



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

**Publicado originalmente em:** Anais do VI Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, UFS, Aracaju, 2004.

## **ENSAIO AO ENTENDIMENTO DA POLUIÇÃO DO AR EM GOIÂNIA – GO**

MESQUITA, Maria Elisabeth Alves  
Professora do CEFET/GO  
LUIZ, Gislaine Cristina  
Professora do IESA/UFG

### **INTRODUÇÃO**

A questão ambiental nos últimos tempos tem sido discutida em diferentes níveis escalares e, assim, tem-se hoje, preocupações desde mudanças climáticas em nível global, como também em unidades espaciais mais restritas. Os problemas ambientais são agravados em função da organização sócioespacial, a qual gera uma estrutura sócioambiental que agrava, condiciona e têm problemas ambientais em diferentes níveis sócioespacial.

O desenvolvimento deste trabalho pauta-se na Teoria do Clima Urbano MONTEIRO (1975), haja vista que o referido autor faz uma avaliação da urbanização na criação de um ambiente climático específico, através das alterações dos atributos climáticos.

Desta forma, a cidade e, conseqüentemente, sua expansão, modifica o clima em função da alteração da superfície e como conseqüência produz um aumento de calor, pois há modificações na ventilação (edificações verticalizadas), na umidade do ar e ainda sobre as precipitações, podendo ser mais acentuadas.

Ressalta-se, que dentre as conseqüências do crescimento dos centros urbanos há que se destacar as alterações da atmosfera, pois a poluição atmosférica tem um efeito direto sobre a saúde humana podendo causar graves problemas.

GUTJAHR (2002), coloca que tais problemas podem ser agudos, sendo os mais comuns à irritação dos olhos, dores de cabeça e náuseas e; também, com efeitos crônicos, sendo estes mais graves os quais levam à diminuição da capacidade respiratória, podendo gerar até câncer, caso haja exposição prolongada a poluentes atmosféricos tóxicos.



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

A Organização Mundial da Saúde (OMS) tem se preocupado com a poluição do ar e seus efeitos sobre a saúde desde 1957, quando ocorreu uma conferência em Milão sobre os aspectos da saúde pública relacionados com a poluição do ar na Europa. Atualmente, estima que 100 milhões de pessoas na América Latina estão expostas a níveis de contaminantes atmosféricos que excedem os valores recomendados, incluindo, milhões de pessoas exposta à contaminação do ar em interiores devido à queima de biomassa e de outras fontes. (Brandão & Russo, 2002).

No Brasil, a preocupação relativa à poluição atmosférica intensificou-se na década de 70, período de forte crescimento econômico e industrial, quando temos o início dos problemas relativos à poluição do ar.

O Governo Federal, por meio da Portaria do Ministério do Interior de nº 231 de 27 de abril de 1976, estabeleceu padrões nacionais de qualidade do ar. Somente na década de 80, com a Resolução do CONAMA de nº 05 de 15 de junho de 1989, foi criado o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar (PRONAR) e, Programa Nacional de Controle de Poluição Industrial (PRONACOP), ambos instrumentos à gestão ambiental, proteção da saúde e melhoria na qualidade de vida nos centros urbanos.

É sob a perspectiva de melhor compreender a concentração de particulados atmosféricos na cidade de Goiânia, que se apresenta o presente trabalho. Para tanto, apresentaremos os sistemas atmosféricos que interferem no comportamento climático da cidade de Goiânia; assim como, uma discussão acerca dos níveis de particulados concentrados na atmosfera, compreendendo os períodos de 1999 a 2003. Esse levantamento fundamenta-se na importância de oferecer subsídios para futuras análises, no que se refere às consequências sócioambientais originadas do processo de urbanização relacionadas à poluição do ar.

## **METODOLOGIA**

Para obtenção dos dados sobre a poluição atmosférica em Goiânia, recorreu-se ao Monitoramento da Qualidade do Ar realizado pela Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, em forma de relatórios anuais (1999 a 2003), os quais apresentam a concentração diária de partículas de poluentes em suspensão em Goiânia. A leitura da concentração dos particulados na atmosfera é feita em duas Estações de Monitoramento, ambas



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

localizadas em locais propícios para este tipo de medição, área de intenso fluxo no centro da cidade.

A concentração de poluentes é obtida através de aparelhos Hi-Vol, Amostrador de Grandes Volumes, que demonstram de forma simples a quantidade de partículas em suspensão na atmosfera, através do peso diário de um filtro. As leituras são realizadas compreendendo os meses de agosto a outubro, período que corresponde o final da estação seca (inverno) e início das chuvas (primavera).

A concentração de partículas em suspensão é expressa em microgramas por metros cúbicos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), e os padrões de qualidade do ar estabelecidos pelo CONAMA (1990) dizem que uma vez ultrapassados determinados valores, poderá afetar a saúde da população de maneira drástica.

De acordo com portaria do CONAMA (1990), conforme tabela abaixo, os níveis de segurança da qualidade do ar poderá apresentar-se com concentrações de particulados variando até  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como bom índice para se considerar a Qualidade do Ar. Essa qualidade é afetada a partir do momento em que os níveis de particulados apresentam índices superiores ao valor anteriormente expresso. Ressalta, entretanto, que concentrações superiores a  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  são indicados como sendo valores inadequados para qualidade do ar. A referida portaria ainda adverte que concentrações de particulados não deverão ultrapassar valores superiores a  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  no período de 24 h mais de uma vez por ano e quando tal fato ocorre, a qualidade do ar irá interferir de maneira drástica na saúde pública.

Índice de Qualidade do Ar		Níveis de Segurança	
Boa	0-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Atenção	375 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Regular	51-100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Alerta	625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Inadequada	101-199 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Emergência	>875 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Má	200-299 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Péssima	300-399 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
Crítica	>400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		

Fonte: Agência Ambiental de Goiás (2000)

Associado a questão de níveis de concentração de partículas, a dinâmica atmosférica exerce fator relevante na análise das conseqüências da poluição atmosférica de determinado lugar.



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

Pois, em função desta pode-se ter maior ou menor possibilidade de dispersão e/ou concentração dos poluentes.

## SAZONALIDADE E A DINÂMICA DO CLIMA DE GOIÂNIA-GO

Goiânia está localizada na região centro-oeste do país com coordenada 16°40'24" Lat. Sul e 49°15'29" Long. Oeste, estando no centro-sul do estado de Goiás (veja mapa 01). Nesta capital goiana a preocupação com a qualidade do ar, surgiu na década de 90, com projetos, portanto as ações e as Estações de Monitoramento tiveram início no ano de 1999. Tendo em vista, que foi fundada na década de 30 para 50.000 habitantes e hoje conta com aproximadamente 1.146.106 habitantes espalhados em 739 km<sup>2</sup>. Estes são fatos que agravaram os problemas ambientais nesta cidade, dentre eles relacionamos a poluição atmosférica e a dinâmica climática.

O clima de Goiânia é comandado pelos sistemas regionais de circulação atmosférica, que atuam sobre a região Centro-Oeste.

Considerando os centros de ação positivos, o Centro-Oeste terá como influencia a atuação da massa Tropical Atlântica e Polar Atlântica e, sob influência dos centros de ação negativos de origem continental, massa Equatorial Continental e Tropical continental, as quais deslocam-se sobre o continente, ora avançando, ora recuando (Borges et al., 2002).

Casseti (1993, p.218), a partir da análise da variação dos ventos de Goiânia, faz as seguintes observações: *de maio a outubro, franco domínio dos fluxos de leste e sudeste, embora nos demais meses não deixam de apresentar significância (frequência sempre acima de 10% em relação ao total); de novembro a março, domínio dos fluxos de noroeste e norte, com pouca expressividade no resto do ano.*

A estiagem prolongada em Goiânia esta associada à atuação da massa Tropical Atlântica, *“cuja estabilidade sazonal determina condição de estiagem prolongada”*, principalmente de maio a outubro. Por outro lado, os fluxos de noroeste e norte, vinculados à massa Equatorial Continental, *“proporciona instabilidade atmosférica e conseqüentes ocorrências pluviométricas por efeito térmico-continental ou mesmo frontal”*. (Casseti 1993, p.221).

Assim, a dinâmica da circulação regional explica a sazonalidade climática de Goiânia, definindo claramente padrão climático com verão quente e chuvoso, inverno frio e seco e, primavera com temperaturas elevadas.

De acordo com a SEPLAN (2002), as temperaturas mais elevadas durante o ano em Goiânia ocorrem nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro (primavera), com



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

médias oscilando entre 29°C e 31°C, muitas vezes chegando a índices superiores a 35°C. Os meses mais frios correspondem os meses junho e julho, com médias das mínimas oscilando entre 13°C e 18°C. A esse mesmo período tem-se também associado os menores índices de umidade relativa do ar, representando um parâmetro climático que apresenta variação sazonal significativa, chegando a valores extremamente baixos no período mais seco, permitindo assim, variação térmica diária atingindo até 10°C.

No que se refere ao período de maior intensidade pluviométrica (IBGE 1992, SEPLAN 2002), colocam como sendo meses mais chuvosos de dezembro a março, ocorrendo precipitação média mensal acima de 250 mm. O período compreendido entre abril a setembro, corresponde estação seca, período em que a precipitação média dos meses menos chuvosos (junho a agosto) fica abaixo de 10 mm.

Como a variabilidade climática não é explicada apenas em função da dinâmica regional do clima, existem elementos e fatores, tanto de ordem natural quanto antrópica, que influenciam na variação dos parâmetros atmosféricos.

Em Goiânia, como nos demais centros urbanos do país, o processo de urbanização está sendo acompanhado pela degradação crescente da qualidade do meio ambiente. Dentre os principais problemas ambientais decorrentes deste processo, ressalta-se as alterações dos elementos atmosféricos (IBGE, 1999).

No que se refere especificamente à concentração de poluentes atmosféricos em Goiânia, apresenta-se a seguir análise dos índices encontrados através do monitoramento da concentração dos particulados atmosféricos em Goiânia.

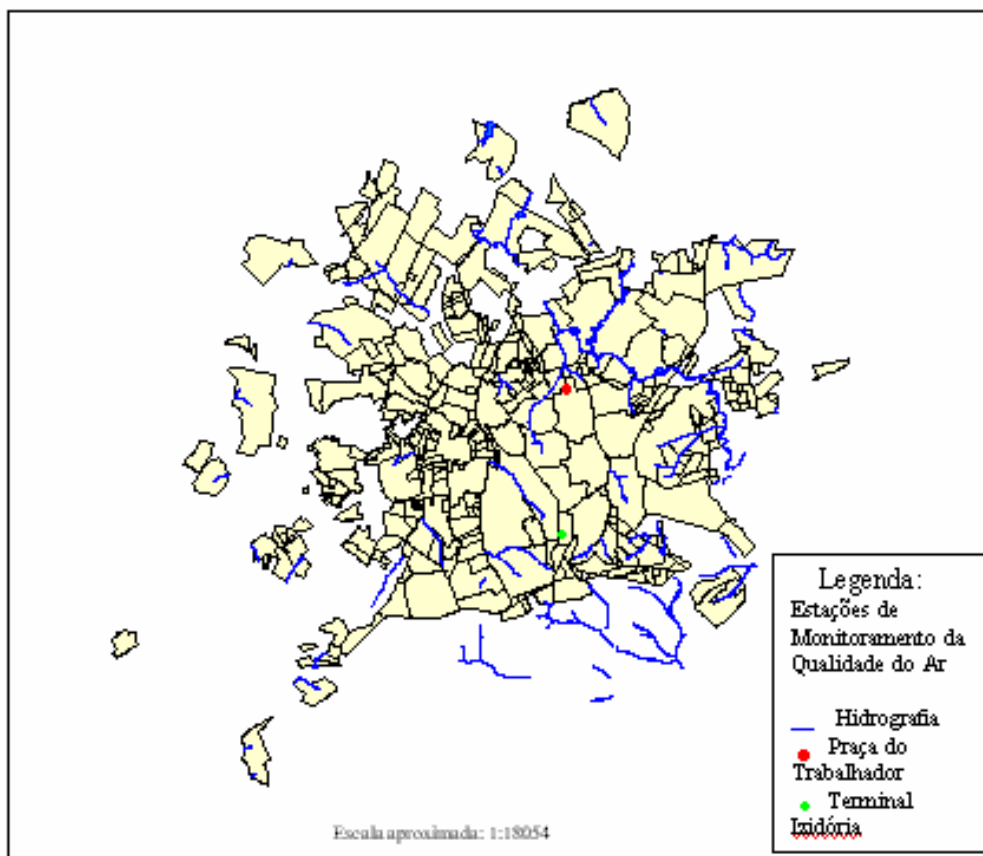
## **ANÁLISE DOS POLUENTES ATMOSFÉRICAS EM GOIÂNIA-GO**

A preocupação com a poluição atmosférica em Goiânia teve início na década de 90, quando o CONAMA estabeleceu padrões de Qualidade do Ar para o estado de Goiás através da Lei 8.544/78 em 1990. Tendo como ponto de partida o Projeto de Monitoramento da Qualidade do Ar através da instalação de Estações de Monitoramento, somente foi implantado no ano de 1999, inicialmente com a Estação Terminal Izidória e, no ano de 2001 com a Estação Praça do Trabalhador, conforme mapa (Fonte:MUBDG,2004)



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

### Goiânia-GO/Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar



Fonte: MUBDG (2002).

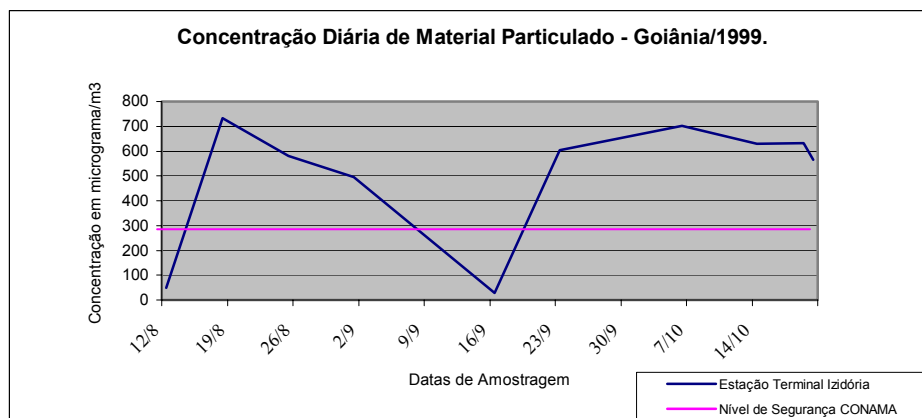
O período analisado compreende os anos de 1999 a 2003, utilizamos dados de amostragem da Estação Terminal Izidória que operou durante todo o referido período e, posteriormente, dados referentes à Estação de Monitoramento da Estação Praça do Trabalhador, apenas em 2001 e 2003. Os valores obtidos de concentração diária de material particulado em suspensão, de uma forma geral, apresentam oscilações preocupantes no período analisado, podendo ser visualizada através dos gráficos seguintes.

O ano de 1999 apresenta índices alarmantes em relação aos padrões do CONAMA, observando o gráfico nota-se que somente os dias 12/08 e 16/09 não ultrapassaram o nível de segurança, pois os demais apresentam valores entre  $495\mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $734\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Os índices elevados de concentração de poluentes podem estar relacionados com o fato de ser o ano experimental, havendo falta de técnicos qualificados e veículos disponíveis para transportar os mesmos, dificultando assim a leitura da concentração diária de poluentes.

- **Gráfico 01**



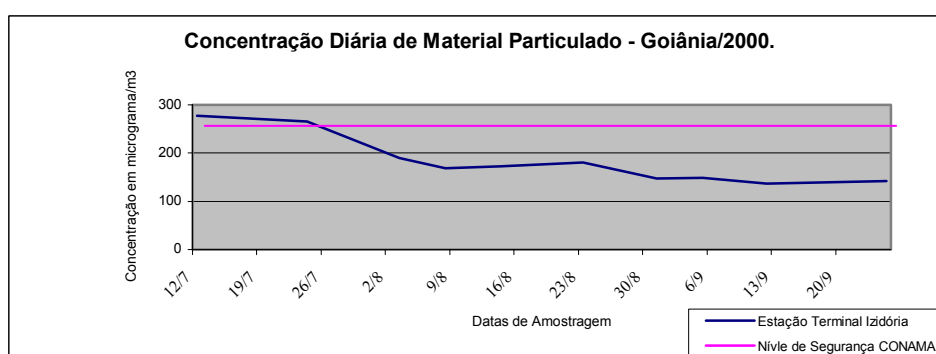
[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (1999)

Em 2000, de acordo com os gráficos, os valores representou violação do nível de segurança dias de amostragem, sendo os dias 12/07 com  $278\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 24/07 com  $265\mu\text{g}/\text{m}^3$ , e os demais apresentaram índices entre  $137\mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $190\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Na primeira situação apresentada, os valores ultrapassam o padrão primário estabelecido como limite e ainda ocorre 2 vezes no mês. Por outro lado, para as demais leituras ocorridas durante o período, as concentrações de particulados são consideradas inadequadas à qualidade do ar, conforme resolução do CONAMA, que estabelece valores de 101 a  $199\mu\text{g}/\text{m}^3$  como sendo índices de concentração de particulados inadequados à qualidade do ar atmosférico.

#### • Gráfico 02



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2000)

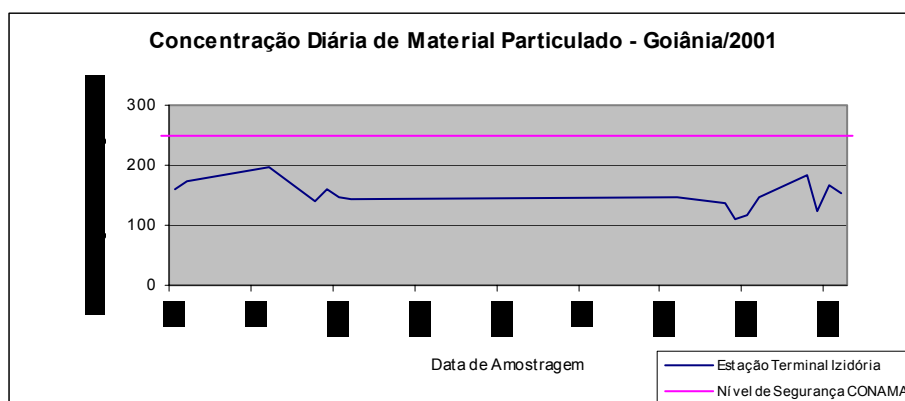
Para o ano de 2001, as duas estações funcionaram simultaneamente, apresentando valores que, conforme gráficos 03 e 04, para a Estação Praça do Trabalhador os dados apresentaram valores menores que a do Terminal Izidória, como nos dias 02/08 com  $160\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Terminal Izidória) e  $123\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Praça do Trabalhador), 10/08 com  $198\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Terminal Izidória) e



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

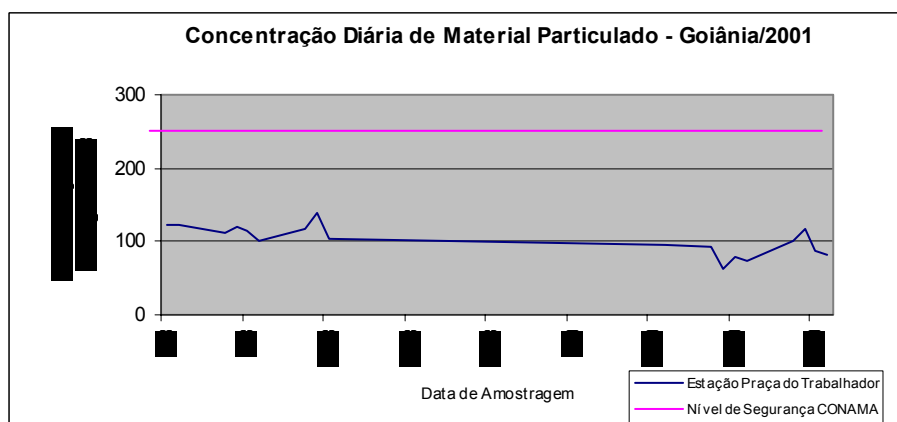
102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Praça do Trabalhador) , e 25/09 com 184 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Terminal Izidória) e 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Praça do Trabalhador). Como ambas localizam-se em locais de fluxo intenso de pedestres e veículos, a diferença pode ser relacionada com o fato da Estação Praça do Trabalhador apresentar organização espacial diferenciada, pois não tem concentração de construções verticalizadas e o fluxo de ônibus é menor, quando comparada ao Terminal Izidória. Ressalta-se que em relação aos anos anteriores (1999 e 2000), os níveis de particulados apresentam valores que não ultrapassam o padrão primário estabelecido como sendo de 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  , porém apresenta valores de concentração de poluentes oscilando entre 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo considerados ainda como inadequados para a qualidade do ar.

- **Gráfico 03**



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2001)

- **Gráfico 04**



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2001)

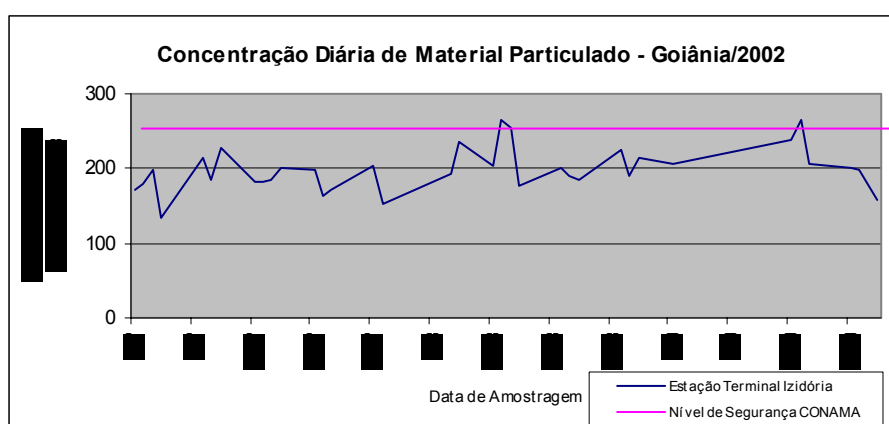




[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

No ano de 2002 a qualidade do ar de Goiânia permaneceu no nível inadequado, estando entre  $153\mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $265\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tendo o padrão primário apresentado pelo CONAMA, sendo violado em 13/08 com  $266\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 17/09 com  $265\mu\text{g}/\text{m}^3$ , trazendo assim índices mais elevados com relação aos anos anteriores de amostragens.

- **Gráfico 05**



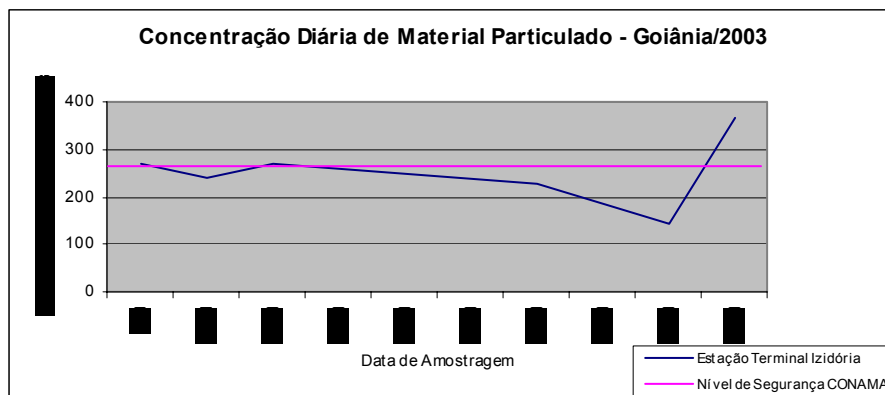
Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2002)

O ano de 2003 traz concentrações que excedem os níveis de segurança para a saúde pública nas duas estações. Como na Estação Terminal Izidória nos dias 09/09 e 11/09 com  $269\mu\text{g}/\text{m}^3$  e  $367\mu\text{g}/\text{m}^3$  e na Estação Praça do Trabalhador em 10/09 com  $327\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 23/09 com  $281\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Como o CONAMA propõe que não ultrapasse a marca de  $240\mu\text{g}/\text{m}^3$  anualmente, os gráficos demonstram que essa foi violada mensalmente, em 3 vezes. E no gráfico 07, podemos constatar que os valores das amostragens apresentados pela Estação Praça do Trabalhador começaram apresentar elevação nos índices de concentração de particulados atmosféricos.

- **Gráfico 06**

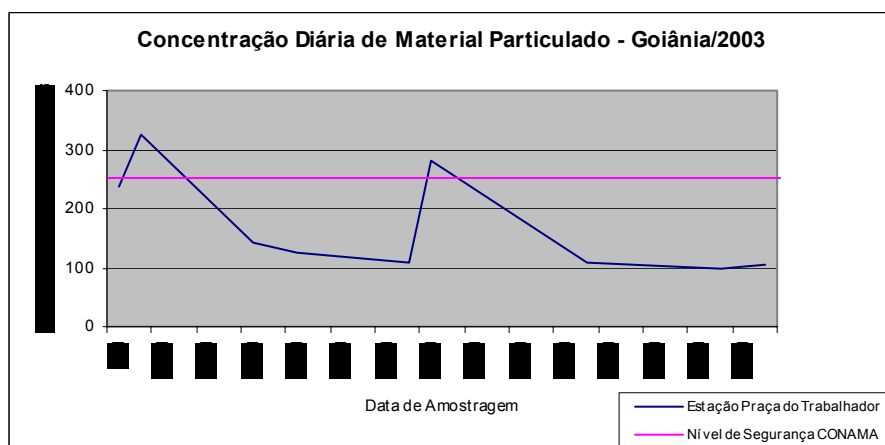


[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2003)

- **Gráfico 07**



Fonte: Agência Goiana de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (2003)

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os gráficos apresentados é fato que os níveis de concentração de particulados demonstrados nos anos de 2000, 2001 e 2003, apresenta valores crescentes nos níveis de concentração de particulados atmosféricos. Ressalta-se que o ano de 1999 particulariza-se, pois apresentou elevados níveis de concentração de particulados, com índices oscilando entre  $495\mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $734\mu\text{g}/\text{m}^3$ , esses índices estariam completamente fora dos padrões apresentados pelo CONAMA. Os elevados índices podem estar relacionados a questões técnicas de implantação e leitura dos dados da Estação de Monitoramento Terminal Izidória. No entanto, considera-se relevante colocar que neste ano Goiânia contava com 740 microônibus do



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

Transporte Alternativo, trafegando na região central. No ano de 2000, o número caiu para 620 veículos e atualmente não somam 100 microônibus, circulando apenas na periferia da cidade. É claro que são vários fatores que contribuem para a poluição atmosférica nos centros urbanos, mas o fato do ano de 1999 apresentar elevados níveis de concentração, acredita-se que o número de microônibus circulando na região central configura um elemento relevante a ser considerado na análise das informações. O excesso de poluentes atmosféricos associados à dinâmica atmosférica agrava ainda mais as conseqüências dos problemas atmosféricos, principalmente considerando a saúde pública. O período analisado corresponde os meses de julho a outubro, ou seja, inverno e primavera e, nesse período a cidade de Goiânia apresenta gradativa elevação nos valores da temperatura, correspondendo também ao período de estiagem. Nesse período, há que ressaltar um aspecto de extrema relevância nos estudos climáticos de Goiânia, que é o fato de naturalmente, como resultado da dinâmica climática regional associada aos aspectos físico-geográficos, Goiânia apresenta índices de baixa umidade relativa do ar, podendo as conseqüências ser agravadas mediante o nível de poluição atmosférica da cidade.

Durante o referido período a cidade de Goiânia está sob influência do sistema de alta pressão do Anticiclone do Atlântico Sul, através da mTa. Desta forma, associando a atuação e a dinâmica do sistema de alta pressão, o período de estiagem, a baixa umidade relativa do ar e os elevados níveis de concentração de poluentes atmosféricos, tem-se possibilidade de maior agravamento da saúde pública, pois a dinâmica da atmosfera predominante nesse momento não permite a dispersão dos poluentes. Estes concentrados em níveis mais baixos da atmosfera pode agravar ainda mais as conseqüências advindas da poluição, haja vista que associado aos elevados níveis de poluição tem-se também a baixa umidade relativa do ar, agravando problemas respiratórios, alérgicos, etc.

Tendo em vista os índices de concentração de particulados atmosféricos, a dinâmica climática e a expansão urbana de Goiânia, ressalta-se que se considera de extrema importância, e até mesmo em caráter de urgência, maior atenção ao Monitoramento da Qualidade do ar em Goiânia, através de políticas públicas, que permitam e incentive em um primeiro momento ampliar o número de Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar, no sentido orientar e apontar para as áreas mais problemáticas; assim, como também, orientar uma política de controle da qualidade do ar para a cidade de Goiânia.



[www.observatoriogeogoiias.com.br](http://www.observatoriogeogoiias.com.br)

## **BIBLIOGRAFIA**

AGÊNCIA GOIANA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Relatório de Monitoramento da Qualidade do Ar – 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, Goiânia, GO.

BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo e RUSSO, Paulo Roberto. Qualidade do Ar e Saúde Pública: Uma Contribuição Metodológica. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2000.

CAMPOS, Alfredo Borges de (et. al.) Análise do comportamento espacial e temporal das temperaturas e pluviosidades no Estado de Goiás. In: *Abordagens geográficas de Goiás: o natural e o social na contemporaneidade*. ALMEIDA, Maria Geralda de (org). Goiânia:IESA, 2002. 260 p.

CASSEIT, Valter. Os ventos de Goiânia-Go. In: *Revista Brasileira de Geofísica*. Vol.11(2), 1993. P.215-221.

FELLENBERG, 1980. In NUCCI, João Carlos. Qualidade Ambiental & Adensamento Urbano. São Paulo, SP: Humanistas/ FFLCH/USP, 2001. p. 41 – 43.

GALLEGO, L. P. Tipos Tempo e Poluição Atmosférica no Rio de Janeiro (Um Ensaio de Climatologia Urbana) In BRANDÃO, Ana Maria de Paiva Macedo e RUSSO, Paulo Roberto. Qualidade do Ar e Saúde Pública: Uma Contribuição Metodológica. V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, 2002, Curitiba.

GUTJAHR, Mirian Ramos. *A Poluição do ar em Paulínia (SP): Uma análise histórico-geográfica do clima*. São Paulo:Universidade de São Paulo. FFLCH.Departamento de Geografia. Pós-Graduação em Geografia Física. São Paulo, 2002 (tese doutorado).

IBGE. Saneamento básico e problemas ambientais em Goiânia–1992.

\_\_\_\_. Divisão de Geociências do Centro Oeste. Rio de Janeiro:IBGGE.1999.

MESQUITA, Maria Elisabeth Alves. Análise Temporal do índice da Qualidade do Ar em Goiânia (Monografia de Conclusão de Curso); Orientadora Gislaíne Cristina Luiz, Anápolis, GO, 2002.

MONTEIRO, C. A. de F, Teoria e Clima Urbano. São Paulo: Instituto de Geografia, 1975.

NIMER, Edm. *A circulação atmosférica e as condições de tempo como fundamento para a compreensão do clima*. Geografia do Brasil: Região Centro-Oeste, Rio de Janeiro, v.1, p.23-34,1989.