



GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL
INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS
DO DISTRITO FEDERAL - BRASÍLIA AMBIENTAL



RELATÓRIO DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL

2008

IBRAM/SEDUMA

Índice

1.0- INTRODUÇÃO	3
2.0- FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NO DISTRITO FEDERAL	3
3.0- PRINCIPAIS POLUENTES DE ORIGEM VEICULAR E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA	5
3.1- Quantidade de poluentes para diferentes combustíveis	9
4.0- POLUIÇÃO GERADA POR CIMENTEIRAS	9
4.1- Fabricação do Cimento	10
4.2- Poluentes produzidos e emitidos	10
4.3- Localização das Cimenteiras no Distrito Federal	13
5.0- MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	13
5.1- Objetivos	13
6.0- PADRÕES DE QUALIDADE DO AR	14
6.1- Índice da Qualidade do Ar	18
7.0- MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL	19
7.1- Método de Amostragem e Análise	20
8.0- LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO NO DISTRITO FEDERAL	21
8.1- Rodoviária do Plano Piloto	21
8.2- Taguatinga Centro	22
8.3- Fercal I	22
8.4- Fercal II	23
8.5- Centro de Ensino Fundamental Queima Lençol	23
9.0- A QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL- 2008	24
9.1- Avaliação da Qualidade do Ar na Rodoviária do Plano Piloto	24
9.2- Avaliação da Qualidade do Ar em Taguatinga Centro	26
9.3- Avaliação da Qualidade do Ar na Fercal I	27
9.4- Avaliação da Qualidade do Ar na Fercal II	28
9.5- Avaliação da Qualidade do Ar no Centro de Ensino Queima Lençol	29
10.0- ANÁLISE DOS RESULTADOS	34

1.0- INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica tem sido tema de muitas discussões, já que o impacto ambiental provocado é causador de tantos danos, os quais refletem na saúde humana, nos ecossistemas e nos materiais. A cada dia aumenta a necessidade de dar maior atenção ao monitoramento da qualidade do ar.

Os centros urbanos, com o passar dos anos, sofrem um grande crescimento populacional e, conseqüentemente, as atividades antrópicas aumentam notadamente. O surgimento de indústrias, crescimento da frota de veículos, a ação negativa do homem sobre o meio ambiente, refletida pelas queimadas, devastação de áreas verdes, desmatamento, etc., tornam cada vez mais impuro o ar que nos circunda.

O Distrito Federal (DF) conta, atualmente, com uma frota de mais de 1.000.000 de veículos automotores, principal fonte de emissão de poluentes atmosféricos na região. As indústrias, representadas por usinas de asfalto, fábricas de cimento, de móveis, indústrias de bebidas, de torrefação, de recapagem de pneus, também contribuem com essas emissões, porém em menor escala.

É sabido por todos que respirar um ar impuro é altamente prejudicial à saúde e toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde. Daí vem a importância de medir o nível de poluição do ar por meio do monitoramento da qualidade do ar.

O monitoramento da Qualidade do Ar no DF é realizado de maneira simples e localizado. O Instituto Brasília Ambiental (IBRAM) realiza o monitoramento na região da Fercal, no centro de Taguatinga e na Rodoviária do Plano Piloto. As estações são fixas e são quantificados apenas três dos sete parâmetros previstos em Lei (Resolução CONAMA 03/90): Dióxido de enxofre (SO₂), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Fumaça.

As localidades monitoradas são consideradas pontos críticos, tendo em vista o tráfego intenso de veículos automotores ou a existência de grandes fábricas de cimento. Ambas as fontes contribuem para a emissão de altas concentrações de poluentes gasosos e particulados, que podem ser quantitativamente medidas em estações de monitoramento.

2.0- FONTES DE POLUIÇÃO DO AR NO DISTRITO FEDERAL

O DF apresenta áreas perfeitamente distintas em termos de poluição do ar. A Região Administrativa da Fercal é uma área prioritária em termos de atenção e monitoramento contínuo. A presença de duas cimenteiras de grande porte na

região gera uma grande concentração de poluentes, especialmente de material particulado.

Porém, a crescente frota de veículos é a principal responsável pela geração da poluição atmosférica observada, visto que não há muitas indústrias instaladas no DF.

A frota de veículos, somada às pequenas indústrias, responsáveis por emissões locais de poluentes veiculares e industriais, apresenta um nível elevado de comprometimento da qualidade do ar, demandando, por isso, um sistema de monitoramento contínuo para acompanhamento histórico dos níveis de poluição atmosférica e desencadeamento rápido de providências em caso de ocorrência de episódios agudos de poluição do ar.

É importante ressaltar, que as emissões localizadas de fumaça preta por veículos a diesel e os problemas de ruído provocados pela frota motorizada circulando em más condições mecânicas, constituem-se em fontes permanentes de incômodos, em todo o DF, pois causam impacto direto à população exposta, independentemente de serem realizadas em áreas congestionadas ou pouco adensadas.

De acordo com a Figura 1, o crescimento da frota veicular no DF é considerável; calcula-se que há uma média de 2,3 habitantes por veículo.

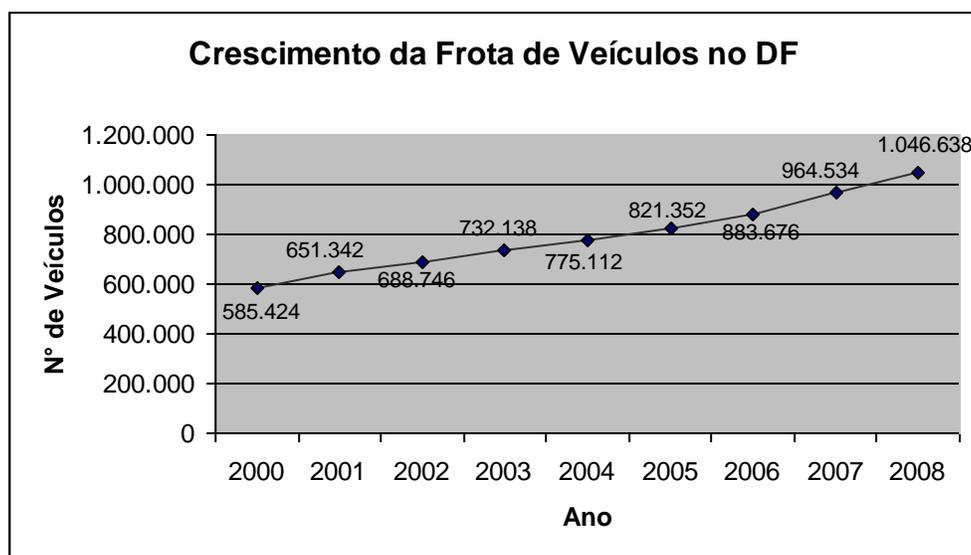


Figura 1. Crescimento da Frota de Veículos do DF, do ano de 2000 a 2008.

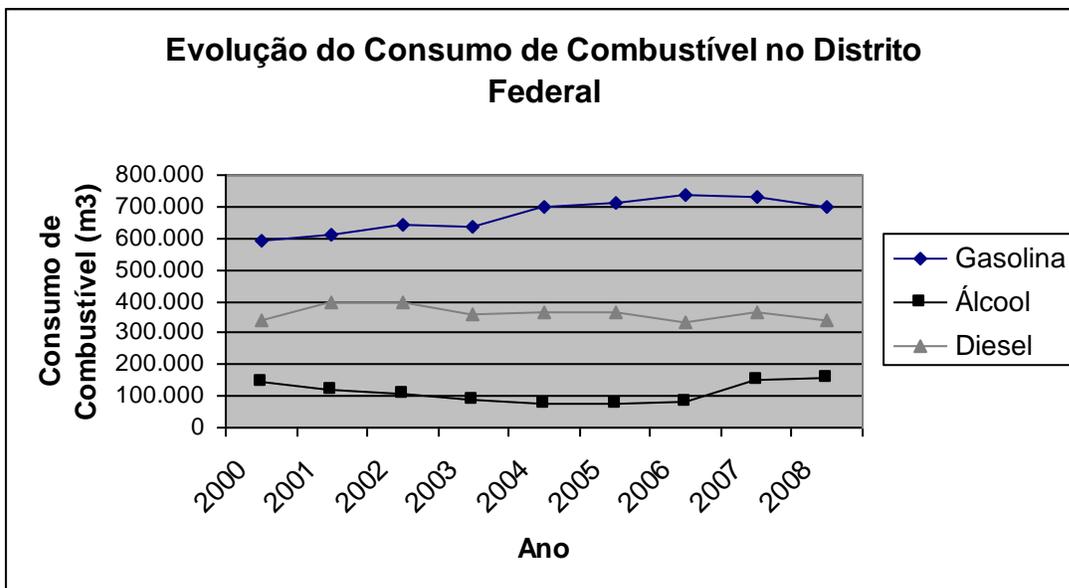


Figura 2. Evolução do Consumo de Combustível no DF.

Fonte: Distribuidoras de combustíveis autorizadas pela ANP, conforme portaria ANP 202/99.

3.0- PRINCIPAIS POLUENTES DE ORIGEM VEICULAR E SEUS EFEITOS NA SAÚDE HUMANA

A seguir estão relacionados os principais poluentes atmosféricos de origem veicular e seus efeitos na saúde.

Monóxido de Carbono: O monóxido de carbono (CO) é um dos mais perigosos tóxicos respiratórios para os homens e animais. Ele não é percebido por nossos sentidos já que não possui cheiro, não tem cor e não causa irritação.

É encontrado principalmente nas cidades devido ao grande consumo de combustíveis, tanto pela indústria como pelos veículos. No entanto, estes últimos são os maiores causadores deste tipo de poluição, pois além de emitirem mais do que as indústrias, lançam esse gás à altura do sistema respiratório. Por isso, a poluição por monóxido de carbono é encontrada sempre em altos níveis nas áreas de intensa circulação de veículos dos grandes centros urbanos.

Em face da sua grande afinidade química com a hemoglobina do sangue, tende a combinar-se rapidamente com esta, ocupando o lugar destinado ao transporte do oxigênio; pode, por isso, causar a morte por asfixia. A exposição contínua, até mesmo em baixas concentrações, também está relacionada às causas de afecções de caráter crônico, além de ser particularmente nociva para pessoas anêmicas e com deficiências respiratórias ou circulatórias, pois produz efeitos nocivos no sistema nervoso central, cardiovascular, pulmonar e outros.

A exposição ao CO também pode afetar fetos diretamente pelo déficit de oxigênio, em função da elevação da carboxihemoglobina no sangue fetal, causando inclusive peso reduzido no nascimento e desenvolvimento pós-natal retardado.

Hidrocarbonetos: Hidrocarbonetos são gases e vapores com odor desagradável (similar à gasolina ou diesel), irritante aos olhos, nariz, pele e trato respiratório superior, resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e outros produtos voláteis. Podem vir a causar dano celular, sendo que diversos hidrocarbonetos são considerados carcinogênicos e mutagênicos. Participam ainda na formação dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera, juntamente com os óxidos de nitrogênio (NO_x).

Óxidos de Nitrogênio: São compostos por 90% de monóxido de nitrogênio (NO) e 10% de dióxido de nitrogênio (NO_2). O NO é uma substância incolor, inodora e insípida. Ainda não se comprovou que o NO constitua perigo à saúde nas concentrações em que é encontrado nas cidades. Porém, em dias de radiação intensa, o NO é oxidado, transformando-se em NO_2 .

Os óxidos de nitrogênio são formados, principalmente nas câmaras de combustão de motores de veículos onde, além do combustível, há nitrogênio e oxigênio em alta temperatura que combinado formam óxido nítrico (NO), dióxido de nitrogênio (NO_2) e outros óxidos de nitrogênio (NO_x).

Esses compostos são extremamente reativos. O NO na presença de oxigênio (O_2), ozônio (O_3) e hidrocarbonetos (HC) se transforma em NO_2 . Por sua vez, NO_2 na presença de luz do sol, reage com hidrocarbonetos e oxigênio formando ozônio (O_3). O NO_2 é, portanto, um dos principais precursores do ozônio na troposfera, porção da atmosfera em contato com a crosta terrestre.

O dióxido de nitrogênio (NO_2) apresenta alta toxicidade, sua cor é marrom-avermelhada, possui cheiro e gosto desagradáveis e é muito irritante aos olhos e aos tecidos. Reage com a água presente no ar e forma um dos principais componentes da chuva ácida: o ácido nítrico (HNO_3). Nas reações atmosféricas secundárias, o NO_2 associado ao HC , é também responsável pelo surgimento do *smog* fotoquímico, descrito no item referente aos Oxidantes Fotoquímicos.

Esse gás irrita as mucosas nasais, provoca enfisema pulmonar e pode se transformar, dentro dos pulmões, em nitrosaminas. Convém ressaltar que algumas delas são potencialmente carcinogênicas. É altamente tóxico ao homem, aumentando a susceptibilidade às infecções respiratórias e aos demais problemas respiratórios em geral.

Oxidantes Fotoquímicos: Os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio reagem na atmosfera, principalmente quando ativados pela luz solar, formando um conjunto de gases agressivos chamados de oxidantes fotoquímicos. Dentre eles, o ozônio é o mais importante, pois é utilizado como indicador da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera.

O ozônio também tem origem nas camadas superiores da atmosfera, onde exerce importante função ecológica, absorvendo as radiações ultravioletas do sol e reduzindo assim a sua quantidade na superfície da Terra; pode, por outro lado, nas camadas inferiores da atmosfera, exercer ação nociva sobre os vegetais, animais, materiais e sobre o homem, mesmo em concentrações relativamente baixas.

Não sendo emitidos por qualquer fonte, mas formados na atmosfera, os oxidantes fotoquímicos são chamados de poluentes secundários. Ainda que sejam produtos de reações químicas de substâncias emitidas em centros urbanos, também se formam longe desses centros, ou seja, nas periferias das cidades e locais onde, em geral, estão localizados os centros de produção agrícola. Como são agressivos às plantas, agindo como inibidores da fotossíntese e produzindo lesões características nas folhas, o controle dos oxidantes fotoquímicos adquire, assim, fortes conotações sócio-econômicas.

Esses poluentes formam o chamado "smog" fotoquímico ou névoa fotoquímica, que possui esse nome porque promove na atmosfera redução da visibilidade. Ademais, provocam danos na estrutura pulmonar, reduzem sua capacidade e diminuem a resistência às infecções deste órgão; causam ainda, o agravamento das doenças respiratórias, aumentando a incidência de tosse, asma, irritações no trato respiratório superior e nos olhos. Seus efeitos mais danosos parecem estar mais relacionados com a exposição cumulativa do que com os picos diários.

Óxidos de Enxofre: Uma das principais impurezas existentes nos derivados de petróleo (gasolina, óleo diesel) e no carvão mineral é o enxofre. Na utilização desses combustíveis, a queima do enxofre produz o dióxido de enxofre (SO_2), um óxido ácido de cheiro bastante irritante.

Uma vez lançado na atmosfera, o SO_2 é oxidado, formando ácido sulfúrico (H_2SO_4). Esta transformação depende do tempo de permanência no ar, da presença de luz solar, temperatura, umidade e a adsorção do gás depende das partículas. O SO_2 é altamente solúvel em água a 30°C . A maior parte do SO_2 inalado por uma pessoa em repouso é absorvida nas vias aéreas superiores. Atividade física leva a um aumento da ventilação, com conseqüente aumento da absorção nas regiões mais distais do pulmão.

Dissolvidos nas gotas de água presentes na atmosfera, encontramos os aerossóis ácidos mais comuns: sulfato (SO_4^{2-}) e bissulfato (HSO_4^-). O ácido sulfúrico (H_2SO_4) é o aerossol ácido mais irritante para o trato respiratório, apresentando pH menor que um. O ácido sulfúrico e seus sais de amônia constituem a maior parte das partículas finas.

A inalação do dióxido de enxofre (SO_2), mesmo em concentrações muito baixas, provoca espasmos passageiros dos músculos lisos dos bronquíolos pulmonares. Em concentrações progressivamente maiores, causa o aumento da secreção mucosa nas vias respiratórias superiores, inflamações graves da mucosa e redução do movimento ciliar do trato respiratório, responsável pela remoção do muco e partículas estranhas. Pode aumentar a incidência de rinite, faringite e bronquite.

Em certas condições, o SO_2 pode transformar-se em trióxido de enxofre (SO_3) e, com a umidade atmosférica, transformar-se em ácido sulfúrico, sendo assim um dos componentes da chuva ácida.

Material Particulado: Também conhecido por fuligem, é o principal responsável pela cor escura da fumaça que sai do escapamento de alguns automóveis, caminhões e ônibus e também das chaminés das fábricas.

Sob a denominação geral de Material Particulado (MP) se encontra uma classe de poluentes constituída de poeiras, fumaças e todo tipo de material sólido e líquido que, devido ao seu pequeno tamanho, se mantém suspenso na atmosfera. As fontes emissoras desse poluente são as mais variadas, indo de incômodas "fuligens" emitidas pelos veículos até as fumaças expelidas pela chaminés industriais, passando pela própria poeira depositada nas ruas, levantada pelo vento e pelo movimento dos veículos.

Até 1989, a legislação brasileira preocupava-se apenas com as "Partículas Totais em Suspensão", ou seja, com todos os tipos e tamanhos de partículas que se mantém suspensas no ar, grosso modo, partículas menores que 100 micra (uma micra é a milésima parte do milímetro). As partículas grandes, com diâmetro entre 2,5 e 30 μm , são derivadas de combustões descontroladas, dispersão mecânica do solo ou outros materiais da crosta terrestre, que apresentam características básicas, contendo silício, titânio, alumínio, ferro, sódio e cloro. Pólenes e esporos, materiais biológicos, também se encontram nesta faixa.

No entanto, pesquisas recentes mostram que aquelas mais finas, em geral as menores que 10 micra, penetram mais profundamente no aparelho respiratório e são as que apresentam efetivamente mais riscos à saúde. Dessa forma, a legislação brasileira passou também a se preocupar com as "Partículas Inaláveis", a partir de 1990.

Partículas de dimensões superiores a 10 μm são retidas pelas vias respiratórias. Entre 2,5 e 10 μm atingem os brônquios e bronquíolos, e os alvéolos apenas serão atingidos por partículas inferiores a 2,5 μm .

Partículas minúsculas derivadas da combustão de fontes móveis e estacionárias, como automóveis, principalmente os movidos a diesel, incineradores e termoelétricas podem ser menores do que a espessura de um fio de cabelo, apresentando diâmetro menor que 2,5 μm . Essas partículas têm maior acidez, podendo atingir as porções mais inferiores de trato respiratório, prejudicando as trocas gasosas. Entre seus principais componentes temos carbono, chumbo, vanádio, bromo e os óxidos de enxofre e nitrogênio, que na forma de aerossóis (uma estável mistura de partículas suspensas em um gás), são a maior fração de partículas finas. Sendo assim, não são retidas pelas defesas do organismo, tais como, pelos de nariz, mucosas etc. Causam irritação nos olhos e garganta, reduzindo a resistência às infecções e ainda provocando doenças crônicas. O mais grave é que essas partículas finas, como as de fumaça de cigarro, quando respiradas, atingem as partes mais profundas dos pulmões, transportando para o interior do sistema respiratório substâncias tóxicas e cancerígenas. As partículas causam ainda danos à estrutura e à fachada de edifícios, à vegetação e são também responsáveis pela redução da visibilidade.

Aldeídos: Os aldeídos resultam da oxidação parcial do combustível durante a queima. São extremamente tóxicos, devido a sua grande reatividade e são prejudiciais às vias respiratórias. Os veículos com motores a álcool os emitem em maiores e mais preocupantes quantidades.

3.1- Quantidade de poluentes para diferentes combustíveis

A utilização do álcool etílico (etanol), como combustível, contribuiu para a melhoria da qualidade do ar atmosférico já que, comparado com o motor a gasolina, o motor a álcool emite menos monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio e praticamente nenhum óxido de enxofre; embora aumente as emissões de aldeídos.

As emissões de poluentes nos veículos a diesel são inferiores em volume de concentração às dos veículos movidos à gasolina e a álcool, por serem isentos de certos gases tóxicos, como aldeídos, ozônio e chumbo. Contudo, é maior a formação dos óxidos de nitrogênio e enxofre, devido às elevadas condições de temperatura em que trabalha o motor. As emissões se concentram no escapamento, com predominância de material particulado orgânico sob forma de fumaça, e as perdas por evaporação são baixas, ao sistema de injeção fechado do combustível.

Os motores a gás natural, devido ao processo de combustão, perdem para os motores diesel na emissão de carbono, de hidrocarbonetos e de óxidos de nitrogênio, porém a quantidade emitida ainda é menor que nos motores a gasolina e álcool. A grande vantagem do gás como combustível é a ausência de emissões de fuligem ou compostos de enxofre, fazendo com que ônibus movidos a gás natural sejam 80% menos poluentes que os movidos a diesel, além de redução considerável de ruídos. A Tabela 1 apresenta a quantidade de poluentes em gramas por quilômetro rodado para diferentes motores, emitidos através dos escapamentos de automotores.

Tabela 1- Taxa de emissão de poluentes de acordo com o tipo de combustível

Tipo de Motor	Taxas de Emissão (g/Km)				
	Monóxido de Carbono	Hidrocarbonetos	Óxido de Nitrogênio	Enxofre	Fuligem
Gasolina	27,7	2,7	1,2	0,22	0,21
Álcool	16,7	1,9	1,2	0	0
Diesel	17,8	2,9	13,0	2,72	0,81
Gás Natural	6,0	0,7	1,1	0	0

Fonte: Revista Super Interessante, 1996

4.0- POLUIÇÃO GERADA POR CIMENTEIRAS

Há no Distrito Federal, na região da Fercal, a presença de duas cimenteiras de grande porte. Esse fato acarreta diversos problemas ambientais na região. As atividades desenvolvidas em cimenteiras são potencialmente poluidoras do ar e as exigências de controles específicos a essas atividades requerem um sistema de fiscalização constante para que sejam integralmente cumpridas. É importante a implementação de um sistema de controle para verificar os níveis de poluição e

adotar medidas de forma adequada, suficientes para a minimização dos impactos comumente gerados à qualidade do ar pelo desenvolvimento dessas atividades.

4.1- Fabricação do Cimento

O cimento é um material existente na forma de um pó fino, com dimensões médias da ordem dos 50 µm, que resulta da mistura de clínquer com outras substâncias, tais como o gesso, ou escórias siliciosas, em quantidades que dependem do tipo de aplicação e das características procuradas para o cimento. O cimento normal é formado por aproximadamente 96% de clínquer e 4% de gesso. O clínquer, o principal constituinte do cimento, é produzido por transformação térmica a elevada temperatura em fornos apropriados, de uma mistura de material rochoso contendo aproximadamente 80% de carbonato de cálcio (CaCO_3), 15% de dióxido de silício (SiO_2), 3% de óxido de alumínio (Al_2O_3) e quantidades menores de outros constituintes, como o ferro, o enxofre etc. Estes materiais são normalmente escavados em pedreiras de calcário, ou margas, localizadas nas proximidades dos fornos de produção do clínquer. Constituintes minoritários contidos em areias, minério de ferro, etc, podem ser transportados de locais mais remotos.

A matéria prima é misturada e moída finamente, e submetida a um processo de aquecimento que leva à produção final do clínquer. Por aquecimento, inicialmente evapora-se a água contida e outros materiais vestigiais voláteis. Seguidamente a temperaturas de 500-900 °C procede-se à descarbonatação do material calcário, com produção de óxido de cálcio (OCa) e libertação de CO_2 gasoso. Este processo denomina-se na indústria cimenteira, calcinação. Finalmente a temperaturas entre os 850 e os 1250 °C dá-se a reação entre o óxido de cálcio e as substâncias silico-aluminosas, com a formação do produto final o clínquer, constituído por silicatos di-cálcicos ($2\text{CaO}.\text{SiO}_2$), aluminatos tri-cálcicos ($3\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3$) e ferro-aluminatos tetra cálcicos ($4\text{CaO}.\text{Al}_2\text{O}_3.\text{Fe}_2\text{O}_3$). Este último processo denomina-se sinterização.

O clínquer sai na extremidade do forno rotativo a uma temperatura acima dos 1400 °C e necessita de ser arrefecido rapidamente para poder ser manuseado e para congelar termodinamicamente as suas características químicas e cristalinas. O clínquer arrefecido é armazenado em depósitos de grandes dimensões e posteriormente moído em moinhos onde se juntam os aditivos, como o gesso e outros, que permitem a obtenção de cimentos com características diferenciadas.

4.2- Poluentes produzidos e emitidos

Uma unidade de produção de cimento origina um conjunto de efluentes para o ambiente, que sob o ponto de vista prático, se resume a emissões para a atmosfera. As emissões resultam de produtos da combustão, da suspensão da matéria prima e produto final, da evaporação de compostos voláteis e semi-voláteis durante o aquecimento, calcinação e sinterização, e da formação de novos compostos. Numa cimenteira, principalmente em unidades a funcionar pela

via seca, devido ao contacto íntimo entre os gases de queima e a matéria prima, o principal problema de emissões está relacionado normalmente com a presença de elevadas concentrações de partículas de pó de cimento, ou matéria prima, nos gases de saída do sistema. Assim o maior investimento efetuado pela indústria cimenteira no controle de efluentes é aplicado na remoção de partículas. Para além do problema inerente à poluição atmosférica na zona circundante à fábrica, é imprescindível a remoção eficaz das partículas por um sistema de despoeiramento, se não se quiser perder pela chaminé a própria matéria prima necessária à produção de cimento.

Emissões importantes de poluentes estão associadas à temperatura elevada de combustão resultando na produção de óxidos de azoto, principalmente NO, pela reação entre o N₂ atmosférico e o oxigênio, na chama (NO-térmico).

Outro dos poluentes emitidos pelo forno é o SO₂. Normalmente o SO₂ é produzido a partir da oxidação do enxofre presente no combustível. A energia necessária à secagem, calcinação e sinterização do clínquer é obtida pela queima de uma variedade de combustíveis, dos quais os mais comuns no presente são o carvão mineral e o coque de petróleo (pet-coque). Combustíveis como o pet-coque podem ter de 4 a 6% de enxofre. Nas condições da combustão presentes no forno, frações da ordem dos 99% do enxofre presente no combustível são oxidados a SO₂, havendo também quantidades pequenas de SO₃ formado.

Dado que o material sólido que circula na linha de produção é básico, o SO₂ e outros gases ácidos produzidos durante a combustão são removidos com bastante eficácia da fase gasosa. Assim 90% do SO₂ libertado na zona de sinterização é adsorvido pelo material (farinha) na zona de calcinação e pré-calcinação, formando anidrite (CaSO₄). O SO₂ libertado antes da zona de pré-calcinação, no pré-aquecedor, é mais dificilmente removível. Quando os gases passam subsequentemente pelo moinho de cru, uma parte importante das substâncias sulfurosas libertadas (da ordem dos 20-70%) podem ser novamente readsorvidos pela farinha e removidas do efluente. De qualquer modo os problemas de emissão de enxofre gasoso pelas chaminés para a atmosfera põem-se principalmente quando se utilizam na preparação da farinha matérias primas ricas em enxofre volátil. Num forno de clínquer, em média 39% do SO₂ gerado é removido pelo clínquer, 56% é colhido nos despoeiradores, (ambos sob a forma de CaSO₄) e 5% é emitido na forma gasosa para a atmosfera.

Normalmente, pelos motivos atrás expostos para o SO₂, a emissão de gases ácidos como o ácido clorídrico e o ácido fluorídrico, não costuma ser um problema nos fornos de cimenteiras, porque a reação com a matéria prima alcalina é bastante eficaz na adsorção do HCl e HF produzidos, removendo mais de 99% dos ácidos formados. O cloro e o flúor reagem com o CaO, formando CaCl₂ e CaF₂. As reações também se podem dar com o Na₂O e o K₂O formando-se cloretos e fluoretos alcalinos que podem volatilizar entrando no ciclo interno do alcali previamente descrito.

A produção de clínquer dá origem a elevadas emissões de CO₂. Aproximadamente 40% do CO₂ emitido provém da oxidação completa do combustível, enquanto 60% resultam da calcinação dos carbonatos presentes na farinha. Uma parte importante dos compostos orgânicos presentes na matéria prima é também completamente oxidada a CO₂ (85-95%) durante o processo

térmico. No entanto uma parte substancial (da ordem dos 5-15%) pode ser emitida na forma de CO devido às baixas temperaturas existentes nesta zona da linha de produção. Uma pequena parte, normalmente bem menor que 1%, pode ser emitida na forma de Compostos Orgânicos Voláteis (VOC- *Volatile Organic Compounds*).

A matéria prima para a produção do cimento contém normalmente quase todos os elementos do quadro periódico, dos quais sobressaem os metais, pelos efeitos que possam ter na saúde e no ambiente. Como os elementos não se gastam nem se formam, os seus efeitos poderão ser somente influenciados, quer pela modificação do seu estado de oxidação, quer pela sua concentração nos efluentes, resultante da diversa volatilidade às altas temperaturas do processo. Os metais são usualmente classificados consoante a sua capacidade de volatilização com a temperatura, em metais não-voláteis ou refratários (Cu, Ba, Cr, Zn, As, Be, Co, Mn, Ni, V, Al, Ti, Ca, Fe, Ag, etc.), semi-voláteis (Pb, Cd, Se, Sb, Zn, K, Na) e muito voláteis (Hg, Tl). Vários destes metais, como o Na, K, Ca, Fe, Al, Sb, Co e Mn são inertes ou pouco tóxicos. Outros como o Hg e o Pb são altamente tóxicos.

Para evitar e reduzir as emissões para a atmosfera, as unidades de produção de cimento estão providas de sistemas de controle de poluentes, procurando evitar a sua formação através do controle dos parâmetros de funcionamento das diversas unidades e principalmente evitar a emissão pela instalação de sistemas de remoção dos gases efluentes. Nas cimenteiras atuais, a instalação de sistemas de remoção limita-se usualmente a sistemas de despoeiramento, visto serem as poeiras o maior problema em termos de contaminação ambiental posto pelas unidades de produção de cimento.

A Tabela, a seguir, lista os principais poluentes emitidos por cimenteiras e suas principais fontes.

Tabela 2- Poluentes emitidos por cimenteiras e suas origens

Poluente	Origem
NO _x	Reação do N ₂ atmosférico com o Oxigênio, na chama (NO-térmico) e pela oxidação de compostos azotados presentes no combustível (NO-combustível).
SO _x	Produzido a partir da oxidação do enxofre presente no combustível.
CO ₂	Produção do clínquer a partir da matéria prima (calcinação dos carbonatos) e da oxidação completa do combustível.
Compostos Orgânicos Voláteis	Compostos orgânicos presentes na matéria prima.
CO	Combustão incompleta da matéria prima e do combustível.
Metais	Matéria Prima.
Material Particulado	Poeira proveniente das várias unidades de produção de cimento.

4.3- Localização das Cimenteiras no Distrito Federal

As duas maiores cimenteiras presentes no DF, Ciplan e Tocantins, estão localizadas na Área de Proteção Ambiental de Cafuringa e pertencem a Região Administrativa de Sobradinho-DF.

A APA de Cafuringa é dotada de grandes áreas de reservas minerais, de onde se extraem argilas e calcário. Daí, a instalação desses empreendimentos na região. Existem, ainda nessa área, grandes pedreiras ativas e inativas que produzem praticamente toda a brita consumida no DF.

O fato da região possuir grandes declividades na maior parte da sua área e ser cercada por serras, dificulta bastante a dispersão dos poluentes atmosféricos, agravando ainda mais o problema.

As Figuras, a seguir, ilustram as duas maiores cimenteiras localizadas na região da Fercal.



Figura 3-Vista da Fábrica de Cimento Ciplan



Figura 4-Vista da Fábrica de Cimento Tocantins

5.0- MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

5.1- Objetivos

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

- fornecer dados para ativar ações de controle durante períodos de estagnação atmosférica, quando os níveis de poluentes na atmosfera 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;
- obter informações que possam indicar os impactos sobre a fauna, flora e o meio ambiente em geral;
- acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas às alterações nas emissões dos poluentes, e assim auxiliar no planejamento de ações de controle;
- informar à população, órgãos públicos e sociedade em geral os níveis presentes da contaminação do ar.

6.0- PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

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 dos efeitos produzidos por poluentes específicos e fixados em níveis que possam propiciar adequada margem de segurança.

São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: os primários e os secundários.

- São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassados, poderão afetar a saúde da população e podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.

- São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Deve ser aplicado a áreas de preservação (por exemplo: Parques Nacionais, Áreas de Proteção Ambiental, estâncias turísticas etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, as áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA nº 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido nas classes, I, II e III, conforme o uso pretendido.

Para a implementação de uma política de não deterioração significativa da qualidade do ar em todo o território nacional, suas áreas serão enquadradas de acordo com a seguinte classificação de usos pretendidos:

Classe I: Áreas de preservação, lazer e turismo, tais como Parques Nacionais e Estaduais, Reservas e Estações Ecológicas, Estâncias Hidrominerais e Hidrotermais. Nestas áreas deverá ser mantida a qualidade do ar em nível o mais próximo possível do verificado sem a intervenção antropogênica.

Classe II : Áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade.

Classe III : Áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitado pelo padrão primário de qualidade.

A mesma Resolução prevê ainda que, enquanto não for estabelecida a classificação das áreas, os padrões aplicáveis serão os primários.

Os parâmetros regulamentados são os seguintes: partículas totais em suspensão, fumaça, partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio. Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA n.º03 de 28/06/90.

Tabela 3- Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA nº 003 de 28 de junho de 1990).

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	24 horas MGA*	240 80	150 60
Partículas Inaláveis – (MP 10)	24 horas MAA*	150 50	150 50
Fumaça	24 horas MAA	150 60	100 40
Dióxido de Enxofre (SO_2)	24 horas MAA	365 80	100 40
Dióxido de Nitrogênio (NO_2)	1 hora MAA	320 100	190 100
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora 8 horas	40.000 10.000	40.000 10.000
Ozônio (O_3)	1 hora	160	160

*MGA: Média Geométrica Anual.

*MAA: Média Aritmética Anual.

Essa Resolução também estabelece os níveis de Qualidade do Ar para a elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição de Ar, visando providências dos Governos de Estados e Municípios, assim como entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e eminente risco à saúde da população.

Considera-se Episódio Crítico de Poluição do Ar a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo, resultante

da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos mesmos.

Ficam estabelecidos os Níveis de Atenção, Alerta e Emergência, para a execução do plano.

Tabela 4- Critérios para episódios agudos de poluição do ar (Resolução CONAMA nº 03 de 28/06/90)

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas Totais em Suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	375	625	875
Partículas Inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	250	420	500
Fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – 24 horas	250	420	500
Dióxido de Enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	800	1.600	2.100
SO ₂ x PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 horas	65.000	261.000	393.000
Dióxido de Nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 hora	1.130	2.260	3.000
Monóxido de Carbono (ppm) - 8 horas	15	30	40
Ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 hora	400	800	1.000

Tabela 5: Fontes, características e efeitos dos principais poluentes na atmosfera

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais sobre a saúde	Efeitos gerais sobre o Meio Ambiente
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito à saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Inaláveis (MP₁₀) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Aumento de atendimentos hospitalares e mortes prematuras.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, polpa e papel.	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma, doenças crônicas de coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ .	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Aumento da sensibilidade à asma e à bronquite, abaixa a resistência às infecções respiratórias.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais sobre a saúde	Efeitos gerais sobre o Meio Ambiente
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	Altos níveis de CO estão associados a prejuízo dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, de trabalho e visual.	
Ozônio (O₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente à atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O ₃ tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas, plantas ornamentais.

Fonte: Cetesb, 2005

6.1- Índice da Qualidade do Ar

Com base nos dados obtidos pelas análises do material coletado nas estações, obtêm-se a concentração dos poluentes desejados em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e então calcula-se o Índice de Qualidade do Ar (IQA_r). Este por sua vez foi concebido com base no “Pollutant Standards Index” (PSI), cuja Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) se baseou numa experiência acumulada de vários anos nos EUA e Canadá, desenvolvendo este índice com o objetivo de padronizar a divulgação da qualidade do ar pelos meios de comunicação.

Para saber o efeito da poluição sobre a saúde, determina-se o Índice de Qualidade do Ar, o qual é obtido por meio de uma função linear segmentada, onde a concentração do poluente está relacionada com o valor índice, resultando um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar (estes valores podem ser observados na Tabela abaixo). Desta forma, conhecendo a concentração de poluentes, o ar analisado recebe uma qualificação como: *boa, regular, inadequada, má, péssima ou crítica*.

Tabela 6- Nível da Qualidade do Ar e os efeitos sobre a Saúde.

Qualidade do Ar	Índice	Descrição dos efeitos sobre a Saúde
Boa	0-50	Praticamente não há riscos à saúde.
Regular	51-100	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Inadequada	101-199	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Má	200-299	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com problemas cardiovasculares).
Péssima	>299	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

Fonte: Cetesb

7.0- MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL

O Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal-Brasília Ambiental mantém uma rede de Monitoramento da Qualidade do Ar que tem permitido a avaliação das concentrações de três poluentes, (Partículas Totais em Suspensão, Fumaça e Dióxido de Enxofre), em três locais diferentes do DF. Basicamente, o monitoramento é realizado atualmente por uma rede manual composta de cinco estações fixas. Cada estação é dotada de dois equipamentos: Amostrador de Grande Volume (HI-VOL), utilizado na coleta de PTS (Partículas Totais em Suspensão) e Amostrador de Pequeno Volume (OPS/OMS) usado na coleta de Fumaça e SO₂.

As estações encontram-se instaladas nos locais considerados como “pontos críticos” em relação à questão da poluição do ar no DF. Na Rodoviária do Plano Piloto, Taguatinga Centro e Fercal (três estações). O Parque da Cidade também será monitorado, já que é um lugar bastante freqüentado pela população do DF e destinado à realização de atividades físicas e de lazer.

As análises das amostras coletadas nestas estações são realizadas no laboratório implantado no Centro Universitário de Brasília - UniCEUB. Os dados obtidos por meio dessa rede, além de possibilitar o acompanhamento das

mudanças e tendências da qualidade do ar, nos permitem identificar os principais fatores de poluição atmosférica no DF e assim auxiliar no processo de planejamento urbano, de implantação de setores industriais e de outros tipos de serviços, além de subsidiar a proposição de medidas mitigadoras voltadas para o controle dos impactos ambientais.

O principal objetivo desse monitoramento é identificar e acompanhar as concentrações dos poluentes emitidos e compará-las com os padrões estabelecidos nacionalmente pensando em medidas mitigadoras.

7.1- Método de Amostragem e Análise

As coletas são realizadas semanalmente em cada estação, o período de amostragem é de vinte e quatro horas para todos os parâmetros monitorados de acordo com o método estabelecido na Resolução CONAMA nº. 03, de junho de 1990.

As amostras de Partículas Totais em Suspensão - PTS são coletadas utilizando o amostrador de grande volume (Hi-Vol). Nesse aparelho há aspiração do ar que, por sua vez, é filtrado por um filtro de fibra de vidro onde as partículas com diâmetro aerodinâmico entre 0,1 e 100 µm são retidas. A concentração é determinada pelo material particulado retido no filtro. O filtro é pesado antes e depois da amostragem.

As amostras de Fumaça e de Dióxido de Enxofre são coletadas usando o amostrador de pequeno volume (OPS-OMS). O ar é aspirado por uma bomba de vácuo, passando por um filtro de papel que retém a poeira, determina-se a refletância da mancha formada no papel através do refletômetro e, mediante curva padrão, avalia-se a concentração de fumaça na superfície do filtro. O ar que passa pelo filtro de papel é borbulhado em solução de peróxido de hidrogênio, se houver a presença de dióxido de enxofre no ar ocorre a formação de ácido sulfúrico, a concentração de dióxido de enxofre é determinada através de titulação com tetraborato de sódio.

Os métodos de análise adotados no monitoramento de Dióxido de Enxofre, Fumaça e PTS encontram-se na tabela abaixo.

Tabela 7- Parâmetros e Métodos de Análise

PARÂMETRO	MÉTODO
Dióxido de Enxofre	Água Oxigenada através de titulação com tetraborato de sódio
Fumaça	Refletância que é medida usando um aparelho refletômetro
PTS (Partículas Totais em Suspensão)	Amostrador de Grande Volume pela diferença de massa do filtro

8.0- LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO NO DISTRITO FEDERAL

As cinco estações existentes no DF estão georreferenciadas no mapa a seguir:

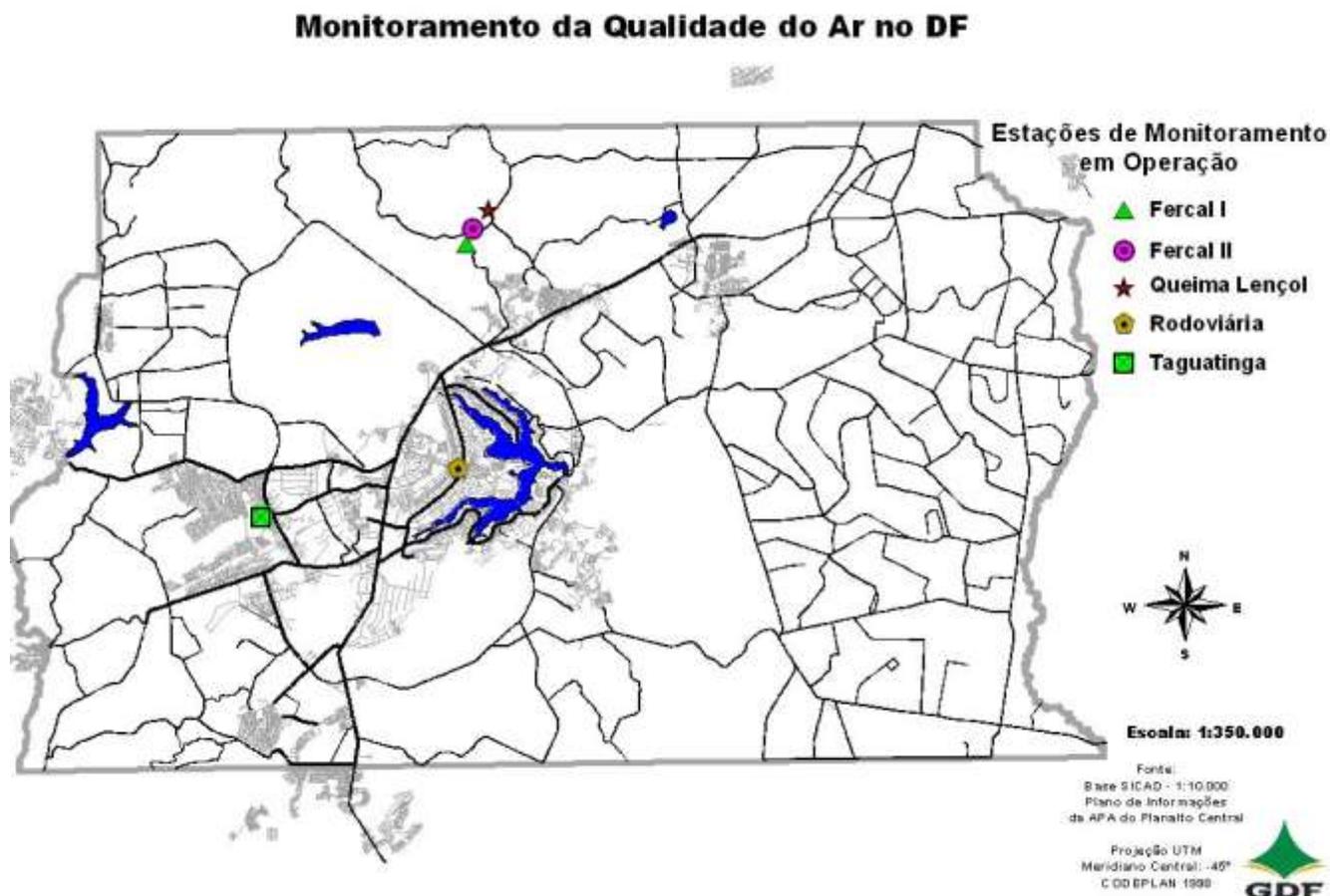


Figura 5- Mapa com estações de monitoramento georreferenciadas.

8.1- Rodoviária do Plano Piloto

Instalada na parte central da rodoviária, próxima ao viaduto.



Figura 6- Estação da Rodoviária do Plano Piloto

8.2- Taguatinga Centro

Localizada no centro de Taguatinga, bem no canteiro central entre as duas avenidas. Próxima à Praça do Relógio.



Figura 7- Estação do Centro de Taguatinga

8.3- Fercal I

Localizada em praça pública, na altura do Km 18 da rodovia DF 215, a estação da Fercal I está circundada por vias de tráfego local e pela rodovia DF 205.



Figura 8- Estação da Fercal I

8.4- Fercal II

Localizada às margens da rodovia DF 205, na altura do Km 11, a estação está em um trecho com diversos acessos de vias não pavimentadas.



Figura 9- Estação da Fercal II

8.5- Centro de Ensino Fundamental Queima Lençol

Localizada no pátio do Centro de Ensino Fundamental Queima Lençol, próxima da rodovia DF 205.



Figura 10- Estação do CE Queima Lençol

9.0- A QUALIDADE DO AR NO DISTRITO FEDERAL- 2008

É importante mencionar que os resultados obtidos pelo monitoramento refletem as variações nas emissões e também condições meteorológicas observadas no ano. Além disso, a adoção de critérios de representatividade de dados é de extrema importância em sistemas de monitoramento. O não atendimento ao critério de representatividade de dados para uma determinada estação, em um determinado período, significa que as falhas de medição ocorridas comprometem significativamente o resultado obtido.

9.1- Avaliação da Qualidade do Ar na Rodoviária do Plano Piloto

Partículas Totais em Suspensão (PTS): O monitoramento realizado na Rodoviária do Plano Piloto correspondeu apenas ao período de jan/08 a set/08, devido a problemas técnicos com os amostradores. Neste período nenhuma das amostragens realizadas ultrapassou o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$), porém a concentração média geométrica do período ($143,186 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi bem superior ao padrão anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar neste local classificou-se como regular.

Fumaça: No período de jan/08 a set/08 várias amostragens ultrapassaram o padrão diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média do período ($159,378 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi bem superior ao padrão anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$), classificando a qualidade do ar como inadequada.

Dióxido de Enxofre (SO₂): Para esse parâmetro não ocorreu nenhuma ultrapassagem ao padrão diário ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

As tabelas abaixo mostram as concentrações médias encontradas no período de janeiro-setembro de 2008 na Rodoviária Plano Piloto relacionadas com os padrões CONAMA e a qualidade do ar no local.

Tabela 8 –Resultados das Medições dos Poluentes na Rodoviária do Plano Piloto- jan/08-set/08

Poluente	Média do período (µg/m ³)	Máxima Média de 24 h (µg/m ³)	Mínima Média de 24 h (µg/m ³)	Padrão CONAMA p/ Média de 24 h (µg/m ³)	Padrão CONAMA p/ Média Anual (µg/m ³)
SO ₂	6,700	41,698	0	365	80
Fumaça	159,378	259,473	73,375	150	60
PTS	143,186	182,120	92,518	240	80

Tabela 9 - Índice da Qualidade do Ar na Rodoviária do Plano Piloto- 2008

Poluente	Índice da Qualidade do Ar do período	Qualidade do Ar
SO ₂	4,187	Boa
Fumaça	110,420	Inadequada
PTS	68,429	Regular

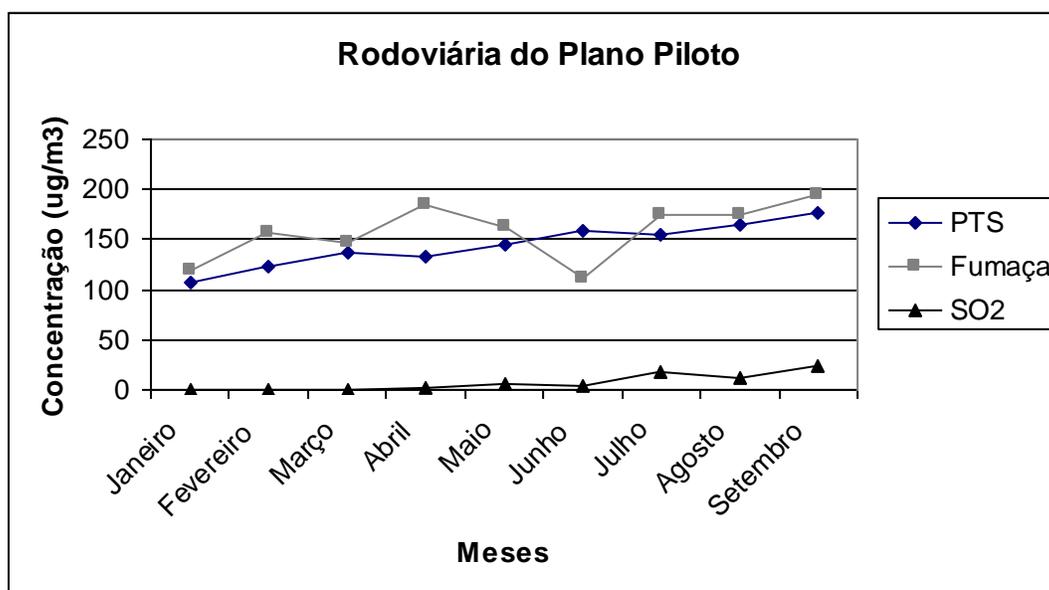


Figura 11- Evolução das concentrações médias mensais dos poluentes na estação da Rodoviária do Plano Piloto

9.2- Avaliação da Qualidade do Ar em Taguatinga Centro

Partículas Totais em Suspensão (PTS): Apenas uma amostragem excedeu o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média geométrica anual ($152,743 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi bem superior ao padrão anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar classificou-se como regular.

Fumaça: Seis amostragens ultrapassaram o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média anual ($175,318$) foi bem superior ao padrão anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Para esse parâmetro a qualidade do ar classificou-se como inadequada.

Dióxido de Enxofre (SO₂): Suas concentrações não excederam o padrão diário nenhuma vez.

As Tabelas abaixo mostram as concentrações médias anuais encontradas no Centro de Taguatinga relacionadas com os padrões CONAMA e a qualidade do ar no local.

Tabela 10 – Resultados das Medições dos Poluentes em Taguatinga Centro- 2008

Poluente	Média do período ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	8,041	16,914	0	365	80
Fumaça	175,318	287,293	66,646	150	60
PTS	152,743	320,862	58,636	240	80

Tabela 11 - Índice da Qualidade do Ar em Taguatinga Centro - 2008

Poluente	Índice da Qualidade do Ar do período	Qualidade do Ar
SO ₂	5,025	Boa
Fumaça	128,131	Inadequada
PTS	71,011	Regular

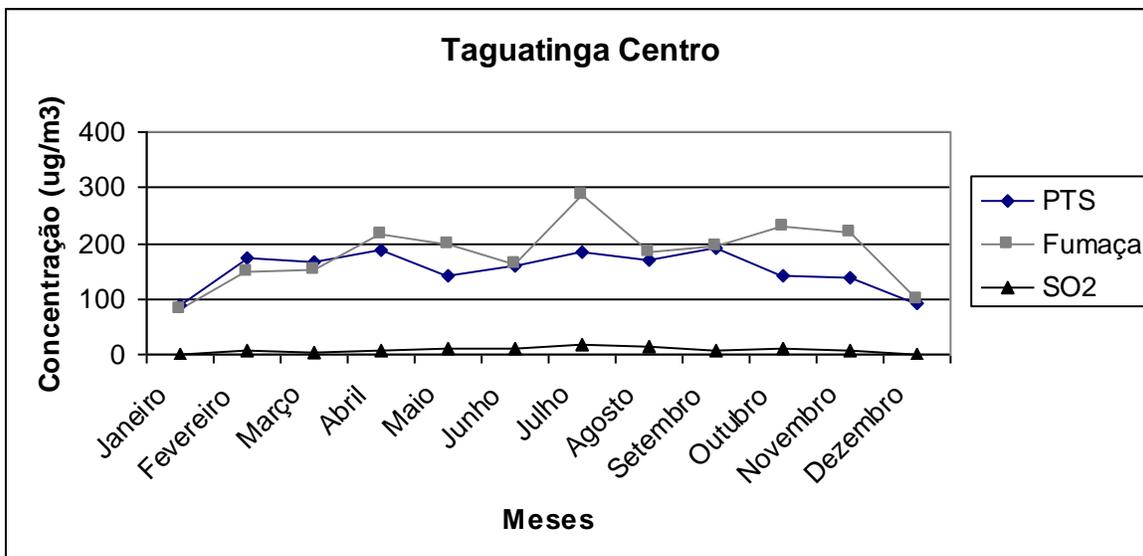


Figura 12- Evolução das concentrações médias mensais dos poluentes na estação de Taguatinga Centro.

9.3- Avaliação da Qualidade do Ar na Fercal I

Partículas Totais em Suspensão (PTS): Na Fercal I várias amostragens ultrapassaram o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média geométrica anual ($277,321 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi mais de três vezes maior que o padrão anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar no local foi classificada como inadequada.

PS: O amostrador de pequeno volume utilizado para quantificar Fumaça e SO_2 está com o funil coletor de amostra quebrado, não sendo possível a coleta de amostras.

As Tabelas abaixo mostram as concentrações médias anuais encontradas na Fercal I relacionadas com os padrões CONAMA e a qualidade do ar no local.

Tabela 12 –Resultados das Medições dos Poluentes na Fercal I- 2008

Poluente	Média do período ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PTS	277,321	762,638	76,407	240	80

Tabela 13 - Índice da Qualidade do Ar na Fercal I- 2008

Poluente	Índice da Qualidade do Ar do período	Qualidade do Ar do período
PTS	115,062	Inadequada

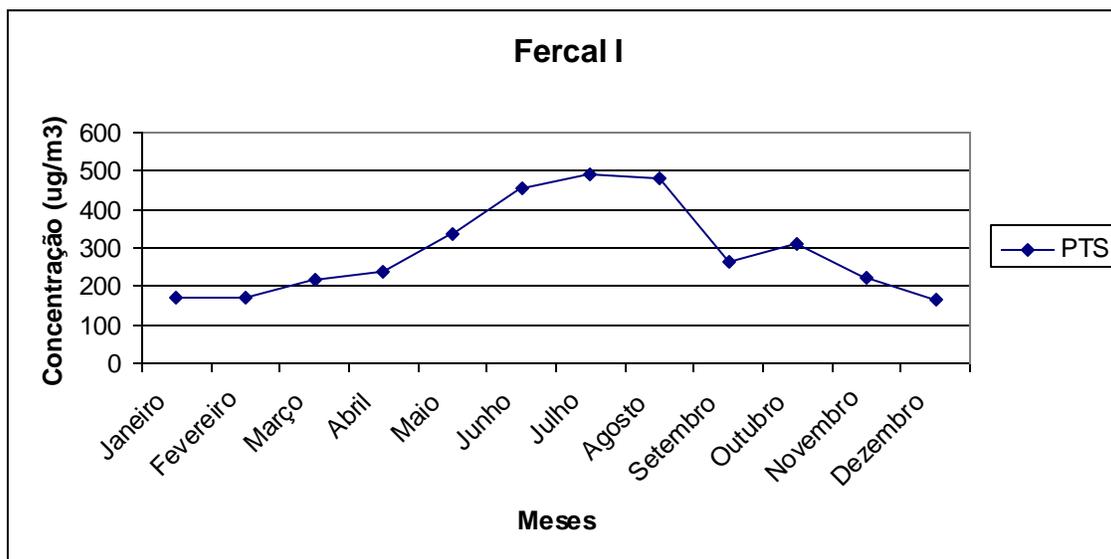


Figura 13- Evolução das concentrações médias geométricas mensais de PTS na estação da Fercal I

9.4- Avaliação da Qualidade do Ar na Fercal II

Partículas Totais em Suspensão (PTS): A estação da Fercal II sempre apresenta altas concentrações de PTS, devido à proximidade da estação com a pista. Quase todas as amostragens ultrapassaram o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média geométrica anual ($621,907 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi muito superior ao padrão anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar foi classificada como má.

Fumaça: Apesar das elevadas concentrações de fumaça encontradas no local nenhuma amostragem ultrapassou o padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A concentração média anual ($111,920 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi bem superior ao padrão anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a qualidade do ar classificou-se como regular.

Dióxido de Enxofre (SO₂): Suas concentrações não excederam o padrão diário nenhuma vez.

As tabelas abaixo mostram as concentrações médias anuais encontradas na estação da Fercal II relacionadas com os padrões CONAMA e a qualidade do ar no local.

Tabela 14 – Resultados das Medições dos Poluentes na Fercal II- 2008

Poluente	Média do período ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	0,313	4,466	0	365	80
Fumaça	111,920	209,221	42,156	150	60
PTS	621,907	1208,734	181,614	240	80

Tabela 15 - Índice da Qualidade do Ar na Fercal II - 2008

Poluente	Índice da Qualidade do Ar do período	Qualidade do Ar
SO ₂	0,196	Boa
Fumaça	78,844	Regular
PTS	298,763	Má

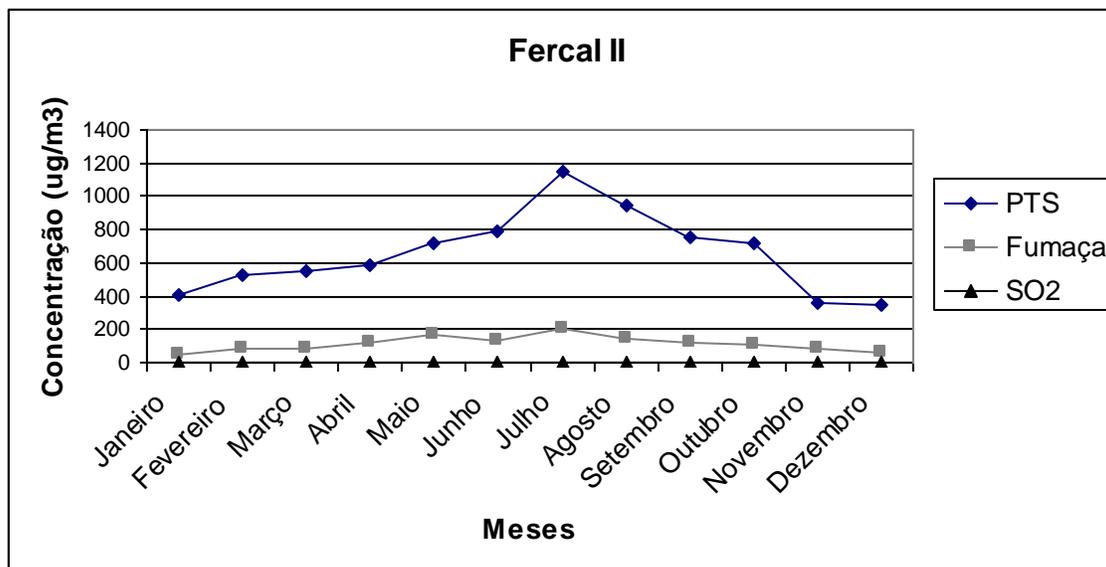


Figura 14- Evolução das concentrações médias mensais dos poluentes na estação da Fercal II

9.5- Avaliação da Qualidade do Ar no Centro de Ensino Queima Lençol

Partículas Totais em Suspensão (PTS): O padrão diário ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi ultrapassado várias vezes e a concentração média geométrica anual ($446,318 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi mais de cinco vezes maior que o padrão anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar no local foi classificada como má.

Fumaça: As concentrações de fumaça no local tem sido baixas, bem menores que o padrão diário ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e a concentração média anual ($52,784 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi menor que o padrão anual ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A qualidade do ar para esse parâmetro classificou-se como boa.

Dióxido de Enxofre (SO_2): Suas concentrações não excederam o padrão diário nenhuma vez.

As Tabelas abaixo mostram as concentrações médias anuais encontradas na estação do centro de Ensino Queima Lençol, relacionadas com os padrões CONAMA e a qualidade do ar no local.

Tabela 16 – Resultados das Medições dos Poluentes no Centro de Ensino Queima Lençol- 2008

Poluente	Média do Período ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Máxima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mínima Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média de 24 h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão CONAMA p/ Média Anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO_2	12,535	48,407	0	365	80
Fumaça	52,784	114,271	20,262	150	60
PTS	446,318	1075,982	73,613	240	80

Tabela 17 - Índice da Qualidade do Ar no Centro de Ensino Queima Lençol- 2008

Poluente	Índice da Qualidade do Ar do período	Qualidade do Ar do período
SO_2	7,834	Boa
Fumaça	43,987	Boa
PTS	228,527	Má

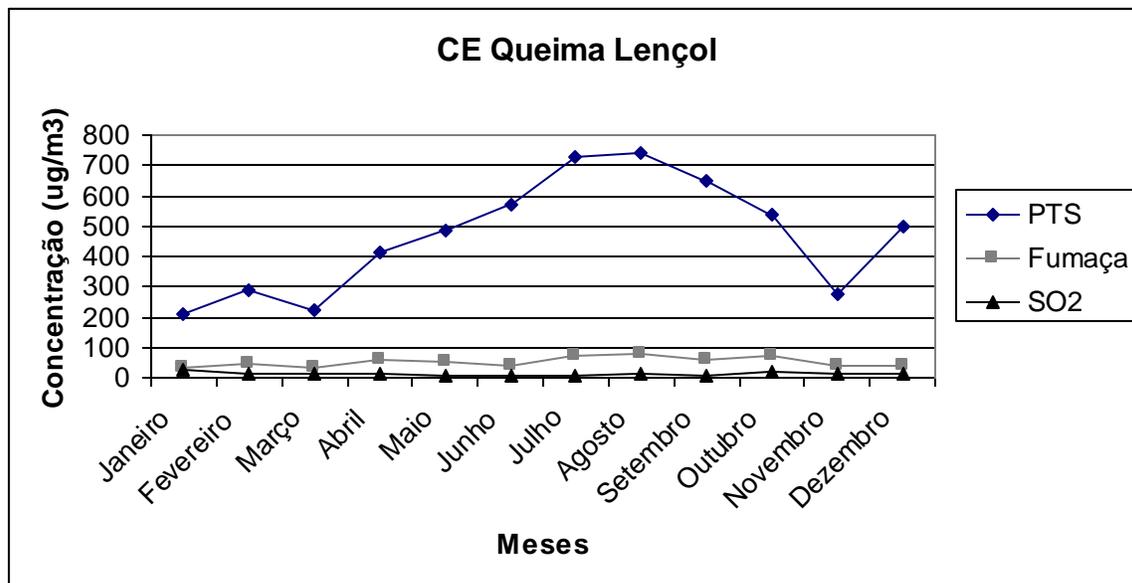


Figura 15- Evolução das concentrações médias mensais dos poluentes na estação do CE Queima Lençol

A fig. 16 mostra as médias geométricas das concentrações obtidas no ano de 2008 de PTS em todas as estações.

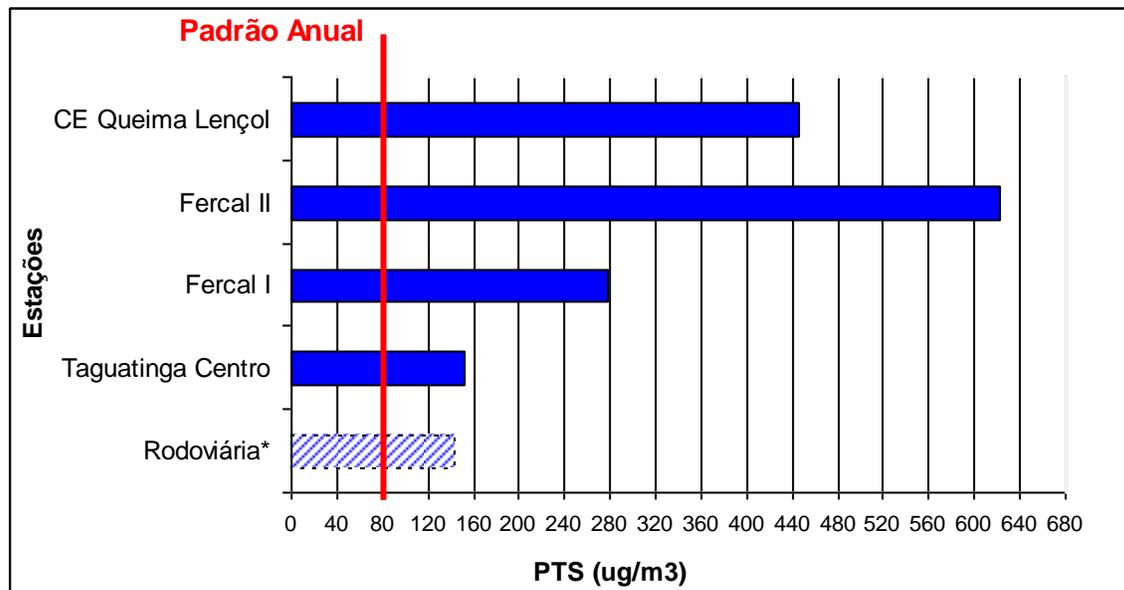


Figura 16- PTS- Classificação das concentrações médias geométricas anuais nas estações de Monitoramento

* A Rodoviária do Plano Piloto foi monitorada apenas no período de jan/08-set/08

A Fig. 17 mostra as médias aritméticas das concentrações obtidas no ano de 2008 de Fumaça nas estações monitoradas.

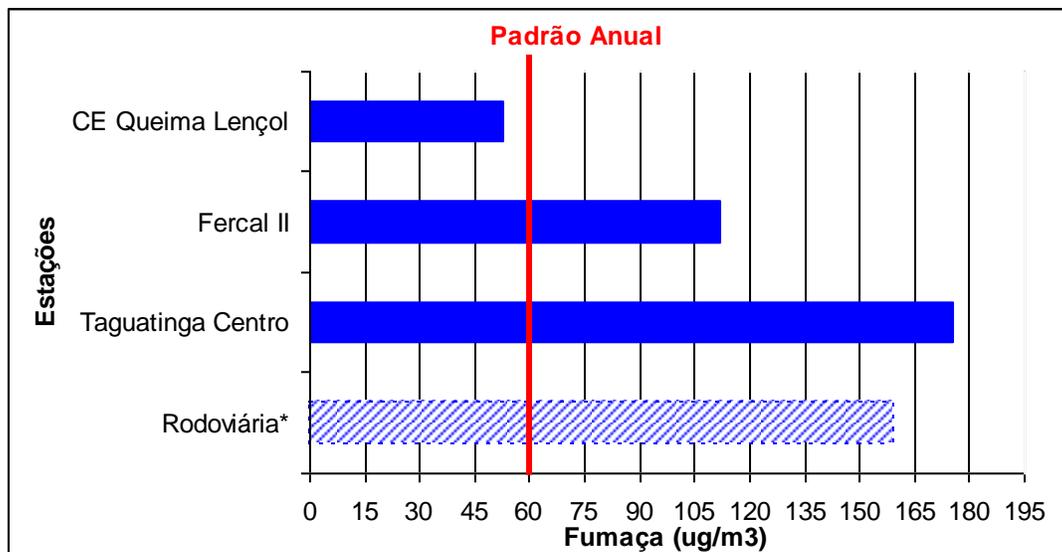


Figura 17- Fumaça- Classificação das concentrações médias anuais nas estações de Monitoramento

* A Rodoviária do Plano Piloto foi monitorada apenas no período de jan/08-set/08

A Fig. 18 mostra as médias aritméticas das concentrações obtidas no ano de 2008 de Dióxido de Enxofre (SO₂) nas estações monitoradas.

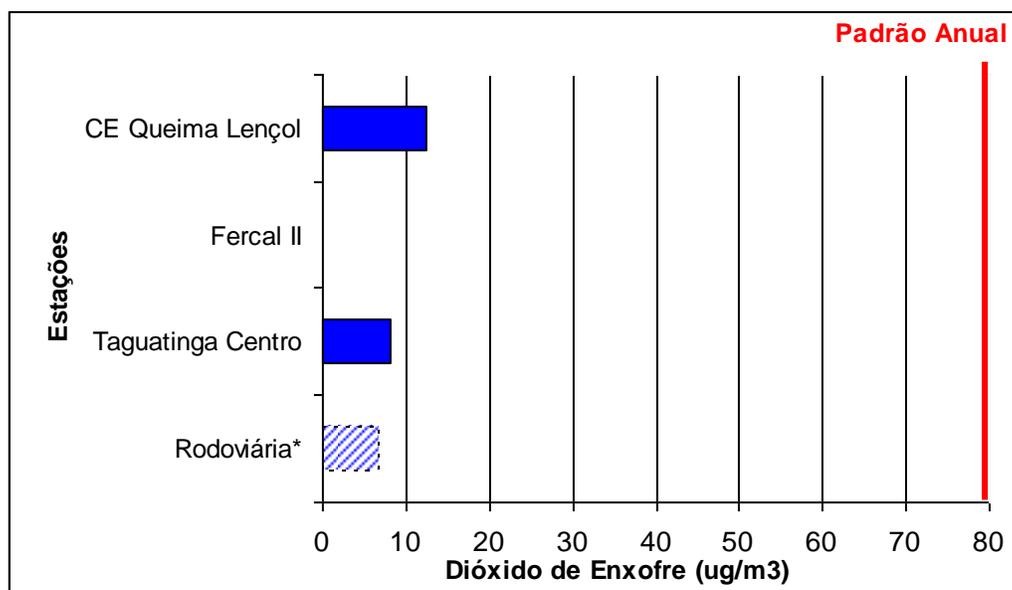


Figura 18- SO₂- Classificação das concentrações médias anuais nas estações de Monitoramento

* A Rodoviária do Plano Piloto foi monitorada apenas no período de jan/08-set/08

As figuras seguintes mostram a evolução das concentrações médias obtidas nos anos de 2005, 2006, 2007 e 2008 nas estações de monitoramento.

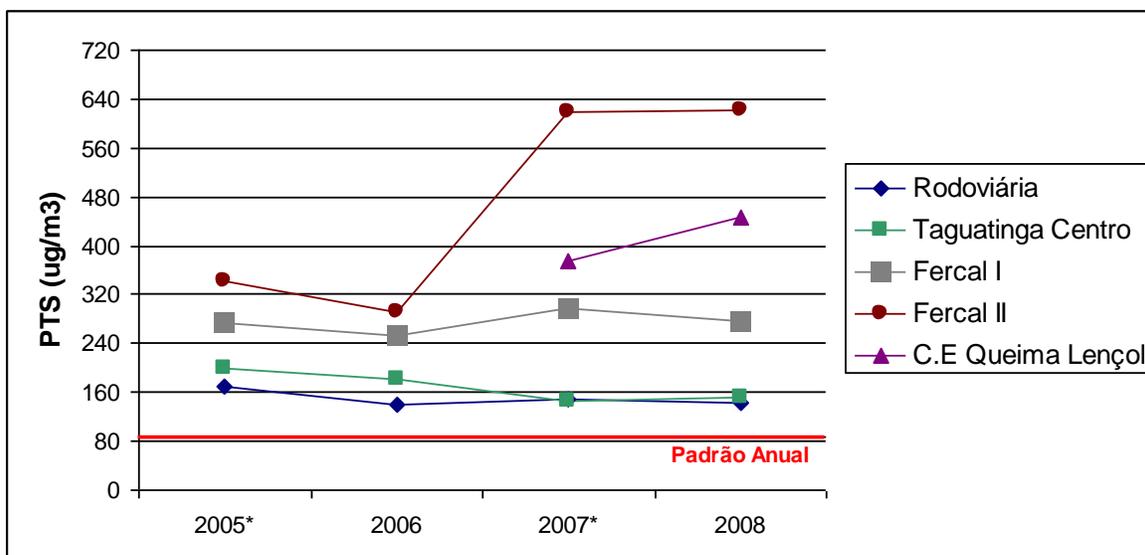


Figura 19- PTS- Evolução das concentrações médias geométricas anuais nas estações de Monitoramento

2005*- Monitoramento realizado no período de jan/05-dez/05

2007*- Monitoramento realizado no período de mai/07-dez/07

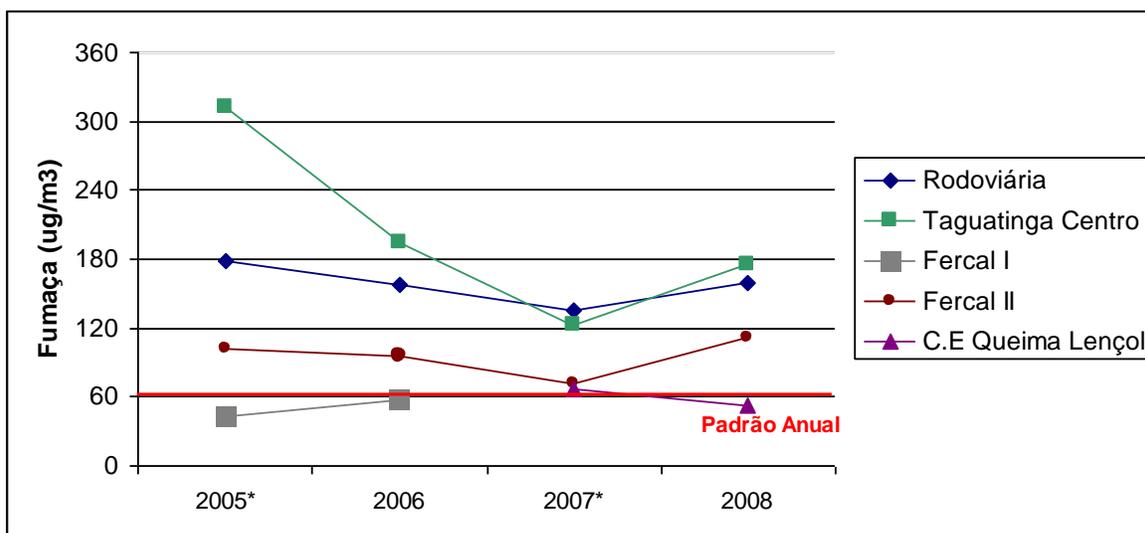


Figura 20- Fumaça- Evolução das concentrações médias anuais nas estações de Monitoramento

2005*- Monitoramento realizado no período de jan/05-dez/05

2007*- Monitoramento realizado no período de mai/07-dez/07

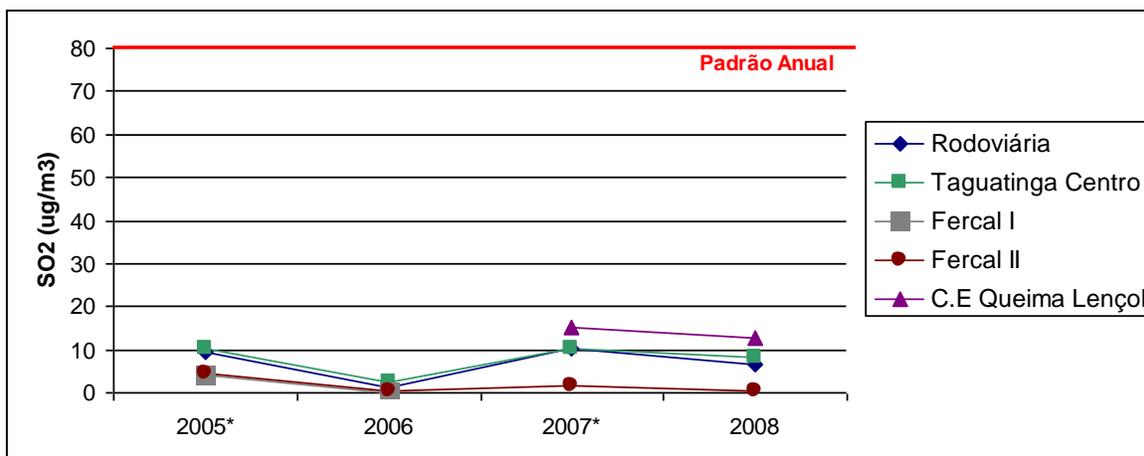


Figura 21- SO₂- Evolução das concentrações médias anuais nas estações de Monitoramento
 2005*- Monitoramento realizado no período de jan/05-dez/05
 2007*- Monitoramento realizado no período de mai/07-dez/07

10.0- ANÁLISE DOS RESULTADOS

A qualidade do ar na Rodoviária do Plano Piloto, no período de jan/08 a set/08, e no centro de Taguatinga, se caracterizou como regular para o parâmetro Partículas Totais em Suspensão. Já para o parâmetro fumaça, tanto na Rodoviária, quanto no Centro de Taguatinga a qualidade do ar se caracterizou como inadequada. Pelas Fig.16 e Fig 17 verifica-se que as concentrações médias de PTS e Fumaça foram superiores ao padrão anual. Atribui-se esse acontecimento às altas emissões de poluentes pelos veículos, leves e pesados, que trafegam nos arredores das estações.

O monitoramento realizado na região da Fercal tem acusado concentrações elevadas de material particulado. Nesse período o parâmetro Partículas Totais em Suspensão (PTS) caracterizou a qualidade do ar na região da Fercal II e no Centro de Ensino Queima Lençol como má e na Fercal I como inadequada.

A existência de duas grandes cimenteiras na região da Fercal -TOCANTINS e CIPLAN- favoreceu paulatinamente a aglomeração de pessoas no local. Muitas dessas pessoas fixaram moradia a poucos metros das cimenteiras. Porém, a instalação dessas fábricas não provocou somente o aumento populacional na região, assim como também, cresceu significativamente o tráfego de veículos leves e pesados no local.

É observado, no entanto, que apesar do crescimento populacional ocorrido, não foram realizadas muitas obras de urbanização no local, como: pavimentação de vias, construção de calçadas, meio fio etc. A região da Fercal possui inúmeras ruas e áreas sem pavimentação, cobertas por grande quantidade de terra que são ressuspensas facilmente pela simples ação dos ventos.

O que provoca, portanto, leituras tão altas de concentrações de material particulado nas estações da Fercal são suas proximidades de vias de grande

movimentação de veículos pesados, de ruas e áreas sem pavimentação e também pela emissão de particulados pelas cimenteiras.

A estação da Fercal I, localizada em praça pública, está circundada por vias de tráfego local e pela rodovia DF 205, as quais apresentam alto grau de sujeidade superficial e o tráfego de veículos pesados provoca a ressuspensão de poeira no local.

A estação da Fercal II, localizada às margens da rodovia DF 205, está em um trecho com diversos acessos de vias não pavimentadas, o que promove grande arraste de sujeidade para a superfície da via pavimentada e que, por sua vez, apresenta intensa movimentação de veículos pesados e leves. Isto, conseqüentemente, provoca também grande ressuspensão de poeira. Além disso, esta estação se encontra a poucos metros de uma área de terra que pela ação dos ventos e pelo tráfego de veículos promove a formação de nuvens de poeira.

A estação do Centro de Ensino Fundamental Queima Lençol, próxima da rodovia DF 205, está a menos de 8 metros da rodovia, em um trecho com diversos acessos de vias não pavimentadas, o que promove arraste de sujeidade para a superfície da via pavimentada. Além do mais a cota desta estação é cerca de 2 metros inferior à da rodovia e a escola situa-se bem em frente à cimenteira CIPLAN, o que agrava as emissões de particulados no local.

O parâmetro Fumaça classificou a qualidade do ar na estação da Fercal II como regular e no Centro de Ensino Queima Lençol como boa.

As concentrações médias de Dióxido de Enxofre obtidas em todas as estações não aproximaram do padrão anual.