demonstram que um ambiente como a Pedreira Municipal de Santa Helena está adequada aos padrões ambientais vigentes de emissão de particulados. Porém, no momento das análises esta não operava com sua capacidade normal.

## Referências

Associação Brasileira De Normas Técnicas. Material particulado em suspensão no ar ambiente – Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume – NBR 9547. Rio de Janeiro, 1997.

Assunção, J. V. Poluição atmosférica. In: CASTELLANO, E. G., ED. Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias. São Paulo, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1998. p. 271- 308.

B.,Kurfurst,J.,1987, Air Pollution Control Technology,Amsterdam-Oxford-New York,Elsevier.

Braile, V. V. et. al Poluição do ar causada pela operação de pedreiras no município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Saúde Ocupacional. V. 7, n. 27, p. 204 – 218, jul./set. 1979.

Cavalcanti, P.M.S., 2003, Avaliação dos Impactos Causados na Qualidade do Ar pela Geração Termelétrica.Tese de M.Sc.,COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ,Brasil.

CETESB -Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, 1998. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. São Paulo, 1998.

CONAMA (1989), Resolução CONAMA nº 05, Dispõe sobre o Programa Nacional da Poluição do Ar – PRONAR – Data da Legislação: 15/06/89.

CONAMA (1990), Resolução CONAMA nº 03, Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no – PRONAR – Data da Legislação: 28/06/90.

CONAMA (1990b), Resolução CONAMA nº 08, Dispõe sobre padrões de emissão para instalação de novas fontes de combustão externa do ar, previstos no – PRONAR – Data da Legislação: 28/06/90.

CONAMA (1997), Resolução CONAMA 237, Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecido na Política Nacional de Meio Ambiente – Data da Publicação: 22/12/1997.

Eston, S. M. Impactos ambientais na mineração: gases e aerossóis. In: Companhia De Tecnologia De Saneamento Ambiental.

Godish, T. Air quality. 2 ed. Chelsea, Lewis, 1991.

Kemp, D.D.Global Environment Issues - A Climatological Approach. 2 ed.USA, Routledge,1994.

Landsberger, S.; Biegalski, S. Analysis of organic particulate pollutants by nuclear methods. In: Kouimtzis, T.; Samara, C., eds. Airbone particulate matter. Berlin, Springer – Verlag, 1995

Neto, T. L. A. Problemas gerados por extração de rochas e propostas para mitigação do impacto sonoro. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006. p. 16 – 23.

United nations enviroment programme/ world health organization. Gems/air Metodology review handbook series. MAirobi, UNEP/ Geneva, WHO, 1994. v. 3: Measurement of suspended particulate matter in ambient air.

Wileke, K.; Baron, P. A., EDS. Aerosol measurement: principles techniques and applications. New York, Van Nostrand Reinhold, 1993.