

# **ESTUDOS INICIAIS SOBRE A SITUAÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NA AVENIDA TREZE DE MAIO EM FORTALEZA – CEARÁ: UM COMPARATIVO ENTRE OS MESES DE JUNHO DE 2009 E JUNHO DE 2010**

**Natália NOGUEIRA ROCHA<sup>1</sup>; Sarah SILVA DE OLIVEIRA<sup>2</sup>; Luiz Claudio RIBEIRO  
FILHO<sup>3</sup>; Adeildo CABRAL DA SILVA<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: natyno@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: sarinhah\_5@hotmail.com

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: luizclaudio87@hotmail.com

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará, Av. Treze de Maio, 2081 – Benfica CEP: 60040-531 - Fortaleza - CE, e-mail: adeildocabral@gmail.com

## **RESUMO**

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa que tem o apoio da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico – FUNCAP e estuda a situação da poluição atmosférica na Avenida Treze de Maio, Fortaleza – Ceará, uma via de intensa urbanização e tráfego. São apresentados os resultados do monitoramento das emissões de monóxido de carbono (CO), relacionando sua dispersão no meio com os elementos meteorológicos: temperatura e umidade relativa do ar. Os resultados aqui apresentados são referentes aos meses de junho/2009 e junho/2010, compreendendo assim o verão destes dois anos. Para obtenção dos dados apresentados neste trabalho foram utilizados sensores da marca HOBO, modelo H-11 para monitoramento de Monóxido de Carbono e uma estação meteorológica automática modelo H-21 001 para os valores de temperatura e umidade relativa do ar. Os níveis de CO monitorados foram comparados ao índice de qualidade do ar elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, com base nos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela Resolução CONAMA 03/90. Pode-se inferir que em todos os dias de monitoramento a qualidade do ar classificou-se como boa, não sendo prejudicial à saúde da população.

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica, Fortaleza e elementos climatológicos.

## **1. INTRODUÇÃO**

A poluição do ar pode ser entendida com a presença, na atmosfera, de substâncias que: causem prejuízos ao homem, aos animais, aos vegetais e à vida microbológica: provoquem danos aos materiais; interfiram no gozo da vida e no uso da propriedade, de acordo com Mota (2000).

No Brasil os padrões para os níveis de poluição atmosférica foram estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente (IBAMA) e aprovado pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução CONAMA nº03/90, na qual diz em seu parágrafo único que se entende como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, 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 flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A poluição atmosférica agrava-se consideravelmente devido ao avanço da civilização em suas atividades impactantes ao meio ambiente como as indústrias e os transportes automotivos que tem em comum o fato de liberarem poluentes durante o processo de queima de combustíveis fósseis.

Os principais tipos de fontes de poluição, segundo Derísio (2007), são estacionárias, móveis, naturais (emissores de poluentes primários) e reações químicas na atmosfera (emissores de poluentes secundários).

Neste trabalho, foi enfatizando emissões do poluente primário, CO, por fontes móveis, como por exemplo, veículos movidos a gasolina, a álcool e a diesel, devido a Avenida Treze de Maio, ser uma via de intensa urbanização e tráfego.

Entre as causas que provocam o consumo excessivo de combustíveis encontramos os motores termodinamicamente ineficientes, pois um motor de automóvel, por exemplo, converte somente cerca de 30% da energia primária contida no combustível, perdendo o restante da energia na forma de calor na água de refrigeração, no escapamento etc. Em condições de marcha lenta, nos congestionamentos de tráfego, por exemplo, uma parte menor ainda de 10 a 15% da energia primária do combustível é usada para propelir o veículo (MATTOS, 2001).

Diante do aumento da frota de veículos na cidade de Fortaleza, justifica-se o monitoramento das emissões de monóxido de carbono (CO) por parte da equipe de trabalho que desenvolve a presente pesquisa, haja vista este ser o poluente mais emissivo pelos veículos automotores, chamados de fonte móveis de poluição. Além do mais, a CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) alista-o como um dos principais poluentes considerados indicadores da qualidade do ar.

Para auxiliar na compreensão da população com relação à qualidade do ar em uma determinada região, companhias ambientais como, a CETESB, desenvolveram índices de qualidade do ar que são ferramentas matemáticas que simplificam o processo de divulgação da qualidade do ar após a realização de um monitoramento.

O presente trabalho faz uso dessas ferramentas para a comparação da qualidade do ar em uma região de intensa urbanização da cidade de Fortaleza, Ceará (latitudes extremas “de 03° 43’ 02” S “e 038° 32’ 35” O – GOOGLE EARTH, 2010) durante o mês de junho de dois mil e nove e o mês de junho de dois mil e dez, compreendendo o período de verão.

Para a realização deste estudo preliminar optou-se como objeto de monitoramento a região do entorno da instituição federal de ensino superior IFCE, compreendida pelo corredor da Avenida Treze de Maio. Esta, por sua vez, está em uma área central da cidade de Fortaleza e é uma localidade de densa ocupação do solo, tráfego contínuo e constatação de poucas áreas verdes remanescentes.

Como objetivos específicos, temos: Estudo para instalação dos sensores de registros (fixos); levantamento bibliográfico sobre a temática estudada; realizar monitoramento automático dos níveis de poluição atmosférica na cidade de Fortaleza, Ceará; desenvolver um sistema de banco de dados digital, para facilitar posteriores análises.

Esta pesquisa é um trabalho de iniciação científica apoiada pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP, que está sendo desenvolvida em conjunto com o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e o Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental – LERCA/IFCE.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1 Localização**

A cidade de Fortaleza localiza-se na porção Norte do Estado do Ceará, ocupando uma área de 336 Km<sup>2</sup> e abriga uma população de 2.431.415 mil habitantes, segundo dados do IBGE (2007).

De acordo com Silva & Cavalcanti (2002), a localização do Estado do Ceará próximo à linha do Equador (latitudes extremas de 03°43’02”S e 7°49’47”S – GOOGLE EARTH, 2009) favorece uma intensa insolação durante todo o ano e, dessa maneira, muito calor, caracterizando-o como uma área típica de climas tropicais.

A temperatura média anual nas áreas mais litorâneas é da ordem de 26° C a 27° C com máximas situando-se com maior frequência, entre 31° C e 32° C. A frota de automóveis na cidade é de, aproximadamente 680 mil veículos (DETRAN – CEARÁ, 2010).

A elevada motorização, o transporte individual, os congestionamentos de grandes extensões nos horários de pico, a redução da velocidade média do trânsito nos corredores de tráfego, o maior gasto de combustíveis são questões que fazem parte da realidade dos centros urbanos (OLIVEIRA, 2009).

A escolha de pontos para obtenção de dados incluiu conhecer os pontos críticos de congestionamento, a fim de implantar os sensores usados no monitoramento de modo a possibilitar dados consistentes.

No que tange à localização para o monitoramento, foi escolhida a Avenida Treze de Maio que representa via de intensa urbanização, de circulação de veículos e de corredor de atividades da área urbana da cidade.

## 2.2 Equipamentos

Para as medições de monóxido de carbono foi utilizado o sensor HOBO H-11 (figura 1), que é composto por três filtros que captam os níveis de monóxido de carbono presentes na atmosfera quando em amplo espaço aberto, num raio de 1500 m<sup>2</sup>.

Para as medições de temperatura em graus Celsius e umidade relativa do ar em porcentagem, foi utilizado o sensor HOBO H-08 (figura 3).

Esses dois sensores encontram-se na mini-estação de monitoramento automático (figura 2) localizada no IFCE – Fortaleza.

Tendo como referência os índices estabelecidos pela CETESB, foi feita a análise dos dados provenientes do monitoramento.

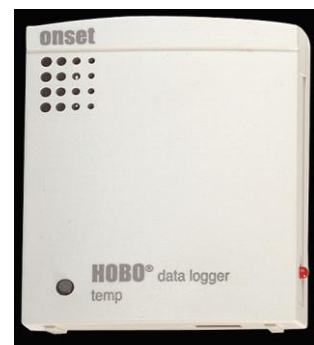
Ao final, foram plotados os resultados obtidos por meio dos softwares Boxcar Pro 4.3 e Excel.



**Figura 1 - Sensor automático de CO. Fonte: Ferreira, 2009**



**Figura 2 - Mini-estação de monitoramento automático localizada no IFCE. Fonte: Ribeiro, 2010**



**Figura 3: Sensor automático de umidade e temperatura. Fonte: Saulo Rocha, 2009**

## 2.3 Índices de qualidade do ar

A análise dos resultados baseou-se nos padrões de qualidade do ar estabelecidos pela CETESB. Para cada poluente medido é calculado um índice. Por meio do índice obtido o ar recebe uma qualificação, que é uma espécie de nota, feita conforme a tabela 1.

Para efeito de divulgação a CETESB utiliza-se do índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso. Esta qualificação do ar está associada com efeitos sobre a saúde, independentemente do poluente em questão.

A tabela 1, seguinte, apresenta as variáveis utilizadas/medidas pela CETESB. A 2ª coluna representa o índice de qualidade do ar dos principais poluentes atmosféricos, já a 5ª coluna representa a concentração em partes por milhão de monóxido de carbono

**Tabela 1 - Índices de qualidade do ar**

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	CO (ppm)	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )
Boa	0 - 50	0 - 50	0 - 80	0 - 4,5	0 - 100	0 - 80
Regular	51 - 100	50 - 150	80 - 160	4,5 - 9	100 - 320	80 - 365
Inadequada	101 - 199	150 - 250	160 - 200	9 - 15	320 - 1130	365 - 800
Má	200 - 299	250 - 420	200 - 800	15 - 30	1130 - 2260	800 - 1600
Péssima	>299	>420	>800	>30	>2260	>1600

**FONTE: ADAPTADO CETESB (2008)**

De acordo com a CETESB (2008), quando o índice encontra-se de 0 a 50, o ar recebe a qualificação boa, ou seja, praticamente não há riscos à saúde. A qualidade regular é estabelecida pelos valores de 51 a 100 do índice e indica que pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. No entanto, a população, em geral, não é afetada. Se a qualidade do ar for considerada inadequada, o índice que a determina varia de 101 a 199, expondo a população a sintomas tais como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Índices variando de 200 a 299 determinam a qualificação como má e nesse caso, a população em geral corre o risco de apresentar os seguintes sintomas: além dos acima citados, falta de ar e respiração ofegante. A qualidade do ar péssima é atingida quando os índices encontram-se maiores do que 299, aumentando assim os riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares.

### 3. RESULTADOS

O período de monitoramento apresentado neste trabalho é referente ao momento compreendido pelos meses de junho de dois mil e nove e o mês de junho de dois mil e dez. Nesse período do ano, a temperatura média histórica é de 26,2°C e a média histórica de umidade relativa do ar é 80%. De acordo com Vianello (1991), as variações da umidade relativa do ar estão nitidamente relacionadas com a temperatura. Quando a temperatura é máxima a umidade relativa é mínima. O conhecimento deste fator auxilia na interpretação dos dados encontrados após o período monitorado.

As tabelas 02 e 03 apresentam a frequência em que foi registrado cada um dos índices da Tabela 01, nessas tabelas foram respeitados os padrões de medição estabelecidos pelos padrões de qualidade do ar onde o tempo de amostragem é de 8 horas.

**Tabela 2 – Frequência dos índices de qualidade do ar/ Junho 2009**

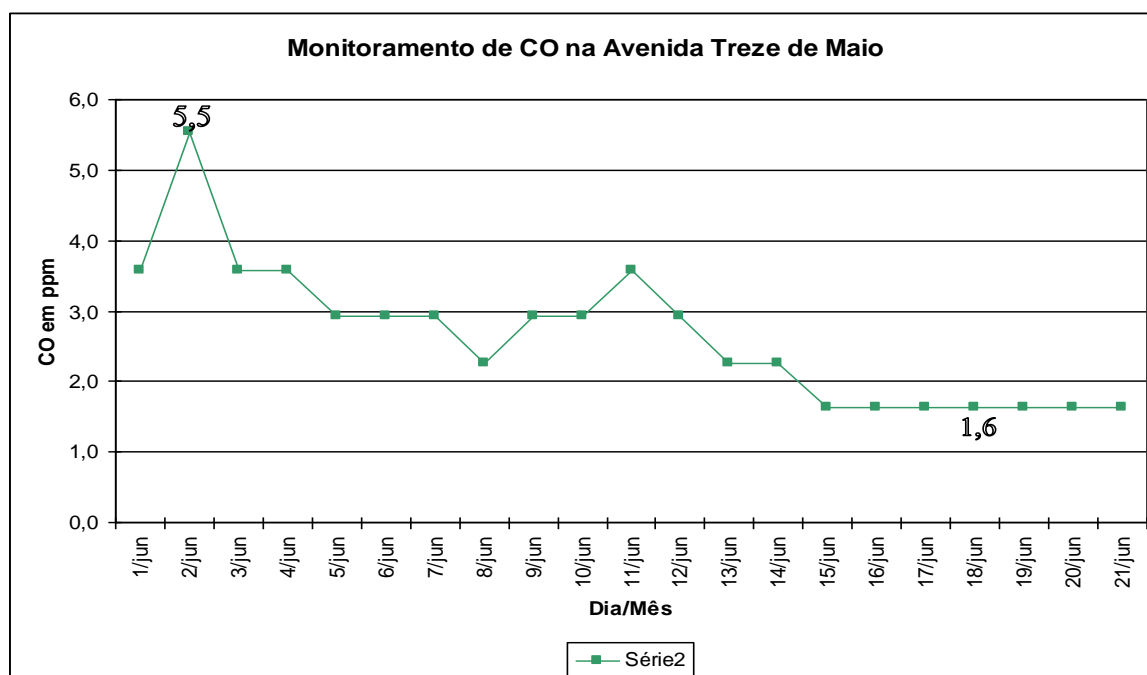
Poluente	Total de dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadequado	%	Má	%	Péssima	%
CO	21	20	95,3	1	4,7	0	0	0	0	0	0

**Tabela 3 – Frequência dos índices de qualidade do ar/ Junho 2010**

Poluente	Total de dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadequado	%	Má	%	Péssima	%
CO	30	30	100	0	0	0	0	0	0	0	0

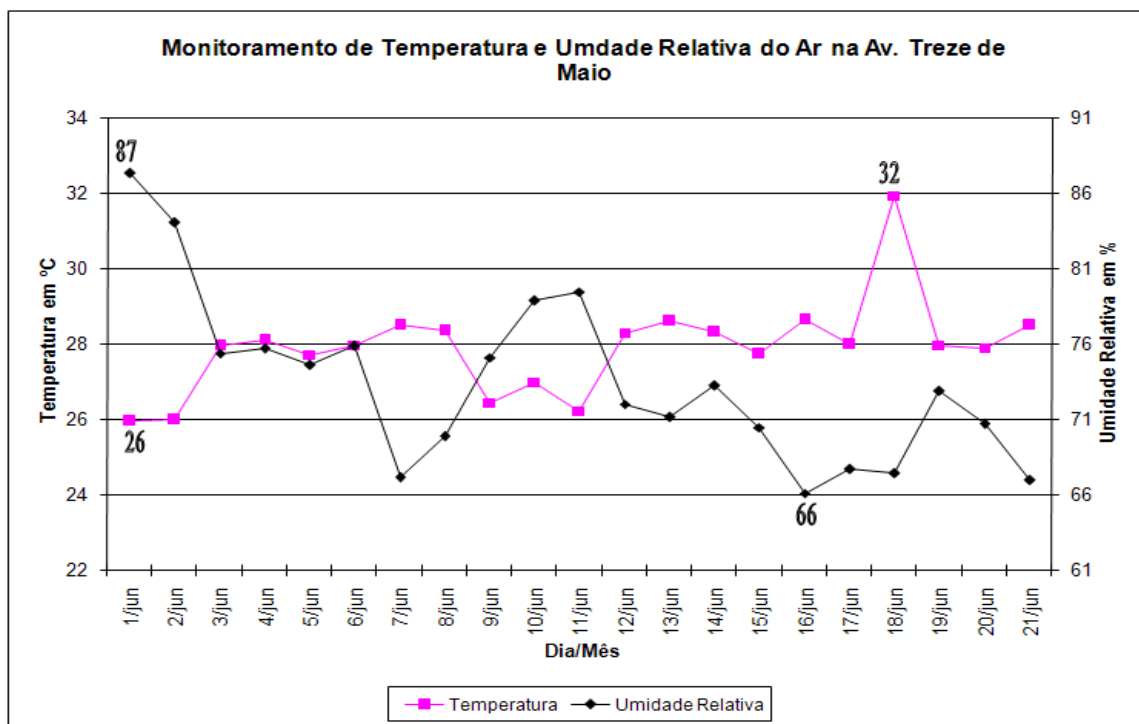
A fim de facilitar a compreensão dos níveis de monóxido de carbono registrados, foi laborado um gráfico. O mesmo foi gerado a partir do cálculo das médias diárias de CO captado pelo sensor utilizado para o monitoramento deste poluente atmosférico a cada dia.

O gráfico 1 apresenta o resultado do monitoramento do poluente CO, conforme se observa, não houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar (9 ppm – média de 8 horas).



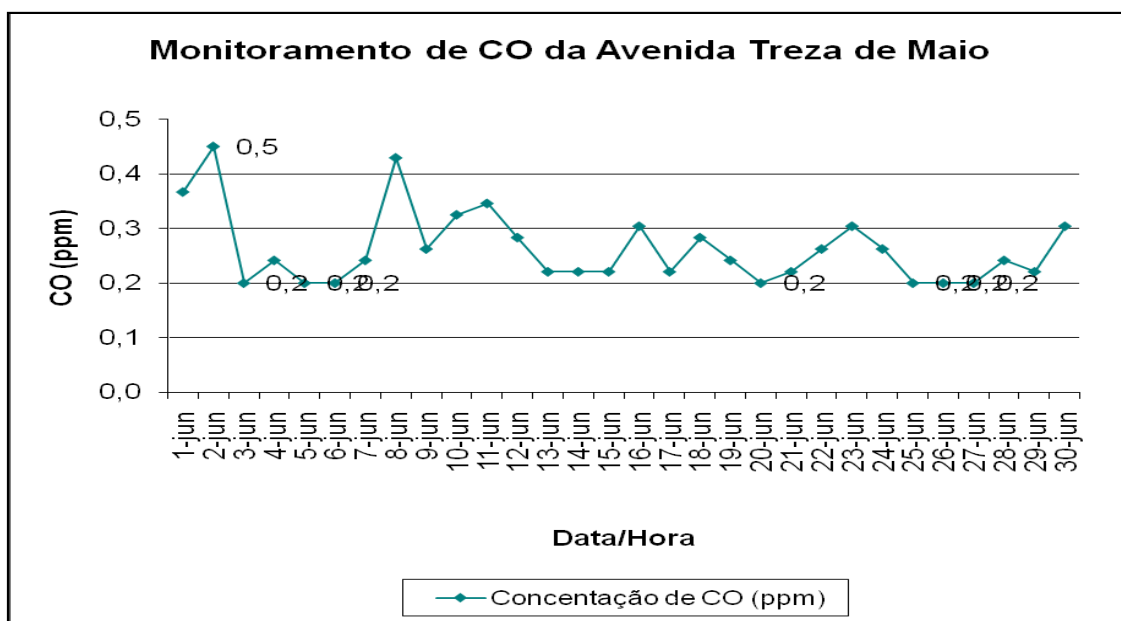
**Gráfico 1: Níveis de CO na Avenida Treze de Maio/JUNHO 2009.**

O gráfico 2 apresenta o monitoramento dos parâmetros meteorológicos de umidade relativa e temperatura, conforme se observa, a maior taxa de umidade relativa do ar registrada foi 87% e a menor 24%. Já a temperatura máxima foi 32°C e mínima 24°C.



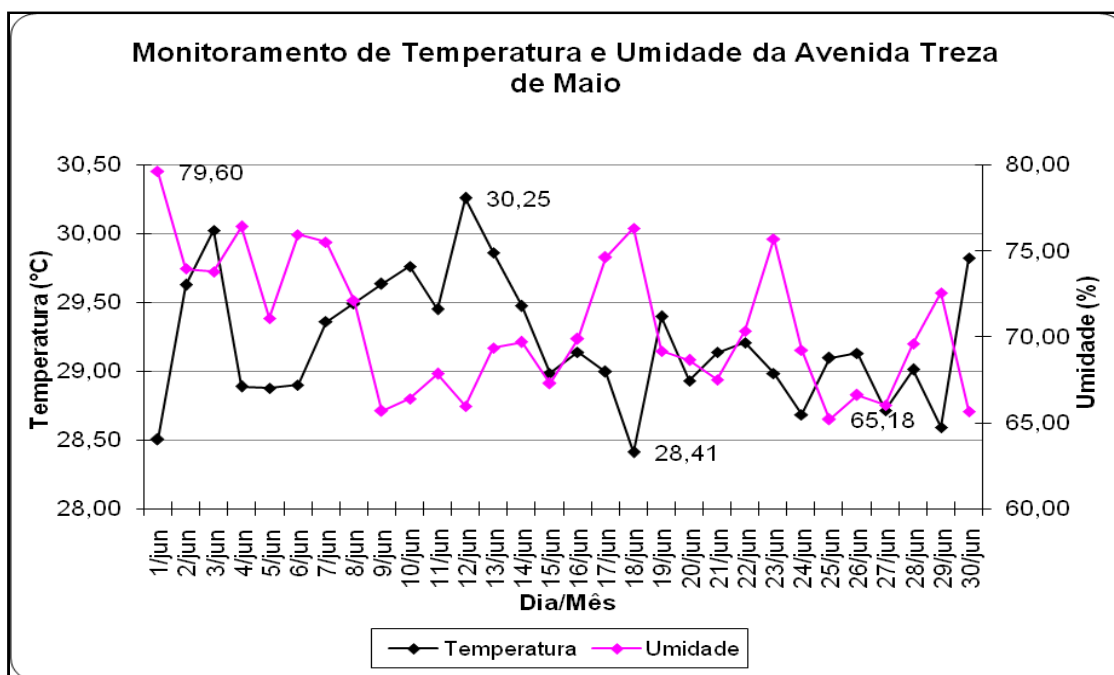
**Gráfico 2: Temperatura e Umidade relativa do ar registradas na Av. Treze de Maio / JUNHO 2009**

O gráfico 3 apresenta o resultado do monitoramento do poluente CO, conforme se observa, não houve ultrapassagens do padrão de qualidade do ar (9 ppm – média de 8 horas).



**Gráfico 3: Níveis de CO na Avenida Treze de Maio/JUNHO 2010.**

O gráfico 4 apresenta o monitoramento dos parâmetros meteorológicos de umidade relativa e temperatura, conforme se observa, a maior taxa de umidade relativa do ar registrada foi 79,6% e a menor 65,18% . Já a temperatura máxima foi 30,25°C e mínima 28,41°C.



**Gráfico 4: Temperatura e Umidade relativa do ar registradas na Av. Treze de Maio / JUNHO 2010**

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste trabalho fazem parte de um estudo inicial da qualidade do ar na região da Avenida Treze de Maio. De maneira geral, a qualidade do ar nestes dois meses apresentados aqui pode ser classificada com boa, pois não houve ultrapassagem do índice de 0-50 estabelecido pela CETESB.

Isso implica que com os níveis de CO registrados na atmosfera nos meses de junho de 2009 e junho de 2010 no entorno da Avenida Treze de Maio praticamente não se apresentou riscos à saúde da população. Individualmente, cada poluente apresenta diferentes efeitos sobre a saúde da população para faixas de concentração distintas. Tais efeitos requerem medidas de prevenção que devem ser adotadas pela população afetada.

Também se pode inferir que o conhecimento das condições climáticas (temperatura e umidade relativa do ar) justifica-se notadamente em razão do fato de que este fator tem um papel fundamental na dinâmica dos ecossistemas terrestres. Além do mais, muitos problemas decorrentes das altas concentrações de poluentes podem estar associados com problemas decorrentes da baixa umidade do ar. Esse não foi o caso durante os meses aqui analisados, pois a umidade relativa registrada não chegou a 20%, valor considerado de alerta para serem tomadas medidas de controle, pois nessas condições é comum ocorrer complicações respiratórias.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao convênio (Projeto PPP – processo: 9792/06 FUNCAP/CNPq), pelo financiamento dos equipamentos e ao Laboratório de Energias Renováveis e Conforto Ambiental (LERCA) do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), pelo suporte de infraestrutura que tornou possível a realização da pesquisa.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Índices da qualidade do ar e Saúde** – Disponível em: <http://cetesb.sp.gov.br> Acesso em: 08. jun. 2010

BRASIL – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. **Contagem da população por município (2007)**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 17 jun 2010.

BRASIL - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 03, de 26 de junho de 1990**. – In: Resoluções, 1990. Disponível em: <HTTP://www.mma.gov.br> Acesso em: 08. jun.2010.

CEARÁ – Departamento de Trânsito do Ceará - DETRAN. **Índice de evolução mensal da frota**

**2010**. Disponível em: <<http://www.detran.ce.gov.br/site/arquivos/estatisticas/Ve%C3%ADculos/2010/%C3%8DNDICE%20DE%20EVOLU%C3%87%C3%83O%20MENSAL%20DA%20FROTA%20-%202010.pdf>>. Acesso em: 08. out. 2010.

CEARÁ - Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). **Decreto Nº 20.764, de 08 de Junho de 1990** – Disponível em: [HTTP://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo\\_legislacao.asp?cd=18](HTTP://www.semace.ce.gov.br/biblioteca/legislacao/conteudo_legislacao.asp?cd=18). Acesso em: 28 jun 2010.

DERÍSIO, J. C. - **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3 ed. São Paulo, Signus Editora, 2007.

MATTOS, L. B. R. – **A importância do setor de transporte na emissão de gases do efeito estufa – O caso do município do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Rio de Janeiro, 2001.

MOTA, Suetônio – **Introdução à engenharia ambiental**: 2 ed. aum. – Rio de Janeiro: ABES, 2000.

OLIVEIRA, A. C. S. – **Estudo da emissão da frota de veículos diesel e ciclo Otto, sem conversores catalíticos nos municípios de Sorocaba e Votorantim**. – Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

SILVA, J. B; CAVALCANTI, T.C. (2002). - **Atlas Escolar Ceará**. João Pessoa: Graf set.

VIANELLO, Rubens Leite; - **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV, IMPR. UNIV., 1991