

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NAS DEPENDÊNCIAS DE INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR LOCALIZADA NA CIDADE DE CARUARU

Mayara Geisemery da Silva Torres*, Maria Edjane Ferreira de Santana, Luana Karoline de Lima, Gustavo Severino Heleno da Silva, Deivid Sousa Figueiroa.

* Centro Universitário Tabosa de Almeida, Caruaru-PE, mayara1992engenharia@gmail.com

RESUMO

As atividades antrópicas são responsáveis por emissões de poluentes atmosféricos que comprometem a qualidade do ar, entre essas atividades destacam-se a produção industrial e as emissões veiculares, principalmente nos grandes centros urbanos. Sendo o município de Caruaru cidade pólo da região Agreste do Estado de PE, abriga diversas indústrias e possui frota veicular que já alcançou a razão de 1(um) veículo para cada 2 (dois) habitantes. A cidade destaca-se por abrigar grande número de instituições de ensino e por oferecer os mais diversos serviços e produtos que atraem diariamente grande fluxo de pessoas e veículos vindos de outras localidades, o que contribui para o aumento da poluição do ar. A queima de combustíveis é um problema enfrentado pelo meio ambiente e a preocupação não deve se restringir às emissões do dióxido de carbono (CO₂) uma vez que dessa queima também se origina o material particulado (PM), resíduo de alta toxicidade e que causa danos ao meio ambiente e à saúde humana, causando principalmente doenças relacionadas ao sistema respiratório, como o desenvolvimento de asma em crianças, irritação das vias aéreas, tosse e dificuldades na respiração. Assim, o monitoramento desse tipo de emissão é de grande importância para compreender os impactos causados por essas fontes poluidoras e nesse sentido, julgou-se relevante a realização do monitoramento das concentrações desse poluente nas dependências de uma instituição de ensino superior, em decorrência do grande número de pessoas que circulam em seu *campus*. A Resolução nº 003/90 do CONAMA estabelece os padrões de qualidade do ar para 7 (sete) indicadores, entre eles o de Partículas Totais em Suspensão (PTS) e a NBR 9547:1997 (ABNT) especifica o método de ensaio para determinação da concentração mássica de PTS através da utilização de Amostrador de Grande Volumes (AGV-PTS), equipamento utilizado no estudo que foi realizado durante o período de 10 de agosto a 10 de setembro de 2016. Os resultados obtidos mostraram que a para o indicador PTS, de acordo com o CONAMA a qualidade do ar no *campus* pode ser classificado como Padrão Secundário de Qualidade do ar, com concentrações abaixo das quais é previsível ocorrência de mínimo efeito adverso ao bem-estar da população, e danos mínimos à fauna, à flora, aos materiais e meio ambiente, em geral.

PALAVRAS-CHAVE: Material particulado, qualidade do ar, análise, monitoramento do ar.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Derisio (2012), a poluição do ar nos centros urbanos, tornou-se um dos fatores que comprometem a qualidade de vida da população afetando sua saúde e causando danos aos materiais, às propriedades atmosféricas, à vegetação e também à economia.

A qualidade do ar que as pessoas respiram é frequentemente comprometida pelo aumento da população associado a aspectos socioeconômicos (Guimarães, 2011). Segundo Vieira (2009), em todo o mundo a poluição do ar continua sendo uma causa preocupante para a população. A crescente urbanização, a necessidade de locomoção e conseqüentemente o aumento do consumo de energia, aumentam as concentrações dos poluentes na atmosfera.

Nas grandes áreas urbanas, as atividades antropogênicas são as maiores responsáveis pela poluição do ar. Entre essas atividades destacam-se as atividades industriais e as emissões veiculares. As Ações de controle e o estabelecimento de padrões de qualidade de ar, reduziram as emissões por parte das indústrias, no entanto, as mesmas ações aliadas ao uso de combustíveis alternativos e a melhorias tecnológicas nos veículos não são suficientes para reduzir as emissões veiculares em virtude do aumento da frota e também do aumento dos quilômetros dirigidos (VIEIRA, 2009). De acordo com a United States Environmental Protection Agency - US EPA (2006) o material particulado é qualificado pela mistura de partículas sólidas ou líquidas encontradas no ar. Certas partículas a exemplo das poeiras ou resíduos são visivelmente vistos a olho nu, outras apenas com auxílio de microscópios eletrônicos, como é o caso do MP 2,5 que são partículas com diâmetro de 2,5 micrômetros ou menos e o MP10, partículas com diâmetro entre 2,5 e 10 micrômetros. Tal material pode ser emitido de forma direta para o meio ambiente ou se formar na atmosfera a partir de emissões primárias de gases.

Em geral as partículas MP10 ou de maior diâmetro geralmente são emitidas espontaneamente no ar, enquanto as partículas MP 2,5 são constituídas por emissões gasosas. Devido ao diâmetro pequeno as partículas MP10 representam potenciais riscos à saúde humana e por isso auferem maior rigidez da fiscalização de órgãos nacionais e internacionais de meio ambiente. Em decorrência disso, são facilmente inaladas durante a respiração e ocasionam várias doenças

respiratórias, resultando muitas vezes na morte, além dos efeitos adversos que causam ao meio ambiente como desconforto visual, danos a fauna e flora, avaria nas edificações, poluição dos solos e das águas, entre outros.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, no ano de 2014 a cidade de Caruaru possuía uma população estimada em 342 mil habitantes e de acordo com dados do Departamento Nacional de Trânsito – DENATRAN, no mês de maio de 2016 a frota já havia superado a marca de 150 mil veículos.

Neste sentido, delimitou-se como objeto de estudo uma instituição de Ensino Superior, localizada no bairro universitário, no município de Caruaru, pelo elevado número de pessoas distribuídas nos três *campus* da instituição. Diante do exposto, percebe-se a necessidade de conhecer e estimar os níveis de poluição atmosférica nesses locais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POLUIÇÃO DO AR

Com o crescimento da atividade antrópica, a partir da Revolução Industrial (séc XVIII), iniciou-se o processo de mudança das características e concentrações dos poluentes alterando as propriedades da atmosfera e promovendo a poluição do ar.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 03 de 1990 estabelece que as concentrações de poluentes atmosféricos são padrões da qualidade do ar. Quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, além de ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.

2.2 PRINCIPAIS POLUENTES DO AR

Segundo a Resolução nº 03/90 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA):

“Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com amplitude e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; II - inconveniente ao bem-estar público; III - danoso aos materiais, à fauna e flora. IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.”

Os poluentes do ar podem ser gases ou particulados. Quanto aos particulados, estes podem ser classificados como poeira, vapor, névoa, fumaça ou spray. Entre os mais importantes poluentes gasosos destacam-se o monóxido de carbono (CO), os hidrocarbonetos (C_xH_y), o ácido sulfídrico (H₂S), os óxidos de nitrogênio (NO), o ozônio (O₃) e outros oxidantes e óxidos de enxofre, e por fim o dióxido de carbono (CO₂) em razão do efeito que exerce sobre o clima, sendo um dos gases de efeito estufa (VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M., 2013).

Quanto ao material particulado, Derisio (2012) afirma que um dos efeitos causados pelo material particulado na atmosfera é de efeito estético, pois compromete a visibilidade nos grandes centros urbanos e causa danos materiais através do processo de corrosão e da deposição de sujeira em superfícies como edifícios e tecidos.

Entre os materiais particulados encontram-se: asbestos (amianto), metais, gás fluorídrico (HF), amônia (NH₃), gás sulfídrico (H₂S), pesticidas, herbicidas e substâncias radioativas (BRAGA et al., 2005).

2.3 MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

Elemento essencial para a vida, o ar precisa ser limpo assim como a água que bebemos e por isso, necessitamos ter a segurança que o ar que respiramos está dentro dos padrões que garantam a segurança e a saúde das pessoas (VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M., 2013).

Entre os danos causados à saúde pela poluição do ar estão: doenças agudas ou morte, doenças crônicas, alterações na ventilação dos pulmões ou no transporte de oxigênio pela hemoglobina contida no sangue, entre outras complicações (Derisio, 2012).

3. METODOLOGIA

3.1 AMOSTRAGEM

As partículas em suspensão foram coletadas por um Amostrador de Grande Volume Para Partículas Totais em Suspensão (AGV-PTS) conforme figura 1, de acordo com o método de amostragem estabelecido pela Resolução nº 003/90 do CONAMA. O equipamento foi instalado em uma plataforma com 2 metros de altura, em relação ao solo, e à distância mínima de 20 m de árvores, em conformidade com as instruções da NBR 9547:1997(ABNT).

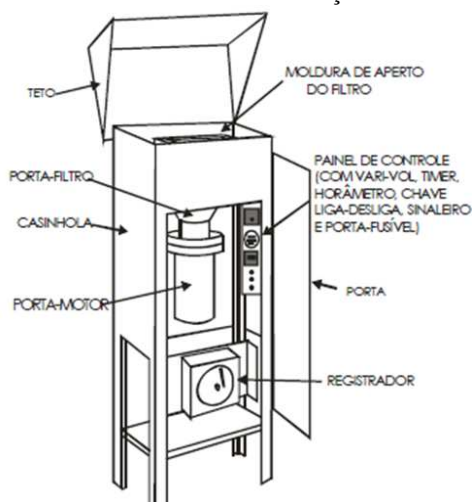


Figura 1: Amostrador de grande volume (AGV). Fonte: Manual de Operação da Energética Ind. e Com. LTDA (2012)



Figura 2: Local de Instalação do AGV-PTS. Fonte: Google maps

Para cada ensaio, foram utilizados filtros de fibra de vidro, com eficiência de coleta superior a 99,9 para partículas acima de 0,3 μm , baixíssima higroscopia, presença desprezível de material aglutinante e resistência a temperaturas de até 540°C. Os filtros após selecionados, foram enumerados, dessecados por período mínimo de 24 horas, com a umidade relativa (UR) mantida constante em torno de um valor médio abaixo de 50 %, variação de não mais que ± 5 % durante todo o tempo de condicionamento. Já a temperatura, foi mantida constante em torno de um valor médio entre 23 e 28 °C. Após serem dessecados, os filtros tiveram o peso inicial aferido e foram acondicionados em envelopes individuais. Para registro da vazão de ar foram utilizadas cartas gráficas. Cada ensaio teve duração de 24 horas e após as leituras os dados registrados nas cartas gráficas e o resultado da carga líquida de PTS nos filtros foram utilizados para os cálculos da concentração de partículas contidas nas amostras analisadas.

3.2 ANÁLISE DA VAZÃO DE ENTRADA DAS PARTÍCULAS

O formato do teto do amostrador apresenta de forma proposital aberturas laterais, por onde a corrente de ar flui, impulsionado pelo moto-aspirador para dentro do AGV, a uma certa velocidade. É esta velocidade do fluxo de ar que determina o ponto de corte das partículas. Maior velocidade, maior o ponto de corte; menor a velocidade, menor o ponto de corte.

O design do teto influencia o ponto de corte das partículas, que é também afetado pela direção e velocidade dos ventos incidentes no aparelho que infelizmente não é dotado de controlador. Portanto, quando em operação, sua vazão é livre para variar em função das flutuações na tensão de linha, das flutuações na direção e velocidade dos ventos e da perda de carga através do filtro, sendo monitorada indiretamente por um transdutor de pressão (registrador de vazão). A correlação entre a vazão e a deflexão da pena no registrador, normalmente na forma de uma reta, e é obtida por meio de um calibrador secundário.

Por exigência de norma, a vazão durante a amostragem deve ser mantida dentro dos seguintes limites:

Vazão mínima de 1,1 m³/min.

Vazão máxima de 1,7 m³/min.

A vazão imprimida pelo aparelho, dentro da faixa de 1,1 m³/min. a 1,7 m³/min., bem como a geometria da entrada da casinhola, dependendo da velocidade e da direção do vento, favorecem a coleta de partículas de até 25-50 µm (diâmetro aerodinâmico).

3.3 TEMPERATURA, PRESSÃO E UMIDADE

Condições de temperatura e pressão devem ser levadas em conta durante todo o processo de amostragem, com o auxílio de índices meteorológicos no local é possível obter médias mais precisas durante a amostragem. Segundo orientações do manual fornecido pela Energética (2012), os erros decorrentes das flutuações diárias da temperatura ambiente e da pressão barométrica são relativamente pequenos, comparados com os efeitos da altitude na pressão barométrica e das alterações sazonais na temperatura ambiente, de modo que é possível se utilizar em muitas regiões, onde as alterações de temperatura e pressão não são significativas, as médias sazonais, semestrais ou mesmo anuais. Tendo em vista que a cidade de Caruaru apresenta tais características utilizaram-se as medidas sazonais para o cálculo do quantitativo total das partículas em suspensão.

3.4 ANÁLISE DA AMOSTRA

Os filtros foram pesados antes e após as coletas para se determinar o ganho líquido em massa. O volume de ar amostrado, corrigido para condições padrões de 25°C e 760 mmHg foi determinado a partir das vazões medidas e dos tempos das amostragens.

Para determinação da concentração das partículas totais em suspensão no ar ambiente utilizou-se a Equação 1.

$$PTS = (10^6) \frac{M_l}{V_p} \quad (1)$$

Onde:

PTS = concentração de partículas totais em suspensão, µg/m³

M_l = ganho líquido de PTS no filtro durante a amostragem, g

V_p = volume total de amostrado em unidade padrão de volume, m³ padrão

10⁶ = fator de conversão, µg/g

Foram realizadas as leituras e registros das cartas gráficas em cada um dos 24 intervalos de 60 minutos.

Os dados foram então registrados numa planilha Excel, fornecida pelo fabricante do equipamento AGV-PTS para determinação da concentração de partículas totais em suspensão.

DADOS DA AMOSTRAGEM							
Nº da Amostragem:	HVP-12/001	Período:	08/08/16	a	09/08/16		
Local:	Energética - Rio	Hora:	0:00	a	0:00		
Nº do Filtro:	004/2016	Tipo de filtro:	Fibra de vidro				
DADOS DO AMOSTRADOR							
Nº do Amostrador:	HVP-1125	Horâmetro:					
Nº do Registrador:	RP4-1326	Nº timer:					
DADOS DA CALIBRAÇÃO DO AGV PTS							
Calibrado c/ CPV Nº:	CPV-0151	Última calibração do AGV PTS:	01/04/12				
Inclinação (a2):	1,648	Intecepto (b2):	-0,0367	Correlação (r2):	0,9957		
ANOTAÇÕES DE CAMPO							
T3=	22,00	°C	P3=	761,00	mm Hg	Tp = 298 K Pp=760 mm Hg	
Leitura inicial horâmetro:	4.443,45	horas	Leitura final horâmetro:	4.467,45 horas			
Diferença de leituras do horâmetro:	24,00	horas	Diferença em minutos:	1.440,0 minutos			
DADOS DO VOLUME							
Número	Temp	Pressão	Vazão	Intervalo	Volume		
Intervalo	Deflexão	(°C)	(mm Hg)	(m3/min)	(min)	(m3)	
1	6,40	20,3	761,00	1,5706	60	94,24	
2	6,40	19,4	761,00	1,5767	60	94,60	
3	6,00	18,8	761,00	1,5227	60	91,36	
4	6,00	18,4	761,00	1,5202	60	91,21	
5	6,20	18,0	761,00	1,5395	60	92,37	
6	6,20	17,5	761,00	1,5354	60	92,13	
7	6,00	17,6	761,00	1,5088	60	90,53	
8	6,00	17,6	761,00	1,5051	60	90,31	
9	6,00	16,8	761,00	1,5031	60	90,19	
10	5,90	18,0	761,00	1,4920	60	89,52	
11	6,00	19,8	761,00	1,5026	60	90,16	
12	6,00	20,8	761,00	1,5039	60	90,23	
13	6,20	22,9	761,00	1,5329	60	91,97	
14	6,00	24,5	761,00	1,5144	60	90,86	
15	5,80	25,3	761,00	1,4933	60	89,60	
16	5,60	26,8	761,00	1,4709	60	88,25	
17	6,00	27,6	761,00	1,5762	60	94,57	
18	6,40	27,1	761,00	1,6272	60	97,63	
19	6,00	27,8	761,00	1,5762	60	94,57	
20	6,30	27,3	761,00	1,6146	60	96,87	
21	6,30	25,5	761,00	1,6146	60	96,87	
22	6,20	23,1	761,00	1,6019	60	96,11	
23	6,00	21,5	761,00	1,5762	60	94,57	
24	5,60	20,2	761,00	1,5235	60	91,41	
Volume total de ar em condições padrão =						2.220,15	m3

Dados da Pesagem				
	Peso inicial (Mi):	2,7730	g	
	Peso final (Mf):	2,9160	g	
	Peso líquido (MI):	0,1430	g	
Dados da Concentração de Partículas Totais em Suspensão (PTS)				
	Concentração (PTS):	64,41	µg/m ³	

Figura 3: Planilha de Excel, utilizada para cálculo das concentrações PTS. Fonte: Dados de Pesquisa

4. RESULTADOS

Na tabela 1 podem ser visualizados os valores de concentração de PTS em cada um dos ensaios. Para o cálculo dessas concentrações de partículas totais em suspensão no ar ambiente, aqui simbolizado por PTS, dividiu-se a massa de partículas coletada pelo volume de ar amostrado: $PTS = (10^6) \times M_T / M_V$, onde: *PTS* = concentração de partículas totais em suspensão em µg/m³, *MI* = ganho líquido de PTS no filtro durante a amostragem em g, *Vp* = volume total de amostrado em unidade padrão de volume em m³ padrão e 10^6 = fator de conversão em µg/m³.

Tabela 1: Concentrações PTS nos filtros. Fonte: Dados da pesquisa.

Filtro Nº	Concentração PTS (µg/m ³)
2016/001	64
2016/002	91
2016/003	78
2016/004	64
2016/005	83
2016/006	71

5. CONCLUSÃO

A resolução CONAMA 003/1990 estabelece em seu Art. 3º como padrão de qualidade de ar para Partículas Totais em Suspensão como Padrão Secundário a concentração média de 24 (vinte e quatro) horas, de 150 (cento e cinquenta) µg/m³ de ar, concentração que não deve ser excedida mais de uma vez por ano. Os resultados obtidos mantiveram-se dentro dos níveis de concentrações estabelecidos pela norma e conclui-se que a qualidade do ar nas dependências da instituição se enquadra no Padrão Secundário de Qualidade do Ar Para Partículas Totais em Suspensão, sendo previstos mínimos efeitos danosos à fauna, flora, aos materiais, ao meio ambiente como um todo e também ao bem-estar das pessoas que frequentam a instituição de ensino superior, objeto do monitoramento da qualidade de ar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9547 – Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume.** Rio de Janeiro. ABNT,1997.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 9547 – Material particulado em suspensão no ar ambiente - Determinação da concentração total pelo método do amostrador de grande volume.** Rio de Janeiro. ABNT,1997.
- BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, pág. 168-208, 2005.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre a qualidade do ar, previstos no PRONAR. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 22 ago. 1990. Disponível em:<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390.html>>. Acesso em 19 de ago. de 2016.
- DENATRAN – DEPARTAMENTO NACIONAL DE TRÂNSITO. *Frota 2015.* Disponível em:<<http://www.denatran.gov.br/frota2016.htm>>. Acesso em: 19 de set. de 2016.
- DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental.** 4. ed atual. São Paulo: Oficina de Textos, p. 112 - 164, 2012.
- DIAS.J.W.C. **Manual de Operação AGV PTS.** 6. ed. Rio de Janeiro: Energética Ind. e Com. LTDA, 2012.Disponível em: <http://www.energetica.ind.br/pdf/Manual_PTS_Rev_06.pdf>. Acesso em 16 de ago. 2016.
- GUIMARÃES, A. L. I. **Estudo Sobre As Relações Entre As Doenças Respiratórias E A Poluição Atmosférica E Variáveis Climáticas, Na Cidade De Curitiba, Paraná, Brasil.** Tese apresentada ao Curso de Pós graduação em Engenharia Florestal, UFP- CURITIBA 2011.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=260410&search=pernambuco|caruaru> . Acesso em 19 de set. de 2016.
- US EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Particle pollution and your health.** Estados Unidos: US EPA, 2006. 2p. folheto informativo em arquivo pdf.
- VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M. **Introdução à Engenharia Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, pág. 271-280,2013.
- VIEIRA, N. R. **Poluição do ar: indicadores ambientais.** Rio de Janeiro: E-papers, pág. 15-61,2009.