



Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Instituto de Química

Jorgina Rosete Teixeira

Impacto do Aterro Controlado Morro do Céu na Atmosfera

Rio de Janeiro
2009

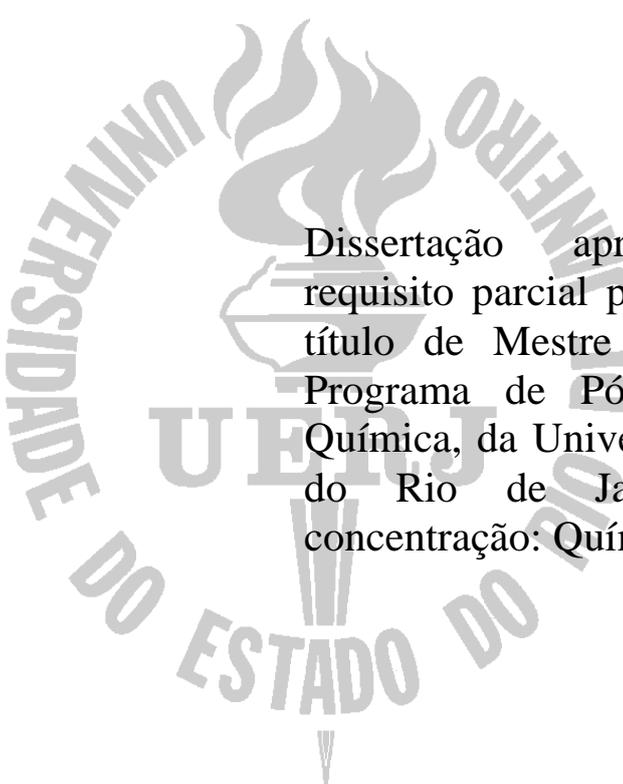
Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Jorgina Rosete Teixeira

Impacto do Aterro Controlado Morro do Céu na Atmosfera



Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências, ao Programa de Pós Graduação em Química, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Química Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Machado Corrêa

**Rio de Janeiro
2009**

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/ BIBLIOTECA CTC/D

T266 Teixeira, Jorgina Rosete.
Impacto do aterro controlado Morro do Céu na atmosfera /
Jorgina Rosete Teixeira. – 2009.
120f.: il.

Orientador: Sérgio Machado Corrêa.

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de
Janeiro, Instituto de Química.

1. Atmosfera – Teses. 2. – Teses. I. Corrêa, Sérgio Machado II.
Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Química. III.
Título.

CDU 551.510

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação.

Assinatura

Data

Jorgina Rosete Teixeira

Impacto do Aterro Controlado Morro do Céu na Atmosfera

Dissertação apresentada, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências, ao Programa de Pós Graduação em Química, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Química Ambiental.

Aprovado em 22 de julho de 2009.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Sérgio Machado Corrêa (orientador)
Faculdade de Tecnologia da UERJ

Profa. Dra. Simone Lorena Quitério
IFRJ – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Eduardo Monteiro Martins
Faculdade de Engenharia da UERJ

Rio de Janeiro
2009

AGRADECIMENTOS

Ao professor, doutor e amigo Sergio Machado Corrêa, meu orientador, por toda atenção dada no desenvolvimento desta pesquisa.

A minha mãe, minha irmã e irmão Jorge Ronaldo, pelo apoio e carinho.

Ao professor da UFF, Jorge Luiz Fernandes Oliveira, pela cessão dos dados meteorológicos da estação do INMET.

Ao colega Eduardo Sodré, pela ajuda na coleta de dados no APMC.

Ao colega César Marcelo Cajazeira Vidal, pelo auxílio no uso do Software.

Aos amigos Adelino Carlos Ferreira de Souza, Lílian Barbosa Sosman e Greice Kelly Bezerra da Costa, pelo incentivo.

A satisfação está no esforço e não apenas na realização final.
Gandhi

RESUMO

TEIXEIRA, Jorgina Rosete. *Impacto do aterro controlado morro do céu na atmosfera.* 2009. 120f. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

O principal objetivo deste estudo é estimar o alcance dos poluentes emitidos pelo Aterro Controlado do Morro do Céu (ACMC), localizado em Niterói e as possíveis áreas afetadas. Utilizou-se um modelo matemático para o estudo do transporte e difusão dos poluentes que fornece a concentração nas vizinhanças, a partir dos dados de emissões, meteorológicos e topográficos. Foram analisados e tratados os dados meteorológicos e a topografia da região de alcance da pluma. As amostras foram coletadas por uma bomba de ar a uma vazão de 500 mL min^{-1} por um período de 10 min, em dois dias e horários diferentes. A câmara de fluxo empregada foi de 30 L e de PVC, no formato cilíndrico, cuja boca foi emborcada no solo por 5 cm e a amostragem realizada por uma válvula posicionada no fundo. Foram empregados como meios de amostragem cartuchos de carvão ativo de leito duplo e as análises químicas foram realizadas por cromatografia de fase gasosa com detecção por ionização na chama. Os resultados encontrados indicam que o ACMC pode conter quantidade significativa de vários compostos químicos, principalmente compostos orgânicos voláteis, impactando a vegetação, prejudicando a saúde e a qualidade de vida da população do seu entorno. Foram obtidos valores de compostos orgânicos voláteis acima de $400 \mu\text{g m}^{-3}$ a menos que 500 m do ACMC. Considerando que o ACMC não será desativado em um tempo próximo, creches, escolas e postos de saúde devem ser deslocados para uma área onde o impacto dos poluentes atmosféricos seja menor, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

Palavras-chave: Atmosfera, Modelagem, Plumas, Compostos Orgânicos Voláteis

ABSTRACT

The main purpose of this work is to evaluate the impacted areas of the pollutants emitted by Aterro Controlado do Morro do Céu (ACMC), located at Niterói. It was used the ISCSC3 mathematical model to calculate the diffusion and the transport of the pollutants, in order to estimate the concentrations at the neighborhood, using the emissions, meteorological, and topographical data. The samples were collected at 500 mL min⁻¹ using a battery-operated air pump during 10 minutes, at two days at different hours. It was used a cylindrical PVC flux chamber of 30 liters, whose open top side was inserted inside soil by 5 cm, and the samples were collected using a valve at the opposite closed side. It were used double bed activated charcoal cartridges and the chemical analyses were done by gas chromatography with flame ionization detector. The results indicated that ACMC may contain several chemical compounds, mainly volatile organic compounds, causing injures to vegetation and human health at the vicinities. Values above 400 µg m⁻³ for VOCs were found near 500 m from the landfill. As ACMC will be used for a long time it is necessary to evaluate the possibility to change the location of several schools, crèches, and hospitals to avoid the impacts of a contaminated plume arise from ACMC.

Keywords: Atmosphere, Modeling, Plumes, Volatile Organic Compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Emissão de monóxido de carbono por veículos em grandes centros urbanos	28
Figura 2 - Emissão de dióxido de carbono, óxidos de enxofre e nitrogênio pela indústria.	29
Figura 3 - Emissão de material particulado	30
Figura 4 - Camadas da atmosfera	36
Figura 5 - Esquema da camada limite planetária.....	37
Figura 6 - Perfis de temperatura e condições de estabilidade atmosférica.....	50
Figura 7 - Domínio de interesse no estudo da dispersão de poluentes na atmosfera	53
Figura 8 - Tipos de plumas	56
Figura 9 - Efeito da rugosidade terrestre no perfil de velocidade do vento.....	57
Figura 10 - Modelo de pluma gaussiana.....	59
Figura 11 - Relação entre o comprimento de Monin – Obukhov L, a rugosidade do terreno z_0 e as classes de estabilidade de Pasquill	64
Figura 12 - Coeficiente de dispersão horizontal σ_y (m).....	65
Figura 13 - Coeficiente de dispersão vertical σ_z (m).....	66
Figura 14 - Mapa de Niterói e rodovias que cruzam o município.....	68
Figura 15 - Regiões de planejamento de Niterói	70
Figura 16 - O Aterro Controlado do Morro de Céu e seu entorno	72
Figura 17 - Localização do Aterro Controlado do Morro do Céu em Niterói.....	73
Figura 18 - Modelo gaussiano de dispersão de plumas	75
Figura 19 - Foto 1 de ponto de amostragem realizada no ACMC.....	78
Figura 20 - Foto 2 de ponto de amostragem realizada no ACMC.....	78
Figura 21 - Foto 3 de ponto de amostragem realizada no ACMC.....	79
Figura 22 - Foto da câmara de fluxo utilizada nas amostragens do ACMC.....	80
Figura 23 - Foto da bomba de ar operada a bateria SKC, modelo PCRX4.....	81
Figura 24 - Foto do cartucho de carvão ativo de leito duplo SKC (224-09).....	81
Figura 25 - Foto do medidor portátil Thal.....	81
Figura 26 - Gráfico da distribuição de frequência por classes de ventos	83
Figura 27 - Rosa dos ventos representativa das classes de ventos.	85
Figura 28 - Gráfico da distribuição de frequência simples das classes de estabilidade atmosférica.....	85
Figura 29 - Rosa dos ventos representativa das direções predominantes das classes de.....	87
Figura 30 - Malha na região (100 m x 100 m) de estudo para levantamento topográfico. .	88

Figura 31 - Curvas de nível geradas no ISCST3 a partir das altitudes obtidas.	88
Figura 32 – Gráfico das emissões por amostra realizadas no local.	89
Figura 33 - Cromatograma da amostra 5 obtido no detector de ionização de chama.....	90
Figura 34 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 1 h	92
Figura 35 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 8 h	92
Figura 36 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 24 h	93
Figura 37 - Locais do entorno do ACMC importantes do ponto de vista da saúde pública	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição do ar em ambiente seco e valores médios de seus componentes....	20
Tabela 2 - Fontes de poluentes atmosféricos e produtos emitidos	24
Tabela 3 - Emissões naturais de poluentes atmosféricos e quantidades produzidas anualmente	24
Tabela 4 - Poluentes monitorados, origem das emissões e efeitos à saúde	26
Tabela 5 - Estados de oxidação comuns do enxofre e produtos químicos originados.	30
Tabela 6 - Percentual dos municípios das grandes regiões brasileiras que apresentam serviço de limpeza pública e coleta de lixo.....	33
Tabela 7 - Destinação final do lixo, segundo as grandes regiões brasileiras e Unidades da Federação.....	34
Tabela 8 - Classificação dos ventos, por Beaufort, de acordo com a velocidade e características produzidas na paisagem	46
Tabela 9 - Classes de estabilidade atmosférica de Pasquill e condições de dispersão de poluentes.....	50
Tabela 10 - Classes de estabilidade atmosférica de Pasquill de acordo com o módulo da velocidade do vento, a radiação solar e a cobertura de nuvens	51
Tabela 11- Relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e os gradientes de temperatura ambiente e potencial	52
Tabela 12 - Comprimento da rugosidade do terreno de algumas superfícies.....	56
Tabela 13 – Relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e os coeficientes da correlação do comprimento de Monin – Obukhov	63
Tabela 14 - Comprimento da rugosidade do terreno de algumas superfícies.....	64
Tabela 15 - Dimensões da câmara de fluxo utilizada nas amostragens do ACMC.....	80
Tabela 16 - Distribuição de freqüência, por horas do ano, das classes de ventos considerando as 16 direções da rosa dos ventos	84
Tabela 17 - Distribuição de frecuencia, por horas do ano, considerando as 16 direções da rosa dos ventos, a direção dos ventos e as classes de estabilidade atmosférica	86
Tabela 18 - Dados horários e meteorológicos das amostragens e resultados obtidos.	89
Tabela 19 - Informações gerais sobre a o entorno do ACMC.	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACMC	Aterro Controlado do Morro do Céu
CLIN	Companhia de Limpeza Urbana de Niterói
CLP	Camada Limite Planetária
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
CONAMA	Comissão Nacional de Meio Ambiente
COSV	compostos orgânicos semi-voláteis
COVs	compostos orgânicos voláteis
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MP	material particulado
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
PM	material particulado
PNDU	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PTS	Partículas totais em suspensão
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
URSS	União das Repúblicas Socialistas Soviéticas

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	20
1.1 Poluição Atmosférica	20
1.2 Poluentes atmosféricos	21
1.3 Fontes de poluentes atmosféricos	23
1.4 Problemas associados aos poluentes atmosféricos	24
1.5 Características dos poluentes atmosféricos	25
1.6 Impactos ambientais	31
1.7 Resíduos sólidos	32
1.7.1 Resíduos sólidos urbanos e industriais no Brasil.....	32
1.8 Meteorologia e dispersão de poluentes na atmosfera	34
1.8.1 A máquina atmosférica.....	34
1.8.2 Composição e estrutura vertical da atmosfera.....	35
1.8.3 Camada limite planetária (CLP).....	36
1.8.4 O clima, a atmosfera terrestre e a poluição.....	37
1.9 Dispersão atmosférica.....	53
1.9.1 Tipos de plumas.....	54
1.9.2 Modelagem na dispersão de poluentes.....	57
1.9.3 Estudo da dispersão dos poluentes.....	58
1.9.4 Modelo Numérico Lagrangeano - Teoria Gaussiana	59
1.9.5 Relação Modelos Gaussianos / Parâmetros de Dispersão	62
1.9.6 Classes de Estabilidade de Pasquill.....	65
2 METODOLOGIA.....	68
2.1 A localidade de estudo.....	68
2.2 A área de estudo: o Aterro Controlado do Morro do Céu (ACMC).....	70
2.3 Software utilizado.....	73
2.4 Modelo gaussiano de dispersão de plumas.....	74
2.5 Algoritmo para o uso do modelo gaussiano	76
2.6 Dados meteorológicos de entrada.....	76
2.7 Relevo.....	76
2.8 Datas e intervalos de amostragem	77

2.9 Posicionamento dos pontos de amostragem	77
2.10 Método de amostragem	79
2.11 Análise cromatográfica.....	81
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	83
3.1 Resultados meteorológicos	83
3.2 Resultados da topografia	87
3.3 Resultados da amostragem	89
3.4 Resultados da dispersão da pluma	91
4 CONCLUSÕES.....	95
REFERÊNCIAS	96
APENDICE 1 – Dados de entrada e saída.....	101

Este trabalho foi apresentado na 32ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, realizada no período de 30 de maio a 2 de junho na cidade de Fortaleza, no presente ano, com o título “Estudo do impacto das emissões atmosféricas de um aterro”.

INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial, no final do século XVIII, proporcionou melhorias na qualidade de vida do homem substituindo grande parte do trabalho humano pelo da máquina, porém, com a formação dos grandes centros urbanos, acentuaram-se os problemas relativos à poluição e degradação ambiental.

Essa melhoria da qualidade de vida está associada a um desenvolvimento da indústria, da agropecuária e do comércio de forma que possa satisfazer a busca, pela população, de produtos e serviços que atendam às suas necessidades. Como resultados surgem resíduos (subprodutos) dos processos de fabricação que serão ou não reaproveitados. Quando a reutilização dos produtos não é possível ou quando não é economicamente executável, eles são descartados sendo lançados nos meios sólido (solo), líquido (rios, lagos, lagoas, mares, oceanos) ou gasoso (atmosfera) (BOÇON, 1998). Ocorre, então, a geração dos resíduos sólidos, de efluentes líquidos e emissões gasosas. É nos países de economia periférica (ou subdesenvolvidos), onde são reduzidas as condições de saneamento, que são consumidos os produtos com embalagens semelhantes às dos países desenvolvidos aumentando drasticamente a quantidade de resíduos sólidos e agravando os problemas de saneamento básico. (NASCIMENTO, S.; MARQUES; NASCIMENTO, N.;2006).

A disposição inadequada de grandes quantidades de resíduos pode originar poluição do solo, das águas superficiais e subterrâneas, do ar, sonora e visual bem como a proliferação de vetores, contaminação da biota, desvalorização imobiliária, descaracterização paisagística, desequilíbrio ecológico e outras situações indesejáveis. (SISINNO, 2002).

Os problemas relativos à poluição do ar são antigos e conforme Braga e colaboradores (2003) remontam há dois mil anos atrás, em Roma, as primeiras reclamações em relação a esse tema.

A poluição do ar pode ser definida como

A alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas normais da atmosfera que possa causar danos reais ou potenciais à saúde humana, à flora, à fauna, aos ecossistemas em geral, aos materiais e à propriedade, ou prejudicar o pleno uso e gozo da propriedade ou afetar as atividades normais da população ou o seu bem estar. (HASEGAWA apud FEEMA, 2007, p.1).

De acordo com Boçon (1998), a poluição atmosférica é originada fundamentalmente de três tipos de emissões:

1. Gases resultantes da combustão nos veículos automotores, que são os responsáveis por mais de 80% da poluição atmosférica nos grandes centros urbanos e contem óxidos de

- nitrogênio, monóxido e dióxido de carbono, dióxido de enxofre e hidrocarbonetos;
2. Gases e material particulado com as mais variadas espécies químicas originados das chaminés das indústrias química e siderúrgica, fábricas de cimento e papel, termelétricas e refinarias de petróleo e outras fontes;
 3. Queimadas e incinerações de lixo doméstico e industrial, com as mais variadas composições químicas e responsáveis pela emissão de fumaça contendo misturas de gases.

A preocupação com a poluição do ar e os processos utilizados pela sociedade para abrandá-la são conhecidas historicamente. Um dos primeiros esforços conhecidos é o do Rei Eduardo I, em 1272, ao excluir o uso de carvão com alto teor de enxofre, na Inglaterra. Ricardo III, no século XIV e Henrique VI, no século XV, reduziram o uso do carvão, na Inglaterra. (BRAGA et al., 2003).

É de 1775, também da Inglaterra, o primeiro registro documentado de contaminação relativa ao uso do carvão. A inalação do alcatrão das emissões da combustão do carvão causou câncer, nos limpadores das chaminés. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Em 1911 ocorreu o primeiro evento crítico de poluição atmosférica em Londres com 1150 mortes devido a fumaça produzida pelo carvão. Esse episódio deu origem ao termo *smog*, reunião das palavras *smoke* (fumaça) e fog (neblina). (BRAGA et al., 2003).

São descritos na literatura episódios de poluição atmosférica com conseqüências desastrosas na Bélgica, no Vale Mouse, em 1930 e na Inglaterra, em Manchester e Salford, em 1931. Na década de 1940, na bacia aérea de Los Angeles, Estados Unidos, ocorreu um nevoeiro com neblina, que teve como causa emissões da frota motorizada. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Nos Estados Unidos, no ano de 1948, na cidade de Donora, próximo de Pittsburg algumas fábricas foram obrigadas a ficar vários dias paralisadas; em conseqüência da poluição atmosférica morreram 20 pessoas e cerca de outras 6000 ficaram doentes em virtude de um nevoeiro sulfuroso aliado à inversão térmica. (DESSUS, 2006).

Na Inglaterra, no ano de 1952, Londres conheceu seu pior nevoeiro com neblina, tendo como resultado do fenômeno a morte de cerca de 4000 pessoas em poucos dias, por causa do aumento da concentração de fuligem e dióxido de enxofre. (BAIRD, 2004).

Na Índia, em dezembro de 1984, na região de Bhopal, a emissão para a atmosfera de 30 toneladas de isocianato de metila, de uma planta industrial da Union Carbide, resultou na

morte de 2800 pessoas que viviam nas proximidades, trazendo também problemas oftalmológicos e respiratórios a mais de 20 000 pessoas. (QUITÉRIO, 2004).

Em 1986, em Chernobyll, na URSS, agora Ucrânia, ocorreu um dos piores acidentes nucleares do mundo com explosões que fundiram o aço e a tampa de concreto do reator nuclear. Mais de 30 pessoas tiveram morte imediata e cerca de 135 000 habitantes da região foram evacuados, chegando a nuvem radioativa a alcançar países distantes como Espanha e Portugal. (CHERNOBYLL, 2003).

Em 1990, a cidade do México excedeu durante 310 dias as diretrizes da OMS para o ar e em 1992, os níveis do ozônio atingiram 440 ppb. A poluição ambiental devida ao ozônio, ao material particulado, aos componentes do nevoeiro com neblina e matéria fecal em suspensão é a causa de milhares de mortes anuais na cidade do México. (BAIRD, 2002).

No século XX registrou-se o aumento de substâncias potencialmente poluentes em determinadas regiões da Terra, porém a absorção desse material não pode ser alterada acarretando um número maior de áreas contaminadas no mundo. Na definição de qual a concentração e quais elementos devem ser classificados como poluentes são encontrados obstáculos principalmente no que se refere aos componentes presentes em pequena concentração. Fica a dúvida se o dano às espécies animais e vegetais é causado por baixas concentrações em grande intervalo de tempo ou alta concentração em pequeno intervalo de tempo. (BOÇON, 1998).

Nos últimos anos as questões associadas à produção e ao destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais, produzidos pela sociedade de consumo no mundo globalizado, permanecem sem receber a devida atenção. O que se observa é que as medidas que devem ser tomadas em relação ao destino final desses resíduos não acompanha a velocidade do processo da sua produção, o que traz conseqüências desagradáveis para a população.

Outra situação a ser considerada em relação ao lixo é a exclusão social dos cidadãos-catadores (homens, mulheres e crianças) que acabam encontrando nos lixões a sua sobrevivência.

Porém o maior das alterações do homem no meio ambiente é a paisagem urbana, em mudança permanente, resultado das atividades relacionadas à indústria, ao comércio e aos serviços. Segundo Nascimento, S. e colaboradores (2006, p.101), “Na paisagem, é possível entender as questões que estão interligadas à degradação ambiental, uma vez que ela retrata de forma integrada todos os elementos físicos, biológicos, econômicos e sociais que a compõem”.

Nas décadas de 1950 e 1960, com o aumento da industrialização no Brasil, grandes

quantidades de resíduos foram gerados e descartados, sem controle. Os depósitos e/ou aterros eram áreas próximas às próprias indústrias ou outras regiões usadas aleatoriamente. Nessa época, alguns fatores contribuíram para o crescimento dos impactos ao meio ambiente, que estão relacionados à diversificação dos compostos químicos existentes nos resíduos, bem como pela propagação dos depósitos clandestinos. A falta de informações a respeito da toxicidade dos produtos manipulados, a implantação da nova tecnologia, as carências na economia e acidentes são fatores que podem ser destacados. (SISINNO; OLIVEIRA, 2001).

No que se refere ao Estado do Rio de Janeiro, existem vários aterros, mas alguns não funcionam de forma totalmente eficiente, o que implica em riscos à saúde da população e degradação do meio ambiente. Assim sendo, o objetivo deste estudo é estimar o alcance do transporte de poluentes emitidos por um aterro e as possíveis áreas mais afetadas, verificando a sua influência em relação à poluição ambiental e interferências sociais relacionadas com a sua presença. Para tal, será usado um modelo matemático no estudo do transporte e difusão dos poluentes lançados na atmosfera, por um aterro controlado, que possa prever campos de concentração de poluentes químicos e que leva em consideração os fenômenos físicos que ocorrem na baixa atmosfera e a interação da pluma com o vento.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Poluição Atmosférica

No cotidiano do ser humano há um número muito grande de contaminantes que ficam suspensos no ar. O ar, considerado um fluido ideal compressível, consumido como insumo básico da vida, sem qualquer forma de tratamento é uma substância incolor, inodora e insípida, devendo sempre estar próprio para ser utilizado pelo homem. A sua composição varia, ligeiramente, de acordo com as condições locais, porém as concentrações médias de seus componentes podem sempre ser levadas em consideração. A Tabela 1 apresenta a composição do ar em ambiente seco, o que não é uma situação normal pois o ar sempre possui certa proporção de umidade. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Tabela 1- Composição do ar em ambiente seco e valores médios de seus componentes

Componente	Teor	Peso	Massa total (gx10 ⁻²⁰)
N ₂	78,084%	75,51%	33,648
O ₂	20,946%	23,15%	11,841
A	0,934%	1,28%	0,6555
CO ₂	0,033%	0,046%	0,0233
Ne	18,180 ppm	12,50 ppm	6,36x10 ⁻⁴
He	5,240 ppm	0,72 ppm	3,70x10 ⁻⁵
Kr	1,140 ppm	2,90 ppm	1,46x10 ⁻⁴
Xe	0,087 ppm	0,36 ppm	1,80x10 ⁻⁵
N ₂ O	0,500 ppm	1,50 ppm	7,70x10 ⁻⁵
CH ₄	2 ppm	1,20 ppm	6,20x10 ⁻⁵
H ₂	0,5 ppm	0,03 ppm	2,00x10 ⁻⁶
O ₃	0,01 ppm	-	-
Rn	10 ⁻¹³ ppm	-	-

Fonte: ÁLVARES JUNIOR, Olímpio de Melo; LACAVA, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. *Emissões Atmosféricas*. Brasília: SENAI/DNI, 2002. 373p.

As atividades desenvolvidas pelo homem e os processos que ocorrem na natureza provocam o aparecimento de contaminantes atmosféricos. Entre as causas naturais podem-se citar as erupções vulcânicas, a queima natural de florestas e a decomposição da matéria

orgânica. Entre as atividades desenvolvidas pelo homem, a utilização intensiva das fontes convencionais de energia (xisto, carvão, petróleo) é uma das maiores causas da poluição atmosférica, misturando ao ar aerossóis, cinzas, fuligem, fumaça, fumo, névoa, poeira e outros materiais particulados.

1.2 Poluentes atmosféricos

O desenvolvimento industrial e urbano tem originado em todo o mundo um aumento crescente da emissão de poluentes atmosféricos. De acordo com a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA, 2007, p.1), a Resolução CONAMA 03 de 28 /06/90 em seu artigo 1º, Parágrafo único, define 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:

- I. impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- II. inconveniente ao bem-estar público;
- III. danoso aos materiais, à fauna e flora e
- IV. prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Em 1963 foi promulgado, nos Estados Unidos, o Ato do Ar Limpo, relacionado com a definição de padrões de emissão para veículos automotores. Em 1970, uma emenda ao Ato do Ar Limpo, regulamentando o controle da poluição do ar, classificou os poluentes em duas categorias distintas, citadas abaixo, criando tratamentos diferenciados para o controle dos poluentes atmosféricos. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

- a. Poluentes que podem trazer efeitos negativos sobre a saúde pública e o bem-estar social (*criteria air pollutants*) e
- b. Poluentes perigosos, que apresentam riscos de ocorrência de danos irreversíveis à saúde e de fatalidades (*hazardous air pollutants*).

Os poluentes que podem trazer efeitos negativos sobre a saúde pública e o bem-estar social são dióxido de enxofre (SO₂); ozônio (O₃); óxidos de nitrogênio (NO_x); monóxido de carbono (CO); material particulado (MP) e chumbo (Pb).

Os poluentes perigosos, que apresentam riscos de ocorrência de danos irreversíveis à saúde e de fatalidades são mercúrio, berílio, asbesto, cloreto de vinila, benzeno, arsênico, coque e cádmio.

Na emenda de 1990 ao Ato do Ar Limpo o número de produtos perigosos aumentou para 189.

Um poluente é considerado perigoso ou tóxico ao apresentar evidências relativas a um dos seguintes aspectos:

- a. a substância causa efeitos adversos agudos à saúde humana em concentrações tipicamente encontradas nas vizinhanças de fontes emissoras contínuas ou freqüentes;
- b. a substância pode causar câncer ou efeitos teratogênicos, ou danos irreversíveis aos sistemas reprodutivo ou neurológico, mutações genéticas ou outras doenças crônicas e
- c. a substância causa significativo efeito adverso ao meio ambiente, devido à sua simples toxicidade ou toxicidade e persistência no ambiente, ou toxicidade e tendência à bioacumulação no ambiente. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

De acordo com a origem, os poluentes podem ser classificados em primários e secundários. Os poluentes originados diretamente na fonte emissora, como o material particulado (MP), óxidos de enxofre (SO_x), dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e poluentes minerais são classificados como primários. Os poluentes que se formam na atmosfera, sendo resultados de uma reação química, são classificados como secundários. O poluente secundário surge quando um poluente primário presente na atmosfera reage com outro poluente ou outro material, que pode ser um componente natural da atmosfera. Esta reação pode ser fotoquímica (em função da incidência de luz) ou pode ser térmica (em função da temperatura). (BRAGA et al., 2003; CORRÊA, 2004).

Os poluentes primários são responsáveis por 98% da poluição: monóxido de carbono, óxidos de enxofre, hidrocarbonetos (HC), material particulado e óxidos de nitrogênio (NO_x). Os mais perigosos são os SO_x , seguidos pelo MP, NO_x e HC. A indústria e os veículos automotores são os maiores responsáveis pela emissão destes poluentes. Estes são os poluentes considerados universalmente como indicadores da qualidade do ar devido a sua maior freqüência de ocorrência e quantidade de efeitos adversos que causam ao meio ambiente. (TEIXEIRA, 2005).

Como exemplo de poluentes secundários tem-se o ozônio, formado na troposfera quando há combinação de NO_x e HC na presença de luz solar.

Os poluentes ainda podem ser classificados de acordo com a fase em que se encontram em gasosos ou partículas. Um poluente atmosférico gasoso comporta-se do mesmo modo que o ar e não mais se deposita depois que se difunde. Um poluente atmosférico particulado é qualquer substância existente na atmosfera, nas formas sólida ou líquida, com exceção da água. Na forma sólida é emitido na forma de partícula e na forma líquida é emitido na forma gasosa, com posterior condensação direta ou pela formação de outro produto. Tem diâmetro aerodinâmico inferior a 100 μm , permanecendo em suspensão por maior tempo quanto menor for a dimensão da partícula. Deve-se observar que essa classificação é feita tanto na base química quanto na física, pois o grupo “material particulado” se refere ao estado físico, enquanto os outros se referem a uma classificação química. (TEIXEIRA, 2005).

1.3 Fontes de poluentes atmosféricos

A qualidade do ar em uma dada região é influenciada pelas substâncias desprendidas para o ar atmosférico e pelas características atmosféricas, principalmente a capacidade de dispersão, que influi na concentração do poluente no local. Pode-se dizer que a qualidade do ar resulta da interação entre a atmosfera e as fontes de poluição. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

As fontes de poluentes estão agrupadas como indicado na Tabela 2. As fontes estacionárias compreendem as emissões de todas as atividades urbanas e as fontes móveis compreendem as emissões de todos os meios de transporte especificamente os veículos automotores. (FEEMA, 2003).

Como a qualidade do ar pode variar devido às condições meteorológicas, pois é possível ocorrer maior ou menor diluição dos poluentes, verifica-se que a qualidade do ar é pior durante o inverno, porque as condições meteorológicas são mais desfavoráveis, devido aos baixos índices pluviométricos e a baixa altura da camada de mistura, que é influenciada pela radiação solar. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

A Tabela 3 apresenta as principais fontes naturais de poluentes atmosféricos e as quantidades produzidas anualmente.

Tabela 2 - Fontes de poluentes atmosféricos e produtos emitidos

Fontes	Poluentes
Combustão	MP, SO _x , CO, HC e NO _x
Processo industrial	MP (fumos, poeiras, névoas), gases – SO ₂ , SO ₃ , HCl, HC, mercaptanas, HF, H ₂ S, NO _x .
Fontes Estacionárias	Queima de resíduo sólido
	MP, gases – SO ₂ , SO ₃ , HCl, NO _x .
	Outros
	MP e HC
Fontes Móveis	Veículos a gasolina / diesel/ álcool, aviões, motocicletas, barcos, locomotivas, etc.
	MP, CO, NO _x , HC, SO ₂ , aldeídos e ácidos orgânicos.
Fontes naturais	MP, gases - SO ₂ , H ₂ S, CO, NO, NO ₂ e HC.
Reações químicas na atmosfera	Poluentes secundários, O ₃ , aldeídos, ácidos orgânicos, nitratos orgânicos, aerossol fotoquímico, etc.
Ex.: HC + NO _x + luz solar	

Fonte: FEEMA. *Relatório anual da qualidade do ar_2003*. Rio de Janeiro: agosto 2004. 83 p. Disponível em <http://www.feema.rj.gov.br/admin_fotos/RELATORIO_AR_%202003.pdf> Acesso em: 04 abr. 2005.

Tabela 3 - Emissões naturais de poluentes atmosféricos e quantidades produzidas anualmente

Contaminante	Fonte Natural	Quantidade (10 ³ ton)
SO ₂	Vulcões	6 a 12
Ácido sulfídrico (H ₂ S)	Vulcões e ações biológicas em pântanos	30 a 100
CO	Incêndios florestais	3.000
NO _x	Ações bacterianas em solos	60 a 270
Amônia (NH ₃)	Decomposição biológica	100 a 200
Óxido Nitroso (N ₂ O)	Ação biológica em solos	100 a 450
HC (predominantemente CH ₄)	Diversos processos biológicos	

Fonte: POLUIÇÃO ATMOSFERICA. Disponível em <http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/poluição_atmosferica.htm>. Acesso em: 04 abr. 2005.

1.4 Problemas associados aos poluentes atmosféricos

As substâncias emitidas para o ar atmosférico se espalham e agem sobre o homem, a fauna, a flora e os materiais, em geral. No caso da saúde humana, a maior influência dos poluentes atmosféricos ocorre no sistema respiratório, podendo provocar ou agravar diversas doenças. No caso da vegetação, a interferência direta dos poluentes atmosféricos provoca a destruição de tecidos das folhas devido a deposição seca, ou pela atuação da chuva ácida ou do ozônio, o que reduz a área de ação da fotossíntese. A interferência indireta dos poluentes

atmosféricos na vegetação causa acidificação dos solos com a redução dos nutrientes. (TEIXEIRA, 2005).

Os materiais também são afetados pelos poluentes atmosféricos. Esses efeitos são resultantes da abrasão, das reações químicas diretas ou indiretas, da corrosão eletroquímica ou do aumento da frequência das ações de limpeza. A deterioração de monumentos históricos e estátuas tem sido acelerada pelo aumento indiscriminado dos óxidos de enxofre na atmosfera. A chuva ácida age nas rochas e nos mármore pela dissolução do carbonato de cálcio e magnésio, criando uma crosta de sulfato de cálcio e/ou magnésio, substâncias solúveis em água. Com a continuidade das chuvas, essa crosta é lavada lentamente, mas de modo contínuo, dissolvendo a estrutura. A chuva ácida também promove a corrosão de metais, particularmente o ferro e suas ligas. Em contato com a chuva ácida, até mesmo a água potável estocada em tanques e pipas, pode passar a ter íons pesados ou leves, elementos provenientes do contato da água armazenada com a estrutura metálica desses recipientes. (TEIXEIRA, 2005).

Os indicadores da qualidade do ar são SO_2 , NO_x , CO , MP , HC e oxidantes fotoquímicos como o ozônio. Na Tabela 4 estão indicados os poluentes monitorados, a origem das emissões desses poluentes e os efeitos causados à saúde.

1.5 Características dos poluentes atmosféricos

Os principais compostos responsáveis pela poluição atmosférica são:

- ◆ Compostos de nitrogênio indicados por NO_y que são o NO (óxido de nitrogênio), o NO_2 (dióxido de nitrogênio), a NH_3 (amônia), o HNO_3 (ácido nítrico), o NO_3 (nitrato), o pentóxido de nitrogênio (N_2O_5) e o amônio (NH_4^+);
- ◆ Compostos Orgânicos Voláteis COVs;
- ◆ Compostos Orgânicos Semi-Voláteis COSV;
- ◆ Metano (CH_4);
- ◆ Monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO_2);
- ◆ Material Particulado que são as partículas totais em suspensão (PTS), as partículas $< 10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) e partículas $< 2,5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) e

- ◆ Compostos de enxofre que são o SO_2 (dióxido de enxofre); o SO_3 (trióxido de enxofre), o H_2S (sulfeto de hidrogênio ou ácido sulfídrico), o SO_4^{-2} (sulfato) e o ácido sulfúrico (H_2SO_4). (TEIXEIRA, 2005).

Os óxidos de nitrogênio são gases altamente reativos que têm o nitrogênio e o oxigênio em quantidades variáveis. Alguns são inodoros e incolores e surgem de processos de combustão acima de 2500 K, pela oxidação do nitrogênio atmosférico com oxigênio da combustão. As principais fontes são os veículos automotores; usinas termelétricas; fábricas de fertilizantes, de explosivos e de ácido nítrico. É um dos principais elementos para a formação do ozônio na troposfera, podendo causar problemas sérios respiratórios. (NITROGEN DIOXIDE, 2005).

Tabela 4 - Poluentes monitorados, origem das emissões e efeitos à saúde

Poluentes Monitorados	Fontes de emissão	Efeitos à saúde
PTS	Combustão incompleta originada da indústria, motores à combustão, queimadas e poeiras diversas.	Interferem no sistema respiratório, podem afetar os pulmões e todo organismo.
SO_2	Queima de combustíveis fósseis que contenham enxofre, como óleo combustível, carvão mineral e óleo diesel.	Ação irritante nas vias respiratórias, o que provoca tosse e até falta de ar. Agrava os sintomas da asma e da bronquite crônica. Afeta, ainda, outros órgãos sensoriais.
NO_x	Queima de combustíveis em altas temperaturas em veículos, aviões, fornos e incineradores.	Agem sobre o sistema respiratório, podendo causar irritações e, altas concentrações, problemas respiratórios e edema pulmonar.
CO	Combustão incompleta de materiais que contenham carbono, como derivados de petróleo e carvão.	Provoca dificuldades respiratórias e asfixia. É perigoso para aqueles que têm problemas cardíacos e pulmonares.
O_3	Não é um poluente emitido diretamente pelas fontes, mas formado na atmosfera através de reação entre os compostos orgânicos voláteis e óxidos de nitrogênio, em presença de luz solar.	Irritação nos olhos e nas vias respiratórias, agravando doenças pré - existentes, como asma e bronquite, reduzindo as funções pulmonares.

Fonte: FEEMA. *Relatório anual da qualidade do ar_2003*. Rio de Janeiro: agosto 2004. 83 p. Disponível em < http://www.feema.rj.gov.br/admin_fotos/RELATORIO_AR_%202003.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2005.

A poluição causada à atmosfera pelos óxidos de nitrogênio, através de uma série complexa de processos físicos e químicos, forma o ácido nítrico, que se precipita, provocando chuva com pH baixo. Alguns danos da chuva ácida são a deterioração de carros e monumentos e a acidificação de rios e lagos. (TEIXEIRA, 2005).

Os óxidos de nitrogênio reagem com a água presente nas vias respiratórias, provocando problemas no sistema respiratório entre eles o agravamento de doenças pré-existentes como asma e bronquite ou mesmo o aparecimento de novos sintomas. Este ataque pode também ocorrer com a água presente na parte superior dos olhos provocando problemas oculares. O aumento do nitrogênio em corpos de água contribui para a sobrecarga de nutrientes que deteriora a qualidade da água, reduzindo também as concentrações de peixes e mariscos. (TEIXEIRA, 2005).

O óxido nitroso (N_2O) é um gás que provoca efeito estufa, que influi no aquecimento global da Terra, contribuindo no aumento do nível do mar e outras mudanças adversas ao próprio planeta. (TEIXEIRA, 2005).

O metano (CH_4) é um gás indutor do efeito estufa. Considera-se que o aumento do CH_4 atmosférico esteja relacionado com as atividades humanas tais como desflorestamento, o grande uso dos combustíveis fósseis, o aumento da produção de alimentos. Grande parte das emissões atuais do metano são de origem antropogênica. O metano atmosférico pode originar-se de zonas alagadas naturais (a maior fonte natural), de combustíveis fósseis, aterros sanitários, animais ruminantes, áreas de cultivo de arroz e queima de biomassa. Os nomes originais do metano foram “gás do pântano” e “gás de brejo”. Uma medida eficaz para reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO_2) é coletar e queimar o metano, que é liberado de aterros sanitários, pois o metano é um gás de maior interferência no efeito estufa do que o dióxido de carbono equivalente. (BAIRD, 2002).

O monóxido de carbono é um gás incolor e inodoro resultante de processos de combustão que ocorre em interiores (casas, escritórios, garagens e estacionamentos subterrâneos) e exteriores (indústrias, veículos) a partir da queima de combustíveis fósseis (Figura 1). A sua concentração em interiores pode ser aumentada pela combustão incompleta de combustíveis contendo carbono tais como madeira, gasolina, gás ou querosene. Aquecedores a querosene ao apresentarem mau funcionamento, contribuem para o aumento da concentração do monóxido de carbono. Valores elevados são comuns em garagens e estacionamentos subterrâneos devido a exaustão dos veículos. O monóxido de carbono é um componente químico da fumaça do cigarro bem como outros gases tais como o dióxido de

nitrogênio, formaldeído e hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. Altos teores de monóxido de carbono podem ser fatais. (BAIRD,2002).



Figura 1 - Emissão de monóxido de carbono por veículos em grandes centros urbanos
Fonte: CARBON. Disponível em <<http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtm01/carbon.html>>. Acesso em: 04 abr. 2005.

O dióxido de carbono é um gás indutor do efeito estufa. Isto ocorre porque as moléculas do dióxido de carbono presentes no ar têm grande capacidade de absorver luz infravermelha térmica refletida. No espectro de absorção do dióxido de carbono, em uma parte da região do infravermelho observa-se que a absorção máxima da luz na região do infravermelho térmico ocorre no comprimento de onda de $15 \mu m$ e frequência 2.10^{13} Hz. (BAIRD, 2002)

A maior parte do dióxido de enxofre existente na natureza é proveniente de erupções vulcânicas e da oxidação de gases sulfurados produzidos pela decomposição de plantas. Pelo fato do dióxido de enxofre ser lançado de forma natural na atmosfera em grandes altitudes e distantes dos centros populacionais, a concentração residual do gás no ar puro é bem pequena (aproximadamente 1 ppb). A principal fonte antrópica de dióxido de enxofre é a combustão do carvão que, em algumas regiões geográficas, apresenta 1 a 9% de enxofre; em alguns países o carvão é utilizado para a produção de energia elétrica. O enxofre está presente no petróleo cru, porém pode ser reduzido para níveis de algumas centenas de ppm na gasolina, por exemplo. A indústria do petróleo lança dióxido de enxofre no ar diretamente como SO_2 ou indiretamente como H_2S quando o petróleo é refinado e o gás natural purificado antes da distribuição. Grandes fontes pontuais de dióxido de enxofre estão associadas, à indústria de extração de metais não-ferrosos. Metais valiosos e úteis, como cobre e níquel, existem na natureza na forma de minérios à base de sulfeto. Nas usinas termelétricas as emissões de dióxido de enxofre podem ser reduzidas trocando-se o carvão por petróleo, gás natural ou carvão de baixo teor de enxofre. O uso de chaminés extremamente altas favorece a dispersão do dióxido de enxofre, lançando os poluentes a uma maior distância e mais diluídos, reduzindo um problema local. (BAIRD, 2002).

A Figura 2 evidencia a emissão de dióxido de carbono, óxidos de enxofre e nitrogênio pela indústria.



Figura 2 - Emissão de dióxido de carbono, óxidos de enxofre e nitrogênio pela indústria
Fonte: CONTROLE DA CHUVA ÁCIDA. Disponível em
<<http://www.jcpaiva.net/files/ensino/alunos/20022003/proj/970303002/Projecto/Controlodachuva%Elcida.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2009.

Os estados de oxidação comuns do enxofre, encontrados no ambiente em compostos inorgânicos, variam desde o estado altamente reduzido -2 , que é encontrado no sulfeto de hidrogênio (H_2S) e em minerais insolúveis que contêm o íon sulfeto (S^{-2}) até o estado altamente oxidado $+6$, que é encontrado no ácido sulfúrico (H_2SO_4) e em sais que contêm o íon sulfato (SO_4^{-2}). O enxofre é encontrado com graus de oxidação intermediários em moléculas orgânicas e inorgânicas, como aminoácidos. Sulfeto de hidrogênio e outros gases contendo enxofre nas formas altamente reduzidas são emitidos pela decomposição anaeróbia de moléculas orgânicas e biorgânicas. (BAIRD, 2002).

A Tabela 5 mostra os estados de oxidação comuns do enxofre.

O material particulado é uma mistura de compostos nos estados sólido ou líquido que são encontrados no ar. É constituído de poeiras, neblina, aerossóis, fumaça e todo tipo de material sólido que, em virtude de seu pequeno tamanho, mantêm-se suspensos na atmosfera (Figura 3). Apresentam dimensões, formas e composição química distintas. Classificando o material particulado através da dimensão, tem-se PM10 e PM2.5. O PM10 compreende as partículas com diâmetro menor que $10\mu m$ e o PM2.5 compreende as partículas cujo diâmetro é menor que $2.5\mu m$. Partículas de diâmetro maior que $2.5\mu m$ são classificadas como grossas e partículas com diâmetro menor que $2.5\mu m$ são classificadas como finas. As partículas grossas originam-se da desintegração de grandes pedaços de material e as principais fontes são os minerais e o solo, espalhando-se pela atmosfera através de atividades tais como erupções vulcânicas, cultivo da terra, trituração de rochas em pedreiras e movimentos dos veículos em vias não pavimentadas. Apresentam características básicas e geralmente contém alumínio, cloro, ferro, silício, sódio e titânio. As partículas finas resultam da quebra de partículas grossas, formando-se por reações químicas e coagulação de espécies menores, tendo a capacidade de se manterem em suspensão e podem ser inaladas pelo homem e pelos

animais. A exaustão proveniente de veículos, especialmente a diesel, origina partículas de carbono, finas e grossas. Partículas finas também se originam de compostos inorgânicos de enxofre e nitrogênio. (BAIRD; 2002, CORRÊA, 2004). Resumindo-se, tem-se:

- Partículas grossas: fuligem ou de natureza inorgânica; habitualmente básicas;
- Partículas finas: fuligem, sulfato ou aerossóis de nitrato; são de caráter ácido.

Tabela 5 - Estados de oxidação comuns do enxofre e produtos químicos originados.

NOX do enxofre	-2	-1	0	+4	+6
Soluções aquosas e sais	H ₂ S			H ₂ SO ₃	H ₂ SO ₄
	HS ⁻			HSO ₃ ⁻	H ₂ SO ₄ ⁻
	S ²⁻	S ₂ ⁻²		SO ₃ ⁻²	SO ₄ ⁻²
Fase gasosa	H ₂ S			SO ₂	SO ₃
Sólidos moleculares			S ₈		

Fonte: BAIRD, C. *Química ambiental*, Porto Alegre: Bookman, 2.ed.2002.

De acordo com a sua origem, as partículas carregam diversas substâncias tóxicas e cancerígenas como sulfatos, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, metais, dioxinas etc., que podem causar a contaminação do solo, da água e do ar e danos à vegetação. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).



Figura 3 - Emissão de material particulado

Fonte: PMATTER. Disponível em <<http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtm01/pmatter.html>>. Acesso em: 04 abr. 2005.

A poluição do ar pode ser combatida, de um modo geral, através de 3 (três) processos: (BOÇON, 1998).

1. Redução da quantidade de emissões;
2. Tratamento dos efluentes antes da emissão e

3. Reposicionamento das fontes emissoras.

A redução da quantidade de emissões torna-se, algumas vezes, obrigatório nas regiões muito poluídas. Nessa situação devem ser estabelecidos planos de redução de emissões ou proibição de instalação de novas fontes. Há de se levar em consideração na proibição de instalação de novas fontes, em se tratando de indústrias, as vantagens proporcionadas que não são apenas ganhos locais. Esta situação pode ser minimizada através do tratamento de efluentes antes das emissões. Há ganhos por que o produto ou serviço continuará sendo oferecido e a qualidade do ar local estará dentro do que é exigido pela legislação ambiental. Sabe-se que nessa situação haverá um custo, pois os processos de tratamento, a partir de simples filtros até plantas químicas mais complexas com equipamentos, oneram a implantação, a operação e a manutenção do produto fabricado ou serviço oferecido. (BOÇON, 1998).

Com relação ao reposicionamento de fonte ou fontes emissoras no combate ao problema da poluição atmosférica, somente é utilizado quando nenhuma das duas alternativas anteriores apresenta resultados satisfatórios, sendo um processo que exige um estudo prévio. (BOÇON, 1998).

1.6 Impactos ambientais

Meio ambiente é o conjunto dos agentes físicos, químicos e biológicos e dos fatores sociais susceptíveis de exercerem um efeito direto ou mesmo indireto, imediato ou em longo prazo, sobre todos os seres vivos, inclusive o homem. (IBGE, 2004).

De acordo com a Resolução CONAMA número 001 de 23 de janeiro de 1986, artigo 1º, impacto ambiental é considerado qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, que seja causada por qualquer forma de matéria ou energia que resulte de atividades humanas as quais, direta ou indiretamente, afetem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estética e sanitária do ambiente e a qualidade dos recursos naturais. (NASCIMENTO, S.; MARQUES; NASCIMENTO, N., 2007). Nessa mesma resolução, o item X do artigo 2º refere-se aos aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos como atividades modificadoras do meio ambiente que tem o licenciamento dependente da elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto

Ambiental (RIMA). (BRITO; MOREIRA apud SISINNO; OLIVEIRA, 2001).

1.7 Resíduos sólidos

No Brasil a definição de resíduos sólidos encontra-se na Norma NBR-10.004:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido que resultam de atividades da comunidade, de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para isto soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT; 1987a:1 apud SISINNO ; OLIVEIRA., 2001

1.7.1 Resíduos sólidos urbanos e industriais no Brasil

A disposição adequada dos resíduos sólidos ou semi-sólidos está relacionada aos serviços de limpeza pública e coleta de lixo. De acordo com Santos (1997), entende-se por limpeza pública a existência de varrição nas vias e logradouros públicos pavimentados ou não e, por coleta, a retirada de lixo predial (residencial, comercial, hospitalar e industrial), o transporte e a destinação final em uma unidade própria para este fim. Abaixo estão relacionadas e caracterizadas as unidades utilizadas no Brasil no atendimento aos serviços de limpeza pública e coleta de lixo.

- Vazadouro a céu aberto (lixão): é a disposição final do lixo coletado, pelo seu lançamento em bruto sobre o terreno, sem qualquer cuidado ou técnica especial;
- Vazadouro em áreas alagadas: é a disposição final do lixo coletado, pelo seu lançamento em bruto em corpos de água;
- Aterro controlado: é o local utilizado para despejo do lixo, em bruto, com o simples cuidado de, após a jornada de trabalho, cobri-lo com uma camada de terra;
- Aterro sanitário: é o processo de disposição na terra do lixo coletado, sem causar moléstias nem perigo à saúde pública ou à segurança sanitária. Consiste na utilização de métodos de engenharia para confinar os despejos em uma área, a menor possível, reduzi-los a um volume mínimo e cobri-los com uma camada de terra diariamente ao final da jornada, ou em períodos mais frequentes, caso seja necessário;

- Aterro de resíduos especiais: é um processo similar ao aterro sanitário, porém utilizado para receber resíduos especiais (hospitalares ou provenientes de processos industriais);
- Usina de compostagem: instalação industrial onde se processa a transformação do lixo em composto orgânico para uso agrícola;
- Usina de reciclagem: instalações industriais onde materiais misturados ao lixo são separados por triagem manual, como no caso de papéis, plásticos, vidros e trapos, ou também por sistema magnético como no caso dos metais ferrosos; e
- Usina de incineração: instalação especializada, onde se processa a queima controlada do lixo, com a finalidade de transformá-lo em matéria estável e inofensiva à saúde pública e que pode ser feito em forno especialmente projetado para esta finalidade.

A Tabela 6 mostra, segundo as Grandes Regiões Brasileiras, o percentual dos municípios que apresentam serviço de limpeza pública e coleta de lixo. Observa-se que estes serviços estão concentrados nas sedes, em todas as grandes regiões brasileiras.

Em algumas situações a forma de distribuição não é adequada, sendo o próprio solo usado para a disposição final do resíduo e a falta de infra-estrutura para o seu recebimento pode gerar problemas e degradação ambiental das regiões do entorno, ao mesmo tempo em que surgem riscos para a saúde do homem (SISINNO, 2002). Nesse caso, essa área de despejo não é o endereço final dos produtos produzidos a partir do lixo, porque o chorume, líquido que possui elevada carga de poluentes orgânicos e inorgânicos, originado da passagem da água através do lixo em processo de decomposição, percola através dos resíduos, podendo atingir corpos hídricos superficiais, infiltrar no solo, atingir águas subterrâneas e influenciar a qualidade da água local bem como qualidade de vida da população. (SISINNO; MOREIRA, 1996).

Tabela 6 - Percentual dos municípios das grandes regiões brasileiras que apresentam serviço de limpeza pública e coleta de lixo

Grandes Regiões	Limpeza pública			Coleta de lixo		
	Somente no distrito-sede	No distrito-sede e outros distritos	Sem serviço	Somente no distrito-sede	No distrito-sede e outros distritos	Sem serviço
Norte	70	13	17	69	3	28
Nordeste	72	27	11	74	18	8
Sudeste	66	33	1	67	31	2
Sul	72	22	6	76	18	6
Centro-Oeste	86	10	4	86	10	4

Fonte: SANTOS, Stael Starling Moreira dos. Saneamento básico . IN *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

A Tabela 7 apresenta, em percentual, a destinação final do lixo, de acordo com as unidades utilizadas no Brasil. Verifica-se que a forma predominante da destinação final do lixo é em vazadouro a céu aberto ou lixão, em todas as grandes regiões brasileiras.

Em relação ao lixo urbano, as administrações municipais são as responsáveis pela coleta, transporte e sua destinação final. Um dos grandes problemas que as prefeituras se defrontam é onde dispor, com segurança, os resíduos, considerando que as áreas mais apropriadas para tal estão mais escassas, mais afastadas dos centros de geração do lixo tornando esse serviço cada vez mais caro. (SISINNO; MOREIRA, 1996).

Os efeitos da poluição ambiental podem ter características globais, regionais ou locais. Os mais facilmente identificados são os locais ou regionais que ocorrem em regiões de alta atividade industrial ou densidade populacional.

Tabela 7 - Destinação final do lixo, segundo as grandes regiões brasileiras e Unidades da Federação

Grandes Regiões	Vazadouro		Aterro			Usinas		
	Céu aberto	Alagados	Controlado	Sanitário	Redes especiais	Compostagem	Reciclagem	Incineração
Brasil	86,4	1,8	9,6	1,1	0,5	0,7	0,6	0,3
N	73,5	5,0	4,7	0,3	-	0,7	0,3	0,3
NE	96,5	2,5	1,3	0,2	0,2	0,5	0,2	-
SE	83,6	1,7	13,8	2,5	0,8	1,0	1,1	0,6
S	76,3	0,3	19,6	0,9	0,9	0,8	0,7	0,2
CO	91,6	0,3	7	0,3	-	0,3	0,3	0,3

Fonte: SANTOS, Stael Starling Moreira dos. Saneamento básico . IN *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

1.8 Meteorologia e dispersão de poluentes na atmosfera

1.8.1 A máquina atmosférica

A atmosfera é muito parecida com uma máquina ou motor. Continuamente, na atmosfera, ocorre a expansão e contração de gases; a troca de calor provoca movimentos em escalas grandes e pequenas, causando, em algumas situações, um caos atmosférico. A fonte de energia para essa máquina pesada é Sol. A diferença de calor entre o Equador e os Polos origina-se da circulação global da atmosfera terrestre. A rotação da Terra, junto com a

diferença de condutividade térmica dos oceanos e dos solos, produz as condições climáticas. (Davis; Cornwell, 1991).

1.8.2 Composição e estrutura vertical da atmosfera

A atmosfera terrestre é a massa gasosa aderente à Terra pela ação da força da gravidade. É composta de gases, partículas de poeira, cinza e vapor de água. Entre os gases destacam-se o nitrogênio (78%), o oxigênio (21%), o gás carbônico e o hélio. Ao longo das camadas atmosféricas, a pressão e a densidade vão diminuindo progressivamente. Devido à ação da força da gravidade, próximo à superfície da Terra concentra-se 50% de toda massa atmosférica onde é encontrado o vapor de água, cuja presença é muito importante nas flutuações climáticas.

Quanto ao perfil vertical de temperatura, a atmosfera está dividida em quatro camadas distintas que são a Troposfera, a Estratosfera, a Mesosfera e a Termosfera, que apresentam comportamentos diferentes. Para este estudo, a camada de interesse é a Troposfera. (CORRÊA, 2004; PHILIPPI JUNIOR; MALHEIROS, 2005).

A Troposfera é a camada aquecida na base, próximo a superfície da Terra e resfriada no topo. Como consequência dessa variação de temperatura surge, na Troposfera, uma corrente de propagação de calor por convecção que funciona como reguladora de calor no sistema climático e apresenta uma variação de temperatura vertical de $6,5^{\circ}\text{C}$ por km, nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP) que correspondem a 15°C nas latitudes médias e $1,013 \cdot 10^5$ Pa, ao nível do mar. O resfriamento cessa na Tropopausa, onde ocorre uma isotermia durante alguns quilômetros de camada. A altitude média da Troposfera é 12 km.

A Figura 4 mostra as camadas da atmosfera.

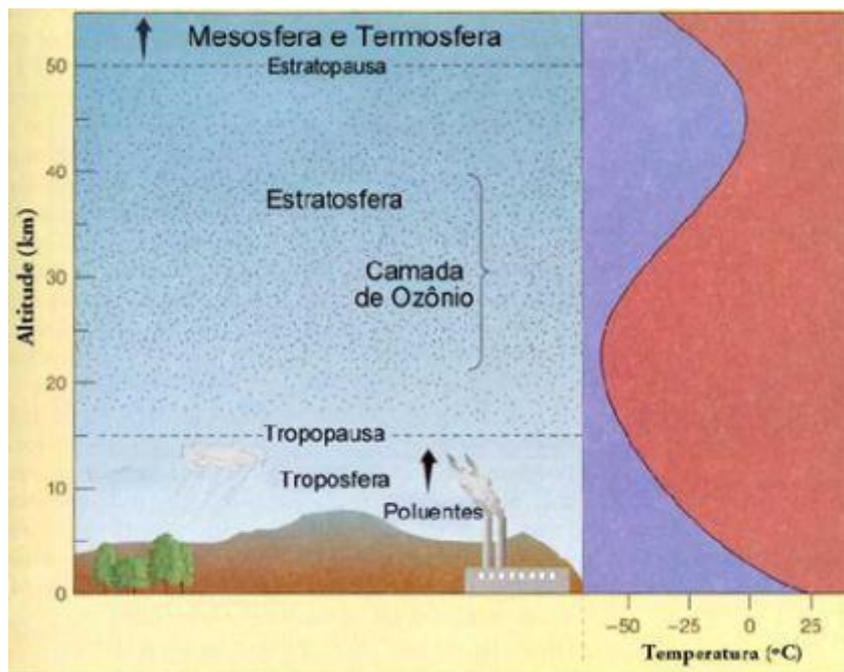


Figura 4 - Camadas da atmosfera

Fonte: CORRÊA, S. M. *Poluição atmosférica*. Rio de Janeiro: 2004, 250 transparências: colorido

A camada acima da Troposfera é a Estratosfera, na qual a temperatura permanece constante até uma altitude de aproximadamente 20 km e aumenta gradativamente até uma altitude de 50 km. A causa do aumento da temperatura é a absorção de raios ultravioletas pelo ozônio, encontrado a uma altitude de 30 km acima da superfície da Terra. A Estratosfera apresenta temperatura maior nos níveis mais altos e temperatura menor nos níveis mais baixos logo não ocorrem correntes de convecção como na Troposfera. Em torno dos 50 km, cessa o aquecimento, ocorrendo uma isoterma surgindo aí a Mesosfera, onde a temperatura volta a diminuir. (CORRÊA, 2004).

1.8.3 Camada limite planetária (CLP)

No estudo da dispersão de poluentes, a camada da atmosfera que interessa é a Troposfera, onde o homem vive e sofre a influência das emissões de poluentes. Na Troposfera, até cerca de 1 km de distância do solo, ressalta-se a CLP, que é a mais importante em nível de poluição antropogênica. A Figura 5 mostra a CLP, inserida na Troposfera. Nesta camada há a interferência no transporte dos poluentes em função do atrito que ocorre na superfície da Terra e do ar, em níveis acima da camada. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

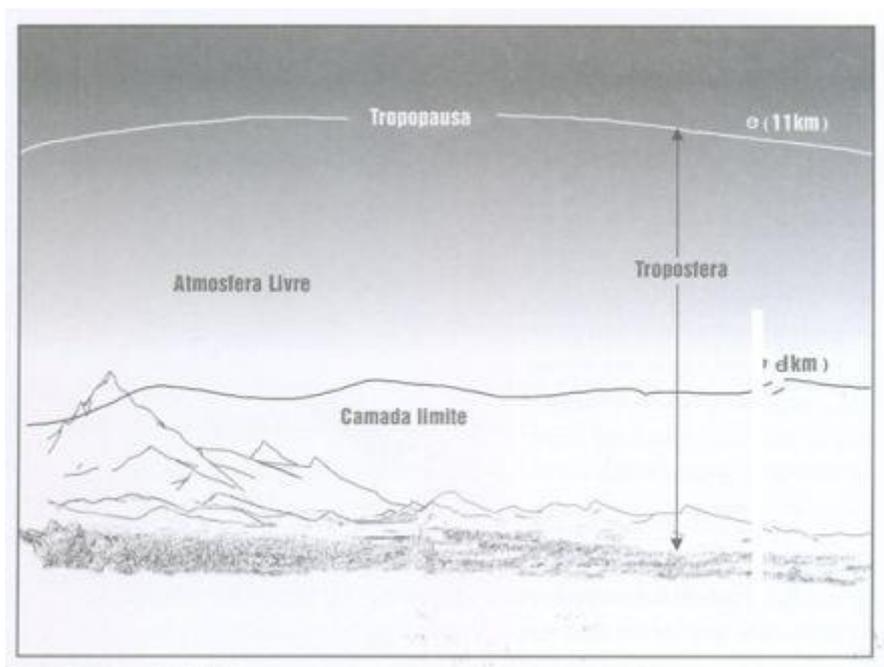


Figura 5 - Esquema da camada limite planetária

Fonte: ÁLVARES JUNIOR, Olímpio de Melo; LACAVA, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. Emissões Atmosféricas. Brasília: SENAI/DNI, 2002. 373p.

Os modelos de qualidade do ar ou de dispersão de poluentes descrevem matematicamente as distribuições espacial e temporal dos poluentes lançados na atmosfera, que na realidade é a dispersão atmosférica, também chamada de difusão atmosférica ou difusão turbulenta por alguns autores. A dispersão atmosférica é definida como o processo físico de movimentação dos poluentes no ar, que é um fluido turbulento e ocorre na CLP. (ALVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

1.8.4 O clima, a atmosfera terrestre e a poluição.

As características e a dinâmica da atmosfera sobre os diferentes lugares da superfície da Terra apresentam uma interação contínua.

Um melhor entendimento do clima e dos tipos de tempo nos diferentes pontos da superfície da Terra são analisados a partir dos elementos climáticos e dos fatores do clima. Os elementos climáticos são definidos pelas propriedades físicas da atmosfera de um local na superfície terrestre sendo os mais utilizados a temperatura, a pressão e a umidade; a diversidade geográfica influencia na revelação dos elementos através da precipitação,

nebulosidade, vento, ondas de calor e frio, por exemplo. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Os elementos do clima locais apresentam variações espaciais e temporais devido a ação de fatores climáticos, que são as características geográficas estáticas diferenciadas da paisagem como a latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade, maritimidade e atividades humanas. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A temperatura indica a interação entre elementos e fatores climáticos individualizados no campo térmico; a umidade do ar corresponde a interação entre elementos e fatores climáticos individualizados no campo higrométrico; a pressão indica a interação entre elementos e fatores climáticos individualizados no campo barométrico; a latitude está associada a quantidade de energia que entra no sistema superfície-atmosfera; o relevo diversifica padrões climáticos no globo devido a variação da altitude, forma e orientação de suas vertentes; a vegetação desempenha um papel regulador da umidade e da temperatura; mares e oceanos são fundamentais na ação reguladora da temperatura e da umidade. A interação entre elementos e fatores climáticos está associada a outro fenômeno físico de grande importância, que é a radiação solar, sem a qual a harmonia entre eles não seria possível. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Abaixo são analisados elementos e fatores climáticos que podem influenciar na distribuição de poluentes na atmosfera terrestre.

1.8.4.1 A radiação solar e o balanço calórico no sistema climático

Os processos vitais que ocorrem na superfície da Terra são originados da energia irradiada pelo Sol. O fluxo de energia do Sol para a Terra e da Terra para o Sol é um sistema complexo que inclui sua transmissão, armazenamento e transporte. O Sol é uma estrela de temperatura e tamanho médios quando comparado com um conjunto de estrelas. A temperatura na sua superfície é de 6000°C sendo este valor elevado originado de um gás incandescente que ocupa a extensão solar, emitindo radiações eletromagnéticas para o seu exterior, em movimento retilíneo, necessitando apenas de 8,33 min para percorrer 150 milhões de quilômetros, distância entre a Terra e o Sol. A radiação eletromagnética pode ser tratada como uma onda logo transporta energia. (STRAHLER, N.; STRAHLER, H., 1994).

A origem da radiação eletromagnética solar é encontrada no interior do Sol onde, sob condições de alta pressão e temperatura, o hidrogênio se transforma em hélio. É um processo

de fusão nuclear e o calor gerado se propaga por condução e convecção para a sua superfície. Uma superfície, disposta perpendicular aos raios solares, recebe uma quantidade de radiação igual a $2 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ (2 calorias por centímetro quadrado por minuto) ou $2 \text{ langleys min}^{-1}$, que corresponde ao valor da constante solar. (STRAHLER, N.; STRAHLER, H., 1994).

A taxa de radiação H emitida por uma superfície depende da natureza e da temperatura do corpo sendo proporcional à quarta potência da temperatura absoluta e dada pela relação $H = Ae\sigma T^4$, conhecida como lei de Stefan - Boltzmann, onde A é a área da superfície, e é a emissividade da superfície, cujo valor varia de 0 a 1, dependendo da natureza da superfície; σ é a constante de Stefan - Boltzmann cujo valor é $8,22 \cdot 10^{-11} \text{ cal cm}^{-2} \cdot \text{min}$ ou $5,6699 \cdot 10^{-8}$ no SI; T é a temperatura absoluta da superfície. (SEARS; ZEMANSKY, 2003).

A primeira forma de radiação a ser considerada é a solar, que é a fonte dos fenômenos que se desenvolvem na atmosfera e de grande importância para o balanço calórico climático.

Uma segunda forma de radiação a ser considerada é a radiação solar absorvida pela superfície da Terra que se torna uma fonte de radiação de ondas longas, estando a maior parte da radiação emitida pela Terra na faixa espectral infravermelha de $4 \mu\text{m}$ até $100 \mu\text{m}$, com um máximo em torno de $10 \mu\text{m}$. Como a radiação terrestre é a principal fonte radiativa de energia à noite, é denominada radiação noturna. Ela é dominante à noite porque há a interrupção da radiação solar. É nas baixas latitudes que ocorrem os valores mais elevados de fluxo de radiação infravermelha terrestre cujo valor é de aproximadamente 280 Kcal cm^{-2} , por ano. No Pólo Norte decresce para menos de 150 Kcal cm^{-2} , por ano e no Pólo Sul para menos de 120 Kcal cm^{-2} , por ano. (AYOADE, 2006).

Outra forma de radiação a ser levada em conta é a radiação atmosférica. A atmosfera absorve e emite energia radiante da mesma forma que o solo apresentando grande capacidade de absorção de radiação infravermelha apesar de ser quase transparente a radiação em ondas curtas. Na atmosfera, o vapor de água, o ozônio, o dióxido de carbono e as nuvens absorvem radiação infravermelha em todos os comprimentos de onda. (AYOADE, 2006).

A diferença entre a quantidade de radiação absorvida e a emitida pela superfície terrestre é denominada balanço de radiação terrestre sendo positiva de dia e negativa de noite. Em relação ao período do ano, o balanço de radiação na superfície da Terra é positivo e o da atmosfera é negativo. (AYOADE, 2006).

A energia solar é interceptada pelo planeta, logo tende a crescer a energia da Terra; o planeta irradia energia para o espaço então energia da Terra tende a diminuir. Essas entradas e saídas ocorrem simultaneamente. Devido à forma da Terra, a região equatorial recebe mais

energia do que irradia e, de forma inversa, as regiões polares perdem mais energia do que recebem pela radiação solar. Devem-se incluir os mecanismos de transferência de energia no sistema energético da Terra, pois atuam no transporte da energia das regiões onde há grande quantidade excedente para aonde existe falta. (STRAHLER, N.; STRAHLER, H., 1994).

1.8.4.2 Temperatura

A temperatura é a condição que determina o fluxo de calor de um sistema para outro. No caso do ar, é a medida do calor sensível nele armazenado.

A superfície solar emite radiações eletromagnéticas em ondas curtas que atravessam a atmosfera e alcançam a superfície terrestre. O vapor de água e o gás carbônico, presentes na atmosfera, impedem a reflexão da maior parte da radiação terrestre para o espaço, em ondas longas. A temperatura próxima à superfície da Terra não é constante. A temperatura do ar tem variação espacial e temporal em cada localidade sendo determinada pelo balanço entre a radiação que chega e a que sai da superfície da Terra e pela sua transformação em calor. (AYOADE, 2006).

Os fatores que influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou parte dela são a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície, a distribuição a partir de corpos hídricos, o relevo, a natureza dos ventos predominantes e as correntes oceânicas. (AYOADE, 2006).

Uma das coordenadas geográficas que localiza um ponto na superfície terrestre é a latitude que indica, para um lugar, o ângulo de incidência dos raios solares e a duração do dia logo o principal controle sobre a quantidade de insolação, que um determinado lugar recebe, é exercido pela latitude, pois a variação astronômica da insolação depende da latitude. A natureza da superfície considerada também é importante, pois está associada aos valores do albedo e do calor específico local. Quanto ao albedo, se for alto, a superfície absorverá menos radiação para elevar sua temperatura. Quanto ao calor específico da superfície, se for alto, mais energia será necessária para aumentar sua temperatura. A temperatura do ar é influenciada pela presença ou distância a corpos hídricos devido as diferentes características térmicas das superfícies continentais e hídricas. Devido ao calor específico alto as superfícies hídricas se aquecem e se resfriam mais lentamente que as superfícies continentais. A temperatura do ar também é influenciada pelo relevo e normalmente diminui com a altitude crescente. (AYOADE, 2006).

Na Troposfera, o gradiente térmico vertical normal é $6,5 \text{ }^\circ\text{C Km}^{-1}$. Sendo a massa atmosférica é um fluido de forte mobilidade, mais intensa que a da água, são frequentes os movimentos convectivos e a Troposfera é uma camada relativamente bem misturada (ÁLVARES JUNIOR; LACAVAL; FERNANDES, 2002).

A influência dos ventos predominantes e das correntes oceânicas no local está relacionada com o transporte ou transmissão de “calor” ou “frio” por advecção de uma área para outra, de acordo com as características térmicas das áreas consideradas. (AYOADE, 2006).

A variação da quantidade de insolação recebida em qualquer lugar da superfície da Terra provoca uma variação sazonal de temperatura. Nas áreas extra-tropicais essas variações são maiores, principalmente no interior dos continentes e são menores na faixa equatorial, principalmente nos corpos hídricos. Pode-se afirmar que as variações sazonais de temperatura aumentam com a latitude e com o grau de continentalidade. (AYOADE, 2006).

Através dos mesmos processos que provocam variações sazonais de temperatura, ocorrem as variações diurnas, com diferenças em relação ao valor, pois o ciclo diário é muito mais curto, com uma amplitude relativamente grande. A amplitude diurna de temperatura do ar diminui do Equador em direção aos polos sendo também menor sobre os oceanos do que sobre os continentes. A cobertura das nuvens, a quantidade de umidade presente no ar, a velocidade do vento e a condutividade térmica da superfície influem na amplitude diurna. Em relação à cobertura das nuvens, influi durante o dia reduzindo a insolação, ao mesmo tempo em que aumenta a radiação originada do céu, à noite. (AYOADE, 2006).

Em relação à umidade, quanto menos vapor de água, maior será a quantidade de radiação desprendida pela superfície terrestre que escapa para o espaço (AYOADE, 2006).

Tratando-se da velocidade do vento, a variação de temperatura é menor em dias com ventos do que em dias calmos. Nas regiões costeiras, as brisas marítimas e terrestres influenciam na variação térmica diária. (AYOADE, 2006).

No que se refere à variação térmica horizontal da temperatura do ar o balanço positivo e negativo da disponibilidade de calor na superfície terrestre cria uma variação térmica horizontal relacionada com o Equador e os Pólos, entre os quais ocorrem zonas latitudinais geradoras e consumidoras de calor. O Equador é a fonte de calor e os Polos são os consumidores, havendo um equilíbrio nas latitudes 40° Norte e Sul. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No que diz respeito à variação térmica altimétrica algumas alterações podem ocorrer sendo uma delas a denominada inversão térmica, que é o inverso de uma situação normal na

qual o ar quente está abaixo do ar mais frio. Na inversão térmica o ar mais denso encontra-se abaixo do ar menos denso, dificultando a mistura vertical do ar e prejudicando, principalmente, a dispersão dos poluentes gerados pelas atividades que ocorrem em grandes centros urbanos. Também intensifica o fenômeno das “ilhas de calor”. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O problema da inversão térmica é agravado pela ausência de correntes horizontais. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

1.8.4.3 Pressão atmosférica

Pressão atmosférica é a força exercida pelo peso do ar sobre uma superfície. Ao nível do mar o valor padrão considerando-se as CNTP, é de 1013 hPa ou 1 atm ou 1013 mb. Nas latitudes médias pode ser superior a 1040 mb, que são as áreas de alta pressão e nas áreas de baixa pressão, o valor atinge 982 mb ou menos. (STRAHLER, N.; STRAHLER, H., 1994).

Na baixa Troposfera, devido à ação gravitacional da Terra, ocorre um gradiente vertical de pressão que, em condições normais de temperatura vale aproximadamente 1 mb para cada 10 m de ascensão. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Associada à ação gravitacional a densidade do ar varia com a altitude. A variação da pressão do ar em superfície ocorre devido à distribuição de energia, da umidade e da dinâmica da Terra. Para temperaturas maiores, a energia cinética das moléculas é maior o que gera o aumento do número de colisões entre elas, que têm as suas distâncias relativas aumentadas e conseqüentemente há uma expansão do ar diminuindo a pressão atmosférica onde são encontradas as áreas de baixa pressão atmosférica. De maneira inversa, um resfriamento do ar diminui a energia cinética das moléculas, reduzindo o número de choques entre elas, elevando a densidade do ar caracterizando uma área de alta pressão. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Nas baixas latitudes, em virtude da grande concentração de energia solar e conseqüentemente forte aquecimento, há a expansão do ar o que caracteriza uma zona de baixa pressão. Nas altas latitudes, sendo regiões frias, a pequena concentração de energia solar acarreta o aparecimento de áreas de alta pressão (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Em função de fatores dinâmicos que influenciam na pressão atmosférica, o ar em áreas de alta pressão normalmente é seco, enquanto nas áreas de baixa pressão, geralmente, é

úmido. (AYOADE, 2006).

O ar obedece às leis da mecânica dos fluidos logo quando se tem áreas adjacentes com diferentes pressões, o ar mais denso se movimenta em direção e sentido da área de menor pressão até que seja estabelecido o equilíbrio barométrico. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No modelo sazonal latitudinal tem-se a variação da pressão atmosférica do Equador aos Pólos. Esse modelo tem uma forma alternada com centro de baixa no Equador; centro de alta à 30° Norte e Sul; centro de baixa a 60° Norte e Sul e centro de alta nos Polos. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O estudo da distribuição da pressão está associado ao sistema de ventos na superfície da Terra. A velocidade do vento é controlada pelo gradiente de pressão e terá maior magnitude quanto maior for o gradiente. (MENDONÇA-DANNI-OLIVEIRA, 2007).

1.8.4.4 Umidade atmosférica

Umidade é a quantidade de vapor de água contido na atmosfera. É originada a partir da superfície terrestre pelos processos de evaporação e transpiração estando concentrada nas baixas camadas da atmosfera, diminuindo a sua quantidade com o aumento da altura. Além da Troposfera, o vapor de água está ausente. Existem diversas maneiras de se medir a umidade atmosférica sendo os índices mais utilizados os descritos abaixo. (AYOADE, 2006).

- Umidade absoluta é a quantidade, em massa, de vapor de água existente por unidade de volume de ar sendo expressa em g cm^{-3} . Considerando-se a altitude, a umidade absoluta apresenta variação diferenciada em cada lugar (diminui com o aumento da altitude) e diminui do Equador para os Pólos. (AYOADE, 2006).
- Umidade específica é a massa de vapor de água existente em um quilograma de ar. É expressa em g Kg^{-1} . (AYOADE, 2006).
- Umidade relativa é a comparação entre a quantidade de vapor de água que contém a atmosfera, em um lugar e momento dados, com a quantidade de vapor de água que poderia reter em igual temperatura. (OLIVEIRA, 1993).

A medida de umidade do ar mais usada é a umidade relativa. É mensurada com facilidade através de termômetros de mercúrio, de bulbo seco e de bulbo úmido. É importante por que mostra o grau de saturação do ar. É uma grandeza que tem a influência da

temperatura do ar, variando de forma inversamente proporcional com a temperatura, sendo mais baixa no começo da tarde e mais elevada à noite. (AYOADE, 2006).

1.8.4.5 Ventos

A circulação geral da atmosfera é o movimento, em larga escala, da atmosfera no tempo e no espaço, sendo controlada por diversos fatores, tendo componentes verticais e horizontais e causada pelo desequilíbrio na radiação líquida, na umidade e no *momentum* (momento angular) entre as baixas e altas latitudes. Outros fatores como a topografia, a distância de superfícies continentais e oceânicas e as correntes oceânicas também influem na circulação atmosférica. A componente vertical do movimento do ar é importante, porém é relativamente pequena se for comparada com a componente horizontal, geralmente chamada de vento. (AYOADE, 2006; DEMILLO, 1998).

Relacionando a radiação solar com os ventos sabe-se que em relação à radiação, há grande quantidade de energia em baixas latitudes e pouca nas outras; em relação à umidade, o excesso de umidade nas baixas latitudes é transmitida para as latitudes mais altas para compensar a sua falta e em relação ao momentum, sabe-se que a atmosfera gira com a Terra e também se movimenta sozinha em torno do eixo da Terra. Sendo o *momentum* por unidade de massa de um corpo, que gira em torno de um eixo, diretamente proporcional a sua velocidade angular e a sua distância ao eixo de rotação e a Terra e a atmosfera girando de maneira uniforme, há conservação do *momentum* logo o *momentum* é constante. Então, quando uma massa de ar muda de posição na superfície da Terra de maneira que a sua distância ao eixo de rotação varie, a sua velocidade angular também varia para que o momentum fique constante. (AYOADE, 2006).

Nos Pólos, o momento angular vale zero, aumentando em intensidade no sentido do Equador onde é máximo, logo volumes de ar deslocando-se para os Pólos adquirem maiores velocidades na direção Leste. (AYOADE, 2006).

Os principais fatores que interferem no movimento horizontal do ar próximo a superfície terrestre são as forças do gradiente de pressão, de Coriolis, de atrito e centrípeta. As diferenças horizontais de pressão são criadas por fatores térmicos e/ou mecânicos, estes nem sempre evidenciáveis. A expressão matemática da força do gradiente de pressão é

$F_{gp} = \frac{\Delta p}{\Delta n}$ onde F_{gp} é a força do gradiente de pressão, Δp é a variação barométrica entre dois

pontos e Δn é a o espaçamento entre as isóbaras relativas aos dois pontos. Quanto maior for a variação de pressão e menor o espaçamento das isóbaras, maior será o gradiente de pressão e maior a velocidade do vento. O movimento do ar é das regiões de alta pressão (A) para baixa pressão (B) logo a ação da força do gradiente de pressão cria um fluxo de vento de A para B (AYOADE, 2006).

Segundo Demilo (1998) a força de Coriolis é a responsável pela aceleração defletora, ou seja, pelo desvio na direção e sentido do vento. É devida ao movimento da rotação da Terra e qualquer observador sobre a superfície terrestre perceberá um aparente desvio do ar e dos objetos, que se movem para a direita de sua trajetória no hemisfério Norte e para a esquerda no hemisfério Sul. A expressão matemática da força de Coriolis é $F_{CO} = -2\omega v \rho \sin \theta$, onde F_{co} é a força de Coriolis, ω é a velocidade angular da Terra em torno do seu eixo (vale $7,29 \times 10^{-5}$ rad seg^{-1}); v é a velocidade linear do vento, ρ é a densidade do ar e θ é a latitude. A força de Coriolis é perpendicular à direção do movimento do ar, para a direita no hemisfério Norte e para a esquerda no hemisfério Sul.

Para uma dada velocidade, o efeito Coriolis é máximo nos Polos e diminui com a latitude, tornando-se zero no Equador. (AYOADE, 2006).

Analisando-se numa estrutura vertical, pode-se perceber que o vento não tem o mesmo comportamento em todas as altitudes. Os ventos das camadas mais superiores são mais velozes devido a diminuição do atrito com a superfície terrestre. A superfície da Terra apresenta obstáculos que oferecem resistência à passagem do ar reduzindo sua velocidade, caracterizando-se assim uma força de atrito.

Qualquer corpo, em uma trajetória circular, como é o caso de corpos na superfície da Terra, apresenta uma aceleração radial ou centrípeta que muda a direção e o sentido da velocidade. A essa aceleração está associada a força centrípeta determinada pela equação $F_C = \frac{mv^2}{r}$, onde F_c é a força centrípeta, m é a massa do corpo em movimento, v é o módulo da velocidade tangencial e r é o raio de curvatura da trajetória. Dependendo do referencial, pode-se considerar como atuando no corpo uma força centrífuga, que o lança para fora. As forças centrípeta e centrífuga têm mesmo módulo, mesma direção e sentidos contrários. A intensidade da força centrípeta é pequena e somente tem valor considerável em situações em que os ventos, com alta velocidade, se movem em trajetórias muito curvas em sistemas de pressão extremamente baixa. (AYOADE, 2006).

Os ventos são caracterizados pela sua direção e pelo módulo de sua velocidade. Uma outra classificação dos ventos pode ser feita relacionando a sua velocidade às alterações causadas na paisagem local. Esta classificação está indicada na Tabela 8, segundo Beaufort. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Tabela 8 - Classificação dos ventos, por Beaufort, de acordo com a velocidade e características produzidas na paisagem

Grau	Velocidade (m s ⁻¹)	Classificação do vento	Características da paisagem
0	0-0,2	Calmo	A fumaça sobe verticalmente. As bandeiras pendem tranqüilas.
1	0,3- 1,5	Leve	A fumaça desvia-se um pouco e indica a direção do vento.
2	1,6-3,3	Brisa leve	Sente-se o vento nas faces. As folhas das árvores alvoroçam-se. As folhas das árvores movem-se constantemente.
3	3,4 – 5,4	Brisa suave	As bandeiras desfraldam-se. Formam-se pequenas ondas de aspecto cristalino sobre os lagos.
4	5,5 – 7,9	Vento Moderado	Galhos finos de árvores curvam-se. Começa a levantar poeira e papel do solo.
5	8,0 – 10,7	Vento Fresco	Pequenas árvores em crescimento começam a se curvar. Bandeiras flamulam distendidas. Galhos grandes curvam-se.
6	10,8 – 13,8	Vento Forte	Arames silvam; há dificuldade de manter guarda-chuvas abertos. Formam - se crostas de espuma sobre as ondas.
7	13,9 – 17,1	Vento Rápido	As árvores movem-se por inteiro. É difícil caminhar contra o vento.
8	17,2 – 20,7	Ventania	Quebram-se ramos de árvores. É muito difícil caminhar contra o vento.
9	20,8 – 24,4	Ventania Forte	Estragos leves em casas e edifícios, arrancando telhas. Quebram-se galhos de árvores.
10	24,5 – 28,4	Ventania desenfreada	Árvores são arrancadas. Janelas são quebradas.
11	28,5 – 32,6	Tempestade	Estragos generalizados em construções.
12	Acima de 37,20	Furacão ou Ciclone	Destruição geral.

Fonte: MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 206p.

1.8.4.6 Precipitação

É um elemento climático que indica qualquer deposição derivada da atmosfera, em forma líquida ou sólida, conseqüentemente refere-se à água proveniente do vapor de água da atmosfera como chuva, neve, orvalho, granizo, geada e neblina.

A precipitação forma-se devida à elevação das massas de ar, que têm como causas a convecção térmica, o relevo e a ação frontal das massas. A elevação do ar causa um resfriamento e o ar pode atingir seu ponto de saturação; em seguida ocorre a condensação do vapor de água que toma a forma de minúsculas gotas. Essas minúsculas gotas permanecem em suspensão formando nuvens ou nevoeiros. Para ocorrer a precipitação essas gotículas, que são núcleos de condensação, crescem aumentando a massa e conseqüentemente o peso até vencerem as forças de sustentação. (HOLTZ, 2007). Na queda, continuam crescendo, agregando outras gotículas. Os núcleos de condensação podem ser gelo, poeira ou outras partículas que tenham capacidade de agregação.

De acordo com a gênese, que é resultante do tipo de processo que controla a elevação da massa de ar, as precipitações podem ser:

- a. Convectivas ou de origem térmica: causadas pelo movimento vertical de uma coluna de ar úmido, que é forçado a se expandir, ao ascender para níveis superiores da Troposfera e é resfriado adiabaticamente. A quantidade de ar resfriada torna-se mais densa e retorna a superfície, atingindo o ponto de saturação, formando as nuvens. São de curta duração, forte precipitação e frequentemente acompanhada de trovões. (HOLTZ, 2007; MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).
- b. Orográficas ou de relevo: ocorrem quando o ar é forçado a transpor barreiras de montanhas. É uma ação física do relevo que atua como barreira à advecção livre do ar, o qual chega a grandes altitudes onde se condensa e forma gotas de água. (HOLTZ, 2007; MENDONÇA; DANNI - OLIVEIRA, 2007).

Frontais: ocorrem ao longo da linha de descontinuidade, separando duas massas de ar de características diferentes. Formam-se pela ascensão forçada do ar úmido ao longo das frentes frias. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). O processo que ocorre para transportar o ar úmido a uma situação de condensação é a ascensão dinâmica, que é semelhante ao da ascensão orográfica. A diferença está no fato da massa de ar quente subir a inclinação de uma massa de ar mais fria, ao invés de transpor uma barreira de montanhas. (DEMILLO, 1998).

1.8.4.7 Nebulosidade

A nebulosidade refere-se ao conjunto de nuvens formadas no céu, em dado lugar. Funciona como uma barreira à penetração, na superfície da terra, a radiação solar e à perda da radiação terrestre, refletida para o espaço. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A amplitude térmica diária tem influência da nebulosidade, diminuindo-a. Na temperatura do ar produz uma uniformização em virtude da sua ação bloqueadora à perda das radiações de ondas longas na Troposfera. Dentro de uma zona climática, a nebulosidade varia com o local e com a estação. Ocorrem variações diurnas. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A nebulosidade é estimada em oktas. Um okta é uma unidade de medida de quantidade de nuvens igual à área de 1/8 do céu dentro do campo de visão do observador. A nebulosidade é mais baixa nos subtropicais e mais elevada nas altas latitudes. (AYOADE, 2006).

1.8.4.8 Turbulência

O escoamento do ar na CLP ocorre em regime turbulento. Os regimes turbulentos são sempre tridimensionais, irregulares e randômicos, isto é, a velocidade varia com o tempo randomicamente em todas as direções e apresentam vórtices (redemoinhos) de diversas dimensões que se distribuem de acordo com espectro de frequência. Os vórtices maiores têm frequência menor e os menores têm frequência maior. Os escoamentos turbulentos são sempre dissipativos, pois há continuamente transformação de energia cinética em energia interna. A turbulência, então, diminui a menos que a energia seja continuamente fornecida. As fontes de energia para a turbulência na atmosfera são o cisalhamento do escoamento e, em alguns casos, o empuxo. O cisalhamento resulta do contato com a superfície da Terra que devido a sua topografia e rugosidade freia ou acelera o escoamento. O empuxo origina-se do perfil vertical de temperatura em relação ao perfil de estabilidade neutro. Para a turbulência o cisalhamento é sempre uma fonte positiva de energia enquanto o empuxo não o é. Numa atmosfera instável, o empuxo contribui para aumentar a turbulência; em atmosfera estável o empuxo reduz a turbulência. (BOÇON, 1998).

A turbulência térmica, que pode ser positiva ou negativa, é originada da irradiação solar incidente e pela cobertura das nuvens.

1.8.4.9 Estabilidade atmosférica

A temperatura na CLP determina o que é chamado estabilidade atmosférica.

A estabilidade atmosférica é um parâmetro meteorológico muito importante no estudo da poluição do ar. É originada do perfil vertical de temperatura, ou seja, da variação da temperatura em função da altitude tendo um papel importante na estrutura dos ventos e principalmente no vento vertical e na turbulência atmosférica. O perfil vertical de temperatura é alterado em função das influências da direção do vento, da velocidade do vento e trocas de calor na superfície terrestre, principalmente na CLP. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Na Troposfera, a temperatura normalmente diminui com a altura num gradiente de aproximadamente $1^{\circ}\text{C } 100 \text{ m}^{-1}$ por causa da diminuição da pressão, o que caracteriza a estabilidade neutra ou perfil adiabático, isto é, sem troca de calor, e o ar em qualquer altura não tende a subir nem descer. A parcela de ar está em equilíbrio térmico com a atmosfera ao seu redor. Quando o gradiente de temperatura é maior que $1^{\circ}\text{C } 100 \text{ m}^{-1}$, a temperatura diminui com a altura e a atmosfera está instável ou convectiva ou superadiabática. Nesse caso se uma parcela de ar for deslocada de sua posição original para cima ou para baixo, continuará a mover-se no sentido para o qual foi deslocado. Quando o gradiente de temperatura é menor que $1^{\circ}\text{C } 100 \text{ m}^{-1}$, a atmosfera está estável ou subadiabática e a diminuição da temperatura ocorre numa faixa menor que a neutra. Uma parcela de ar deslocada de sua posição original terá seu movimento impedido com tendência de retorno a sua posição inicial. (BOÇON, 1998).

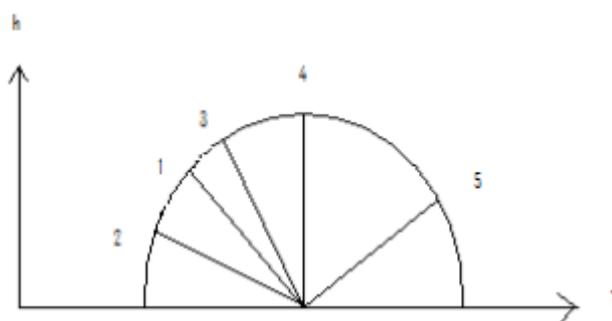
O perfil adiabático, devido à estabilidade do ar, não proporciona mistura vertical, diminuindo a capacidade de dispersão de poluentes na atmosfera. Caso a temperatura aumente, poderá ocorrer a inversão térmica (um perfil de temperatura extremamente estável), que pode provocar situações críticas de poluição devido a alta concentração de poluentes. (BOÇON, 1998).

A melhor condição para a dispersão de poluentes é a superadiabática visto que o ar poluído ascende mais facilmente, diluindo-se nas maiores altitudes. (ÁLVARES JUNIOR;

LACAVA; FERNADES, 2002). A Figura 6 mostra os perfis verticais de temperatura na atmosfera.

O sistema de classes de estabilidade atmosférica mais utilizado é o de Pasquill relacionado na Tabela 9.

As classes de estabilidade propostas por Pasquill apud Boçon (1998), considerando condições de estabilidade atmosférica baseada em informações da hora do dia, da velocidade do vento em superfície, insolação e cobertura das nuvens durante a noite encontram-se na Tabela 10.



- 1- Gradiente adiabático – estabilidade neutra
- 2- Gradiente super - adiabático – instabilidade
- 3- Gradiente sub - adiabático- estabilidade
- 4- Gradiente isotérmico – estabilidade
- 5- Inversão térmica- altamente estável

Figura 6 - Perfis de temperatura e condições de estabilidade atmosférica.

Fonte: CORRÊA, S. M. *Poluição atmosférica*. Rio de Janeiro: 2004, 250 transparências: colorido.

Tabela 9 - Classes de estabilidade atmosférica de Pasquill e condições de dispersão de poluentes.

Classe de estabilidade	Descrição
A	Extremamente instável
B	Moderadamente instável
C	Levemente instável
D	Neutro
E	Levemente estável
F	Moderadamente estável

Fonte: SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. Hoboken, N. J.: Wiley – Interscience, 2006. 1203 p.

De acordo com Seinfeld e Pandis (2006), as classes de estabilidade de Pasquill estão relacionadas com o gradiente vertical de temperatura ambiente $\frac{\partial T}{\partial z}$ e com o gradiente de temperatura potencial $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ onde $\frac{\partial \theta}{\partial z}$ é a medida do afastamento do perfil de temperatura em relação às condições adiabáticas. Quando $\frac{\partial \theta}{\partial z} = 0$, a atmosfera está em condição de estabilidade neutra; quando $\frac{\partial \theta}{\partial z} < 0$, a condição é instável e quando $\frac{\partial \theta}{\partial z} > 0$ a condição é estável.

Tabela 10 - Classes de estabilidade atmosférica de Pasquill de acordo com o módulo da velocidade do vento, a radiação solar e a cobertura de nuvens

Dia	Radiação solar incidente ($W m^{-2}$)			Fração de cobertura de nuvens à noite		
	Vento ($m s^{-1}$), a 10 m do solo	Forte >700	Moderada 350 a 700	Leve <350	Levemente nublado $\geq 4/8$	Claro ou pouco nublado $\leq 3/8$
<2	A	A-B	B	-	-	
2 à 3	A-B	B	C	E	F	
3 à 5	B	B-C	C	D	E	
5 à 6	C	C-D	D	D	D	
>6	C	D	D	D	D	

Fonte: PASQUILL, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorological Magazine*, v.90,p.33-49, 1961 apud BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008.

A Tabela 11 mostra a relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e os gradientes de temperatura.

Tabela 11- Relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e os gradientes de temperatura ambiente e potencial

Classe de estabilidade	Gradiente de temperatura ambiente $\partial T/\partial z$ ($^{\circ}\text{C } 100 \text{ m}^{-1}$)	Gradiente de temperatura potencial $\partial \theta/\partial z$ ($^{\circ}\text{C } 100 \text{ m}^{-1}$)
A	< -1,9	< -0,9
B	-1,9 a -1,7	-0,9 a -0,7
C	-1,7 a -1,5	-0,7 a -0,5
D	-1,5 a 0,5	-0,5 a 0,5
E	0,5 a 1,5	0,5 a 2,5
F	>1,5	>2,5

Fonte: SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. Hoboken, N. J.: Wiley – Interscience, 2006. 1203 p.

1.8.4.10 Efeitos terrestres

São fenômenos de mesoescala que influenciam no vento predominante na região e na dispersão dos poluentes. São os fenômenos meteorológicos de escala regional “ilha de calor”, brisas terrestres e marítimas e ventos de vale. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES; 2002; DAVIS; CORNWELL, 1998).

O fenômeno “ilha de calor” está associado com o aumento de temperatura nas regiões centrais das áreas urbanas. É um fenômeno antropogênico associado à geração de calor devido ao desmatamento, a utilização de combustíveis fósseis, absorção de calor por materiais como asfalto e concreto que acarretam a impermeabilização do solo. Devido ao aquecimento, o ar ascende na região dos grandes centros urbanos e desce no entorno da área sob a influência de ventos fracos ou moderados. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES; 2002; DAVIS; CORNNWELL, 1998).

Brisas marítimas e terrestres são ventos barostróficos, ou seja, ocorrem por absorção de calor entre o ar e a superfície. As brisas marítimas ocorrem ao amanhecer, pois com o aquecimento do solo, a densidade do ar próximo ao solo diminui, causando a diminuição da pressão atmosférica na região. O ar, menos denso, sobe e a distância entre as linhas isóbaras em altitude aumenta, iniciando-se assim um fluxo de ar descendente no sentido terra - mar. Na superfície marítima, o ar está em subsidência, aumentando a pressão, causando um contraste barométrico que origina as brisas marítimas do mar para o solo. Durante a noite, o resfriamento rápido sobre a superfície da Terra aumenta a densidade do ar próximo ao solo

causando o aumento da pressão sobre o solo, originado as brisas terrestres que se deslocam do solo frio para o mar. (DAVIS; CORNNWELL, 1998).

Em relação aos ventos de vale, ocorrem quando o ar frio desce pelas encostas durante a noite e se concentra no fundo do vale. Durante o dia o ar fica aprisionado, criando condições próprias para a dispersão dos poluentes. Com o aumento da insolação, as encostas vão se aquecendo bem como se aquece o ar na parte superior da encostas, o que causa a subida do ar originando uma corrente ao longo do vale que atinge a superfície. (BRAGA et al., 2003).

1.9 Dispersão atmosférica

A Figura 7 está representando esquematicamente a região de estudo da dispersão de poluentes na atmosfera. A fronteira inferior é delimitada pela topografia do terreno e a superior pela altura h da camada limite atmosférica. (BOÇON, 1998).

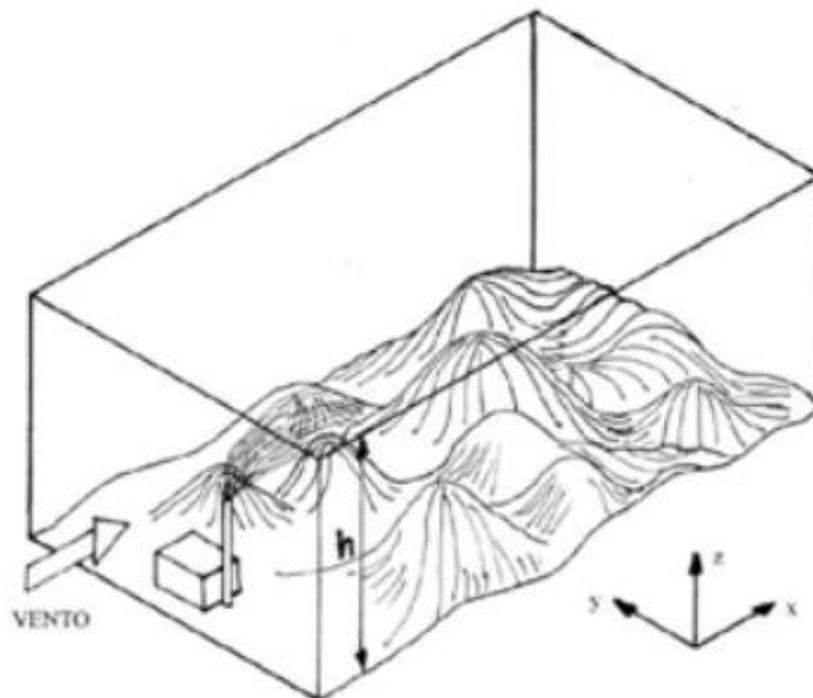


Figura 7 - Domínio de interesse no estudo da dispersão de poluentes na atmosfera
Fonte: BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008. p.31.

As características geográficas de uma determinada região influem nas concentrações dos poluentes na atmosfera. Considerando-se um ponto fixo no espaço, as alterações em pequenos intervalos de tempo, incluindo-se aí horas ou dias, as concentrações desses poluentes medidas variam com as condições de tempo meteorológico e as variações das emissões desses poluentes. Essas condições participam, também, das transformações químicas e físicas que acontecem na atmosfera. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Com relação aos fenômenos atmosféricos e seus efeitos na dispersão de poluentes, utilizam-se as escalas espacial e temporal. A escala espacial está dividida em:

- a) Grande escala ou escala sinótica que compreende os fenômenos que ocorrem em distâncias de milhares de quilômetros, onde estão incluídos, por exemplo, os ciclones e as frentes frias.
- b) Mesoescala ou escala regional, que compreende os fenômenos que ocorrem em distâncias de centenas de quilômetros onde estão incluídos, por exemplo, os ventos de vale-montanha e a circulação de brisas marítima e terrestre e
- c) Microescala, que compreende os fenômenos que ocorrem em distâncias de poucos de quilômetros onde estão incluídos, por exemplo, o efeito de um edifício no fluxo do vento e a dispersão de uma pluma (fumaça) de uma chaminé. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

No que diz respeito à abrangência dos fenômenos meteorológicos na poluição do ar, as escalas espaciais tem importante influência, pois a condição meteorológica local determina a concentração e a dispersão dos poluentes atmosféricos sendo o resultado da superposição dos fenômenos nas diferentes escalas espaciais. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Em relação a variável tempo, cada fenômeno meteorológico tem seu tempo próprio de atuação. A distribuição espacial do fenômeno também está relacionada ao tempo de duração, isto é, as escalas espaciais maiores tem influência na atmosfera em intervalos de tempo maiores. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

1.9.1 Tipos de plumas

A dispersão dos poluentes no ar resulta na formação de uma pluma. Em função do perfil de temperatura da atmosfera, a forma da pluma apresenta configurações diferentes.

Desprezando-se as diferenças de densidade entre os poluentes e o ar, a velocidade de saída dos poluentes de uma chaminé e a sedimentação dos poluentes (ex.: MP), a forma da pluma poderá apresentar os modelos expostos na Figura 8.

A pluma tipo *looping* ocorre quando o gradiente vertical de temperatura é superadiabático (instável ou convectivo) e a atmosfera é turbulenta. Ocorre em dias claros, com poucas nuvens e com muita insolação. A turbulência de origem térmica causa grandes turbilhões (*eddie*) que podem levar a nuvem de poluentes para o solo.

Coning ocorre quando o gradiente vertical de temperatura é subadiabático, porém menos isotérmico. Ocorre em dias nublados com ventos moderados. Tem forma cônica e aumenta a concentração dos poluentes próximo ao solo, porém longe da fonte.

Fanning ocorre quando o gradiente de temperatura é positivo, isto é, a massa de poluentes está contida em uma camada de inversão. A mistura vertical quase não existe devido à instabilidade do ar e a mistura horizontal é muito baixa devido à falta de ventos. Geralmente precede o tipo de pluma “*fumigation*”.

Fumigation: ocorre uma inversão do perfil de temperatura com a altura sendo a pluma aprisionada na camada de inversão. Essa inversão da altura não permite a dispersão para altitudes maiores e por outro lado na camada inferior o perfil é instável e aumentam as concentrações ao nível do solo. Esta condição geralmente ocorre pela manhã ou à noite.

Lofting: ocorre quando o poluente é lançado acima da camada de inversão o que impede que os poluentes cheguem ao solo. Ocorre ao anoitecer, quando a inversão por radiação tem início.

Trapping: ocorre quando a atmosfera encontra-se em estado neutro e o lançamento de efluentes é feito acima da camada de inversão e acima da altura da pluma formada pela outra camada de inversão. A pluma fica retida entre as duas camadas. (BRAGA et al., 2003).

O comportamento da pluma depende do clima da região. Outra influência é a dos ventos locais que apresentam perfis diferentes de velocidade.

O movimento dos ventos, por outro lado, depende da força de Coriolis, das forças de atrito e das forças que originam a pressão atmosférica. Esta é originada pela presença de regiões de alta e baixa pressão e as forças de atrito alteram a velocidade e a direção do vento com a altitude. A Figura 9 apresenta alguns perfis de velocidade do vento onde se verifica que a mudança de velocidade com a altitude é função da ocupação do solo. O perfil torna-se mais uniforme com o decréscimo da rugosidade. (BRAGA et al., 2003).

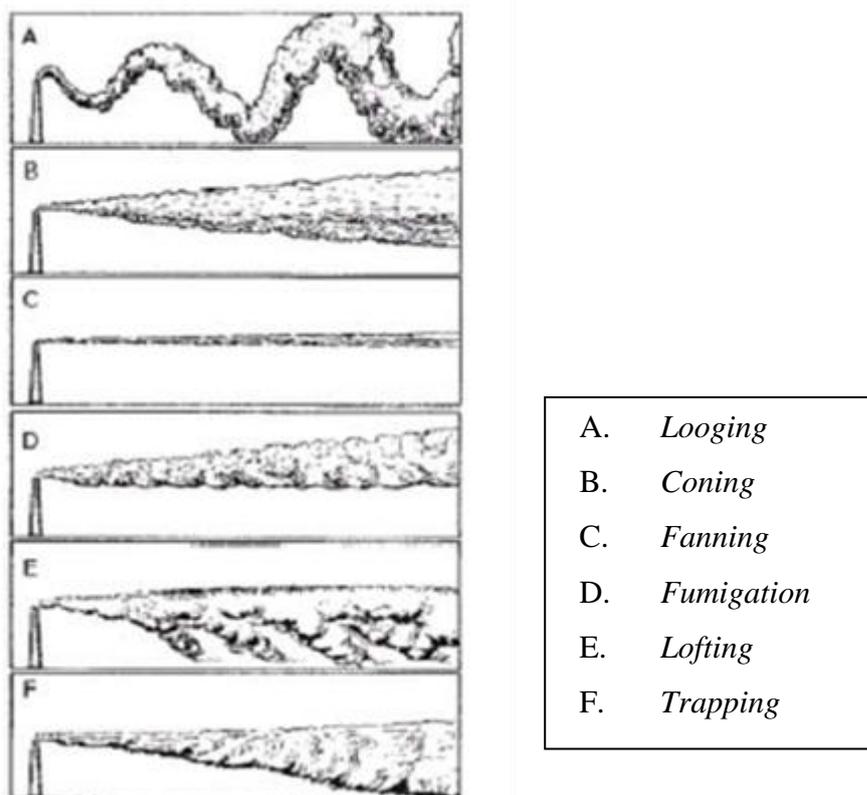


Figura 8 - Tipos de plumas

Fonte: VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008

Tabela 12 - Comprimento da rugosidade do terreno de algumas superfícies

Superfície	Comprimento da rugosidade (m)
Muito lisa (gelo)	10^{-5}
Neve	10^{-3}
Mar calmo	10^{-3}
Deserto plano	10^{-3}
Gramma baixa (3 cm)	10^{-2}
Gramma alta, pasto (60 cm)	$5 \cdot 10^{-2}$
Plantações desenvolvidas	10^{-1}
Cobertura de árvores	1
Árvores residenciais baixas	2
Centros urbanos	5 a 10

Fonte: SEINFELD, John H. *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. New York: John Wiley & sons, 1986 apud BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008. p.74.

O movimento dos ventos, por outro lado, depende da força de Coriolis, das forças de atrito e das forças que originam a pressão atmosférica. Esta é originada pela presença de regiões de alta e baixa pressão e as forças de atrito alteram a velocidade e a direção do vento com a altitude. A Figura 9 apresenta alguns perfis de velocidade do vento onde se verifica que

a mudança de velocidade com a altitude é função da ocupação do solo. O perfil torna-se mais uniforme com o decréscimo da rugosidade. (BRAGA et al., 2003)

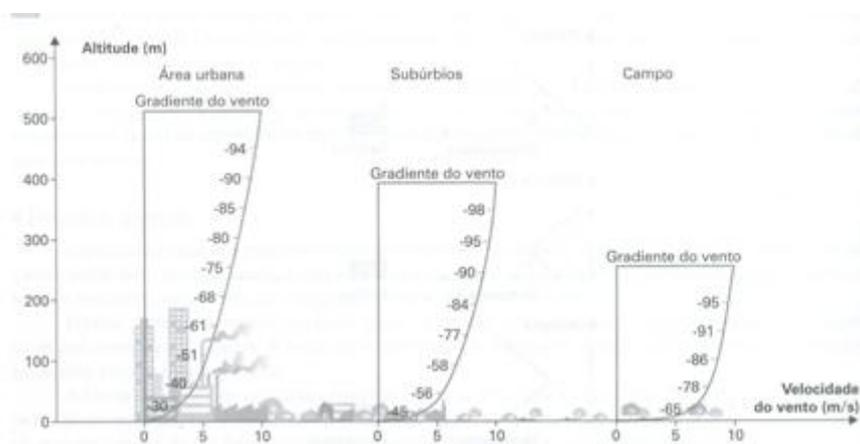


Figura 9 - Efeito da rugosidade terrestre no perfil de velocidade do vento

Fonte: ÁLVARES JUNIOR, Olímpio de Melo; LACAVA, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. *Emissões Atmosféricas*. Brasília: SENAI/DNI, 2002. 373p.

1.9.2 Modelagem na dispersão de poluentes

Os modelos de dispersão de poluentes ou de qualidade do ar são ferramentas matemáticas importantes para estimar concentrações de poluentes na atmosfera. A modelagem na dispersão de poluentes é um processo que utiliza informações meteorológicas e dados da fonte emissora e avaliam em uma região o impacto de fontes ou grupos de fontes na qualidade do ar. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

Na modelagem matemática de transporte de poluentes ou da dispersão de poluentes são avaliadas, em uma determinada região fixa do espaço, quantidades geradas ou destruídas no seu interior por processos físicos, químicos ou biológicos e também as quantidades que se deslocam, entrando e saindo da região. É um modelo matemático que utiliza como auxílio o cálculo diferencial e integral, tornando as dimensões da região infinitesimais dando origem a uma equação diferencial parcial denominada equação de transporte, relacionando a concentração de um determinado poluente com as coordenadas espaciais, com o tempo e com a concentração de outros poluentes que possam influenciar a concentração do poluente de interesse. (BRAGA et al., 2003).

Fisicamente sabe-se que a movimentação do ar é um fenômeno de maior importância para o transporte dos poluentes na atmosfera estando relacionado com a advecção originada do movimento médio do ar ao conduzir os poluentes junto com o vento médio e com a difusão

turbulenta, que dissipa os poluentes num espaço tridimensional. O que é importante enfatizar é que a descrição da circulação atmosférica da região em estudo é de grande importância na modelagem de transporte de poluentes. (BRAGA et al., 2003).

O transporte do poluente na atmosfera é originado dos movimentos verticais e horizontais das massas de ar e da turbulência da própria atmosfera. A retirada pura e simples dos poluentes ou a reconstituição dos componentes normais da atmosfera são auxiliadas pelo processo de sedimentação por causa do efeito da gravidade, pela difusão das partículas em suspensão e pelas reações químicas que ocorrem na atmosfera. (PHILIPPI JUNIOR, MALHEIROS, 2005).

1.9.3 Estudo da dispersão dos poluentes

Existem dois processos para o estudo da dispersão de poluentes: o experimental e o teórico.

No processo experimental ou físico são utilizadas réplicas reduzidas da região de interesse ou túneis de vento. Estudos sobre o efeito da ilha de calor já foram realizados através desse processo, que é de pouco uso. (BOÇON, 1998).

Os processos teóricos possuem três categorias que são o gaussiano, o numérico e o estatístico sendo cada um deles empregado de forma própria. O modelo gaussiano é o mais utilizado para o estudo da dispersão atmosférica de poluentes primários, isto é, emitidos diretamente na atmosfera e são empregados para poluentes não reativos. O modelo numérico é mais utilizado em áreas urbanas envolvendo poluentes reativos, como o ozônio. Nesse modelo é necessário um número maior de informações de entrada que no modelo gaussiano. O modelo estatístico é empregado quando o número de informações não permite o uso dos modelos gaussiano ou numérico e quando há dúvidas em relação aos processos químico e físico envolvidos nas reações. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002).

As teorias matemáticas usadas na maioria dos modelos de dispersão atmosférica são as aproximações euliana e lagrangeana. Na análise euliana, o referencial é fixo em relação à Terra e as concentrações são descritas em função da velocidade do fluido, isto é, da velocidade em pontos fixos da atmosfera. (ÁLVARES JUNIOR; LACAVA; FERNANDES, 2002). Na análise lagrangeana o sistema em estudo segue o movimento médio do fluido que nesse caso é a atmosfera.

O modelo gaussiano, cujo nome deriva da semelhança da forma da pluma com a curva de probabilidade normal ou gaussiana, é um modelo que apresenta resultados satisfatórios para simulação da qualidade do ar em uma região. Nesse modelo considera-se que sob condições meteorológicas de vento, turbulência e emissões homogêneas e estacionárias, as concentrações médias de um ponto fixo (fonte pontual) seguem uma distribuição gaussiana ou normal com pico de concentração ao longo da linha de centro da pluma, apresentam dispersões σ_y na direção horizontal e σ_z na direção vertical. (BOÇON, 1998). Na Figura 10 tem-se um modelo de pluma gaussiana.

1.9.4 Modelo Numérico Lagrangeano - Teoria Gaussiana

Os modelos matemáticos utilizados na análise da dispersão de poluentes têm como objetivo melhorar a previsão e a compreensão da dispersão turbulenta na atmosfera. (PUC – RIO; 2008).

A aproximação lagrangeana para uma difusão turbulenta está relacionada com o comportamento de uma partícula de fluido e a variação das suas propriedades. Considera-se uma partícula de fluido um volume grande ao ser comparado com dimensões moleculares, porém suficientemente pequeno para se comportar como uma partícula seguindo um fluido. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

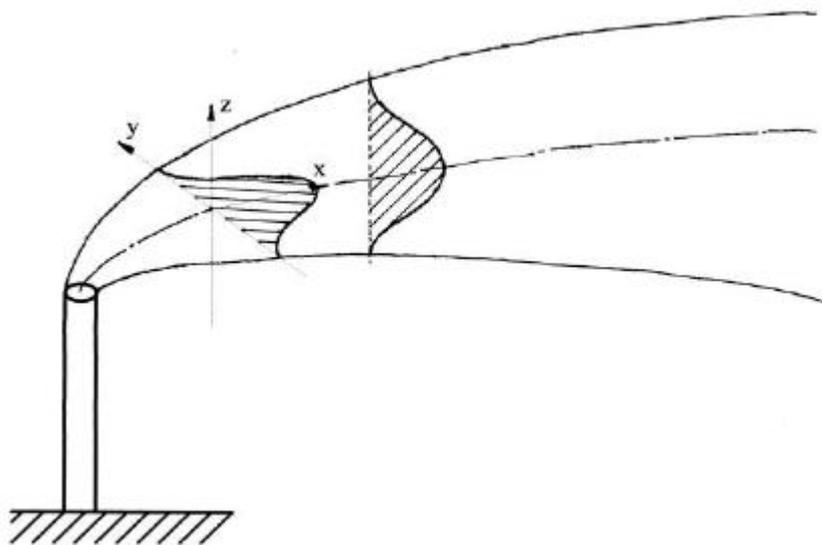


Figura 10 - Modelo de pluma gaussiana

Fonte: BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008. p.8.

O estudo da concentração média de espécies em um fluido turbulento por Seinfeld e Pandis (2006) através da teoria gaussiana resulta na Equação 1:

$$\langle c(x,t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} Q(x,t|x_o,t_o) \langle c(x_o,t_o) \rangle dx_o + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{t_o}^t Q(x,t|x',t') S(x',t') dt' dx' \quad (1).$$

O primeiro termo do segundo membro da igualdade acima representa a influência das partículas presentes no tempo t_o e o segundo termo representa a influência das partículas adicionadas entre t_o e t . A determinação de $\langle c(x,t) \rangle$ tendo-se $\langle c(x_o,t_o) \rangle$ e $S(x',t')$ depende da avaliação da probabilidade de transição $Q(x,t|x',t')$. Sendo Q conhecida para x , x' , t e t' , a concentração média $\langle c(x,t) \rangle$ poderia ser determinada pela avaliação da equação (1) porém existem duas dificuldades no uso dessa equação. A primeira é que a equação somente é mantida quando as partículas não estão submetidas a reações químicas e a segunda é que as informações das propriedades da turbulência necessárias para o conhecimento de Q somente está disponível nas situações mais simples. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

No modelo de plumas gaussianas utiliza-se a Equação 2 de plumas gaussianas, no cálculo da concentração média de poluentes emitidos por uma fonte fixa.

$$\langle c(x,y,z,t) \rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} Q(x,y,z,t|x_o,y_o,z_o,t_o) \langle c(x_o,y_o,z_o,t_o) \rangle dx_o dy_o dz_o + \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{t_o}^t Q(x,y,z,t|x',y',z',t') x S(x',y',z',t') dt' dx' dy' dz', \quad (2)$$

onde Q é a probabilidade de transição e informa a probabilidade de que uma partícula na posição r' no tempo t' deslocar-se para a posição r no tempo t , onde $t > t'$. (BOÇON, 1998). S é a distribuição espaço-temporal das fontes de partículas, isto é, número de partículas por unidade de volume por unidade de tempo. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

O modelo gaussiano é a solução da equação de transporte e difusão na atmosfera considerando-se que o vento e o coeficiente de difusão turbulenta são constantes com a altura. Para soluções reais, são utilizados os parâmetros empíricos “sigmas” que podem ser:

1. Estacionários (independentes do tempo e chamados “modelos pluma”) e
2. Dependentes do tempo (os chamados modelos “puff”). (MOREIRA; TIRABASSI, 2004).

Sabe-se que em condições de fonte estacionária e turbulência homogênea, Q tem a forma gaussiana. No caso em que o vento médio está na direção do eixo x , isto é, $u \neq 0$ e $v = \omega = 0$ e um domínio infinito, Q tem a forma exibida na Equação 3.

$$Q(x, y, z, t \mid x', y', z', t') = \frac{1}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{(x - x' - \bar{u}(t - t'))^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y - y')^2}{2\sigma_y^2} - \frac{(z - z')^2}{2\sigma_z^2}\right) \quad (3)$$

onde σ_x^2, σ_y^2 e σ_z^2 são funções do intervalo de tempo $(t - t')$. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

Considerando-se uma situação em que $z=0$, isto é, considerando a presença da Terra, devido a barreira de difusão para $z=0$, é preciso alterar a dependência de z em Q , ou seja, para esta situação o domínio não é mais infinito. Separando-se esta dependência na equação acima, tem-se a Equação 4. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$Q(x, y, z, t \mid x', y', z', t') = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left(-\frac{(x - x' - \bar{u}(t - t'))^2}{2\sigma_x^2} - \frac{(y - y')^2}{2\sigma_y^2}\right) Q_z(z, t \mid z', t') \quad (4)$$

Pode - se ter duas situações na determinação de Q_z para o descrito na Equação 4:

1ª) Em relação ao limite superior

a) $0 \leq z \leq \infty$

b) $0 \leq z \leq H$ sem difusão ao longo do eixo $z=H$ (isto é, camada de inversão).

2ª) Um tipo de interação entre o material de difusão e a superfície:

a) com reflexão total

b) com absorção total

Considerando o domínio vertical sendo $0 \leq z \leq \infty$ e uma reflexão total em $z=0$, ou seja, na presença da superfície terrestre, o resultado pode ser considerado a adição de uma concentração resultante de uma fonte hipotética em $z=-z'$ e outra fonte $z=z'$ na região $z \geq 0$ e Q_z toma a forma da Equação 5. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$Q_z(z, t \mid z', t') = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{(z - z')^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + z')^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (5)$$

Considerando o domínio vertical sendo $0 \leq z \leq \infty$ e uma absorção total em $z=0$, se a Terra é um absorvedor perfeito ou ideal, a concentração em $z=0$ é zero. A forma de Q_z pode ser obtida pelo mesmo processo de uma fonte imagem para $-z'$. Há uma alteração a ser feita que é a subtração da distribuição da fonte para $-z'$ da distribuição da fonte para $+z'$, tendo-se como resultado a Equação 6. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$Q_z(z, t \mid z', t') = \frac{1}{(2\pi)^{1/2} \sigma_z} \left[\exp\left(-\frac{(z - z')^2}{2\sigma_z^2}\right) - \exp\left(-\frac{(z + z')^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (6)$$

Analisando-se a situação de uma fonte pontual contínua de potência q e altura h sobre a superfície da Terra, com reflexão total, a concentração média é dada pela Equação 7:

$$\langle c(x, y, z) \rangle = \lim_{t \rightarrow \infty} \int_0^t \frac{q}{(2\pi)^{2/3} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{(x - \bar{u}t')}{2\sigma_x^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) x \left[\exp\left(-\frac{(z - h)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \right.$$

$$+ \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) dt. \quad (7)$$

Usualmente, a situação de interesse é a de pequenas plumas de modo que a integral será calculada para o limite $\sigma_x \rightarrow 0$, cujo resultado é a Equação 8. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$\langle c(x, y, z) \rangle = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) x \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (8)$$

Para uma superfície totalmente absorvedora em $z=0$, obtém-se Equação 9. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$\langle c(x, y, z) \rangle = \frac{q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) x \left[\exp\left(-\frac{(z-h)^2}{2\sigma_z^2}\right) - \exp\left(-\frac{(z+h)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \quad (9)$$

1.9.5 Relação Modelos Gaussianos / Parâmetros de Dispersão

Segundo Seinfeld e Pandis (2006), a concentração média resultante de liberações de fontes fixas pode ser determinada através de vários modelos gaussianos, entretanto as condições para que as equações de plumas gaussianas sejam válidas é bastante idealizada. Com relação a situações reais, considera-se que nem sempre seja aplicável. Pelo fato de ser de grande simplicidade a equação de plumas gaussianas tem sido muito utilizada e a justificativa para sua aplicação é que os parâmetros de dispersão σ_y e σ_z usados são obtidos a partir de medidas de concentrações de dispersão atmosférica de situações reais. Na falta de dados meteorológicos locais, a parametrização deve ser feita a partir de valores disponíveis na literatura.

Pasquill apud Vidal (2008) sugeriu uma definição alternativa para os coeficientes de dispersão através da Teoria Estatística de Taylor, para criar parâmetros em termos de quantidades eurlianas. Essas representações de Pasquill, adotadas por Drasler, American Meteorological Society e Irwin (in: Seinfeld & Pandis, 1998) têm a forma das Equações 10 e 11:

$$\sigma_y = \sigma_v \cdot t \cdot F_y \quad (10)$$

$$\sigma_z = \sigma_w \cdot t \cdot F_z, \quad (11)$$

onde σ_y e σ_w são os desvios-padrão das flutuações de velocidade do vento nas direções y e z, respectivamente; F_y e F_z são funções universais de um conjunto de parâmetros que especificam as características da CLP, tendo suas formas exatas determinadas a partir de valores experimentais. Esses valores experimentais são a velocidade de fricção u^* , o comprimento L de Monin-Obukhov, o parâmetro f de Coriolis; e profundidade da camada de mistura z_i , a escala de velocidade convectiva w^* , a rugosidade da superfície z_o e a altura h de liberação do poluente acima do solo.

O comprimento de Monin-Obukhov L é dado pela correlação $L^{-1} = a + b \log z_o$, onde os parâmetros a e b dependem da classe de estabilidade como mostra a Tabela 13, z_o é uma medida da rugosidade do terreno e fisicamente representa os tamanhos dos vórtices turbulentos na superfície. (BOÇON, 1998).

Tabela 13 – Relação entre as classes de estabilidade de Pasquill e os coeficientes da correlação do comprimento de Monin – Obukhov

Estabilidade	Coeficientes	
	a	b
A	- 0,096	0,029
B	- 0,037	0,029
C	- 0,002	0,018
D	0	0
E	0,004	- 0,018
F	0,035	- 0,036

Fonte: BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p.72.

A Tabela 14 apresenta valores da rugosidade do terreno para algumas superfícies. Em relação a σ_y e σ_z , tem-se mais conhecimento sobre σ_y . Isso ocorre porque na maior parte dos experimentos, a dedução de σ_y e σ_z está associada a medidas ao nível do solo. Essas medições fornecem uma indicação adequada para σ_y , considerando que distribuições de concentração vertical são necessárias para determinar σ_z . A expressão gaussiana para distribuição de concentração vertical não é obedecida para lançamentos ao nível do solo. A adaptação de uma medida de distribuição vertical (eixo z) para a forma gaussiana é considerada mais difícil que para a distribuição horizontal onde a simetria lateral e a aproximação gaussiana são boas suposições. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

Tabela 14 - Comprimento da rugosidade do terreno de algumas superfícies

Superfície	Comprimento da rugosidade (m)
Muito lisa (gelo)	10^{-5}
Neve	10^{-3}
Mar calmo	10^{-3}
Deserto plano	10^{-3}
Gramma baixa (3 cm)	10^{-2}
Gramma alta, pasto (60 cm)	$5 \cdot 10^{-2}$
Plantações desenvolvidas	10^{-1}
Cobertura de árvores	1
Árvores residenciais baixas	2
Centros urbanos	5 a 10

Fonte: SEINFELD, John H. *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. New York: John Wiley & sons, 1986 apud BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008. p.74.

A Figura 11 mostra a relação entre o comprimento de Monin – Obukhov, a rugosidade do terreno e as classes de estabilidade de Pasquill.

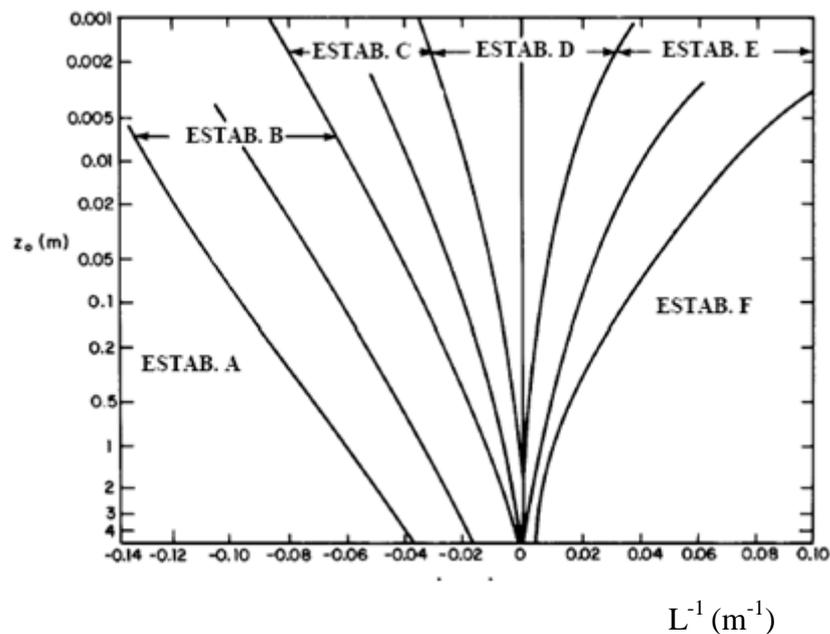


Figura 11 - Relação entre o comprimento de Monin – Obukhov L , a rugosidade do terreno z_0 e as classes de estabilidade de Pasquill

Fonte: BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. p.73.

1.9.6 Classes de Estabilidade de Pasquill

Baseando-se nas classes de estabilidade de Pasquill, Guiford (1961) desenvolveu as correlações para σ_y e σ_z mais usadas. Essas correlações são conhecidas como curvas de Pasquill - Guiford e são mostradas nas Figuras 12 e 13.

É considerado mais conveniente o uso de expressões analíticas de σ_y e σ_z como funções de x em fórmulas de dispersão. Equações determinadas empiricamente podem ser representadas por expressões em leis de potência da forma das Equações 12 e 13.

$$\sigma_y = R_y \cdot x^{r_y} \quad (12)$$

$$\sigma_z = R_z \cdot x^{r_z} \quad (13)$$

onde R_y , R_z , r_y e r_z dependem da classe de estabilidade e do tempo médio. A Tabela 14 apresenta os coeficientes de dispersão comumente usados. Sendo a correlação de σ_y para os coeficientes de Pasquill - Guiford dada pela equação acima, para σ_z é necessária uma relação, com os parâmetros I_z , J_z e K_z , da forma: :

$$\sigma_z = \exp[I_z + J_z \ln x + K_z (\ln x)^2] \quad (14)$$

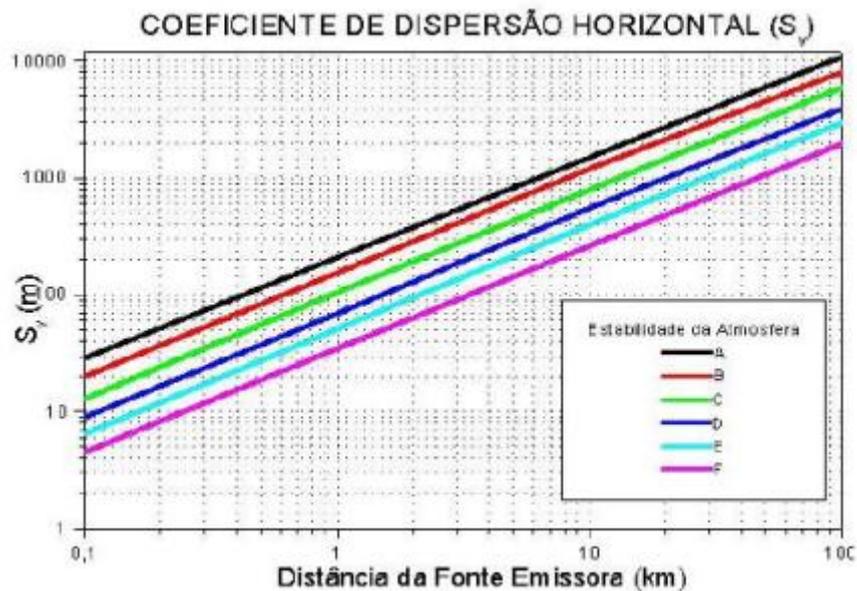


Figura 12 - Coeficiente de dispersão horizontal σ_y (m)

Fonte: SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physic*. USA:Jonh Wiley & Sons, 1998 apud VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008. p.38.

Na Tabela 14 também é fornecido σ_y na forma acima, através da Equação 15, para a

correlação Pasquill - Guiford . Os três conjuntos de coeficientes nesta tabela são baseados em dados diferentes. Ao se escolher um conjunto para uma determinada aplicação, deve-se ter o cuidado de usar o conjunto que mais representa a situação de interesse. (SEINFELD; PANDIS, 2006).

$$\sigma_y(x) = \exp[I_y + J_y \ln x + K_y (\ln x)^2]. \quad (15)$$

Tabela 14 – Coeficientes dos parâmetros das correlações nas dispersões de plumas gaussianas relacionados com o tempo médio e as classes de estabilidade atmosférica*

Fonte	Tempo Médio (min)	Coef.	Classe de Estabilidade					
			A	B	C	D	E	F
Pasquill-Gifford (Turner, 1969; Martin, 1976)	10	R_y	0,443	0,324	0,216	0,141	0,105	0,071
		r_y	0,94	0,894	0,894	0,894	0,894	0,894
ASME (1973)	60	R_y	0,40	0,36		0,32		0,31
		r_y	0,91	0,86		0,78		0,71
		R_z	0,40	0,33		0,22		0,06
		r_z	0,91	0,86		0,78		0,71
Klug (1969)	10	R_y	0,469	0,306	0,230	0,219	0,237	0,273
		r_y	0,903	0,885	0,855	0,764	0,691	0,594
		R_z	0,017	0,072	0,076	0,140	0,217	0,262
		r_z	1,380	1,021	0,879	0,727	0,610	0,500
Pasquill-Gifford (Turner, 1969)	10	I_y	-1,104	-1,634	-2,054	-2,555	-2,754	-3,143
		J_y	0,9878	1,0350	1,0231	1,0423	1,0106	1,0148
		K_y	-0,0076	-0,0096	-0,0076	-0,0087	-0,0064	-0,0070
		I_z	4,679	-1,999	-2,341	-3,186	-3,783	-4,490
		J_z	-1,7172	0,8752	0,9477	1,1737	1,3010	1,4024
		K_z	0,2770	0,0136	-0,0020	-0,0316	-0,0450	-0,0540

*Aplicação restrita para não exceder a distância a favor do vento em 10 km.

Fonte: SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. Hoboken, N. J.: Wiley – Interscience, 2006. 1203 p. p.866.

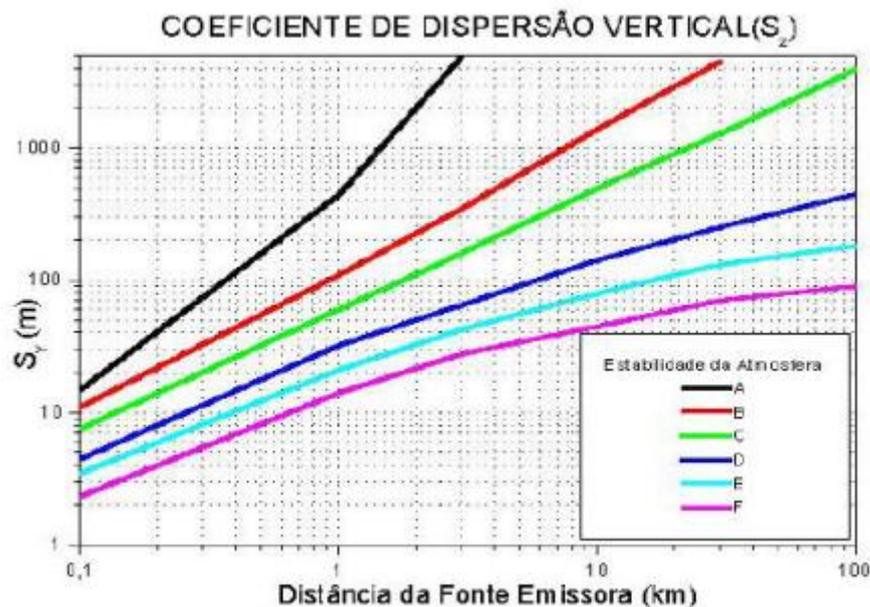


Figura 13 - Coeficiente de dispersão vertical σ_z (m)

Fonte: SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physics*. USA:Jonh Wiley & Sons, 1998 apud VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008. p.39.

2 METODOLOGIA

2.1 A localidade de estudo

O município de Niterói está situado na Região Metropolitana do estado do Rio de Janeiro, sendo atravessado pela BR 101, importante artéria rodoviária que liga as regiões Sul e Nordeste do país, pelo litoral. Outras rodovias importantes cruzam o município, conforme apresentado na Figura 14.



Figura 14 - Mapa de Niterói e rodovias que cruzam o município

Fonte: NITERÓI - histórico. Disponível em:

<<http://www.cide.rj.gov.br/Cidinho/pages/municipios/asp>>. Acesso em 06 abr. 2008.

O município ocupa uma área de 134,5 km², com clima tropical litorâneo, e temperatura média anual de 23,3 °C. A média do mês mais frio é 21,8°C e a do mais quente 26,1 °C. A precipitação pluviométrica anual é, em média, 1200 mm. (NITEROI – Wikipedia – 2008).

Niterói limita-se ao Norte como município de São Gonçalo, ao Sul com o Oceano Atlântico, ao Leste com o município de Maricá e ao Oeste é banhado pela baía de Guanabara. Seu relevo é formado por terrenos cristalinos, apresentando maciços e colinas costeiras. Os maciços localizam-se mais a sudoeste e compõem as Serras do Malheiro, do Calaboca e da Tiririca. As planícies costeiras são formadas de sedimentos localizados sendo a mais extensa a que ocupa a área das lagoas de Itaipu e Piratininga. Em relação à vegetação, a cobertura vegetal original era a Mata Atlântica, muito pouco preservada atualmente. Uma exceção é a Serra da Tiririca, no Parque Estadual da Serra da Tiririca. Existem, ainda, áreas de mangue e vegetação de restinga. (NITEROI- Wikipedia, 2008).

No século XVI, os portugueses auxiliados pelos índios tupiminós, comandados por Araribóia, expulsaram os franceses da região onde atualmente é a cidade de Niterói. Pelo serviço prestado, Araribóia e sua tribo instalaram-se no local e fundaram a aldeia de São Lourenço, que cresceu desenvolvendo pequenas roças de milho e de mandioca e uma simples indústria de cerâmica. Também neste século, devido a proximidade do Rio de Janeiro e da Baía de Guanabara, surgiram povoações em Icaraí, São Gonçalo, São Francisco, Itaipu, Praia Grande e outras, com a ampliação de pequenas indústrias e lavouras em propriedades dessas povoações, enquanto a aldeia de São Lourenço entrava em decadência. No século XVII, São Gonçalo e São João Batista de Icaraí foram transformadas em freguesia assim como São Sebastião de Itaipu, no século XVIII. Neste século o crescimento econômico da região deveu-se às fazendas, aos engenhos de açúcar e aguardente, a lavoura de cereais, mandioca, legumes e frutas. Como conseqüência ocorreu um aumento do movimento no litoral devido ao comércio e transporte de gêneros e passageiros incluindo-se aí a ligação marítima com o Rio de Janeiro. Foi no século XIX, com a chegada da corte portuguesa no Brasil, que ocorreu o auge das freguesias do recôncavo principalmente a de São João de Icaraí. (NITERÓI - histórico, 2008).

Niterói, que em tupi-guarani significa região de águas escondidas, teve como primeira atividade econômica a indústria naval. Em, 1834 tornou-se capital da Província do Rio de Janeiro, o que acarretou desenvolvimentos urbanos destacando-se a barca a vapor, iluminação pública a óleo de baleia, abastecimento de água e novos meios de transporte ligando a cidade ao interior do estado. (NITEROI - Wikipedia, 2008).

A revolta da armada, em 1893, causou danos à cidade e desta data até 1903, com a transferência da sede para Petrópolis, houve prejuízo das atividades produtivas. A partir de 1903 até 1975, Niterói voltou a ser a capital do estado fluminense com novos impulsos na modernização da cidade com a construção de praças, parques, deques, estação hidroviária, rede de esgotos, alargamento de ruas e principais avenidas. Na história recente de Niterói o marco mais importante para o seu crescimento econômico foi a Ponte Presidente Costa e Silva, inaugurada em 1974. Grandes modificações ocorreram no redirecionamento de investimentos públicos, na especulação imobiliária, na infra-estrutura e ocupação de bairros da Região Oceânica. Em 1975, com a fusão dos estados da Guanabara e Rio de Janeiro, Niterói deixou de ser a capital do estado fluminense. Atualmente é a segunda cidade de maior importância do estado do Rio de Janeiro e de acordo com relatório divulgado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) a cidade apresentou, no ano 2000, o

terceiro mais elevado Índice de Desenvolvimento Humano do País (0,0902-PNUD/2007), de acordo com padrões da ONU. (PNUD apud NITEROI - Wikipedia, 2008).

O município está dividido em cinco regiões de planejamento que são as Regiões das Praias da Baía, Norte, Pendotiba, Leste e Oceânica, por sua vez distribuídas em 52 bairros, como é mostrado na Figura 15. (NITEROI, 2008, a).



Figura 15 - Regiões de planejamento de Niterói

Fonte: NITERÓI (RJ). Secretaria de Urbanismo e Controle Urbano. Núcleo de Geotecnologias do Departamento de Urbanismo, 2008. Niterói, 2008, b. Disponível em <http://urbanismo.niteroi.rj.gov.br>. Acesso em: 06 abr. 2008.

2.2 A área de estudo: o Aterro Controlado do Morro do Céu (ACMC)

Data do final de 1983 a utilização da região do Morro do Céu, em Niterói, Rio de Janeiro, para vazamento do lixo da cidade. Anteriormente até 1981, o lixão do bairro adjacente de Viçoso Jardim era utilizado com esse fim. Com o seu fechamento, o lixo passou a ir para o aterro controlado de Gramacho, em Duque de Caxias, Rio de Janeiro, o que era de alto custo para os cofres públicos do município de Niterói. Naquele ano, todo o lixo da cidade passou a ser jogado na região do Morro do Céu, sem tratamento. A área localizava-se no alto de um morro, dentro de um vale. (DIB – FERREIRA; NASCIMENTO, 2001).

Em relação ao relevo e a geologia originais, a região do Morro do Céu está localizada em uma área dominada por colinas, que dão à região um modelado suavemente ondulado,

apresentando altitudes modestas de 200 a 300 m, fazendo parte da encosta interna do maciço cristalino de Niterói. Originalmente a área caracterizava-se pela presença de vales com declividade acentuada. A sua cobertura vegetal inicial estava inserida dentro do domínio da Mata Atlântica. (SISINNO apud DIB – FERREIRA; NASCIMENTO, 2001).

A cobertura vegetal atual, já muito danificada pelo aumento da área de utilização do aterro, é composta de vegetação do tipo capoeirão, sendo uma floresta secundária bem desenvolvida, tendo aspecto de mata virgem, de altura mediana a alta. (SISINNO apud DIB – FERREIRA; NASCIMENTO, 2001).

No que se refere à hidrologia, a região apresenta mananciais; nascentes e córregos que são influenciados diretamente ou indiretamente pelo lixão e se unem formando o rio Sapê. Uma das nascentes é a do rio Mata Paca, contribuinte da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, que deságua na área do manguezal de Guapimirim, em São Gonçalo. (SISINNO apud DIB – FERREIRA; NASCIMENTO, 2001).

Nos aspectos relativos ao saneamento básico e a urbanização, a região passou a ter água encanada com exceção das proximidades de Ititioca onde não há força para a água chegar até as casas e há a utilização de bomba de água para tal. Não existe rede de esgoto e poucas ruas são asfaltadas excluindo-se a rua principal que liga os bairros de Caramujo e Ititioca. O odor exalado das montanhas de lixo atinge comunidades distantes do local. (DIB – FERREIRA; NASCIMENTO, 2001).

Próximo ao Aterro Controlado do Morro do Céu encontra-se um núcleo populacional, do qual faz parte o loteamento Jardim Paulista. A rua A deste loteamento começa a cerca de 65 m do muro de contenção que limita o aterro. Os moradores dessa rua são prejudicados com essa aproximação em relação à queda da sua qualidade de vida, desvalorização dos domicílios, embates com os catadores de lixo e discriminação pelo fato de residirem próximo a uma região de despejo de lixo. (SISINNO; OLIVEIRA, 2001).

A Companhia de Limpeza Urbana de Niterói (CLIN) é a responsável pela operação no local. O processo tem início na pesagem dos caminhões coletores na balança, localizada no alto da área de depósito, que depois descem até a praça de operação, onde ocorre o despejo do lixo. Nesse momento, os catadores de lixo atuam rapidamente, ao mesmo tempo em que os tratores de esteira empurram, espalham e compactam o lixo, que é então coberto de maneira não muito regular, pois o material para cobertura é retirado de áreas próximas, através de desmontes e cortes na encostas. (SISINNO, 2002).

Como as vias de acesso dos caminhões coletores ao local de despejo do lixo não são asfaltadas, há a liberação de muita poeira e conseqüente aumento de poluição ambiental. A

decomposição de matéria orgânica que se encontra no lixo é responsável por odores desagradáveis no local e em regiões vizinhas. Também causam poluição auditiva os equipamentos usados nas atividades de operação do aterro. O chorume produzido no aterro contamina as águas do rio Mata-Paca. (SISINNO, 2002).

A Figura 16 mostra o ACMC e o seu entorno.



Figura 16 - O Aterro Controlado do Morro de Céu e seu entorno

Fonte GOOGLE EARTH. Disponível em http://maps.google.com.br/maps?utm_campaign=pt_BR&utm_source=pt_BR-ha-latam-br-bk-gm&utm_medium=ha&utm_term=google%20maps

Na Figura 17 pode-se observar a localização do ACMC no Município de Niterói.



Figura 17 - Localização do Aterro Controlado do Morro do Céu em Niterói

Fonte: SISINNO, Cristina L. S.; MOREIRA, Josino Costa. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 12, n° 4, 1996.

2.3 Software utilizado

O ISC-AERMOD VIEW é um modelo de dispersão atmosférica que incorpora os modelos desenvolvidos pela agência ambiental dos EUA (US EPA), tais como o ISCST3, ISC-PRIME E O AERMOD, dentro de uma mesma interface, sem alteração nas sub-rotinas originais. As interfaces originais estão disponíveis na Home Page da US EPA, na linguagem FORTRAN, sendo de difícil utilização, tanto na entrada dos dados como no tratamento dos resultados. O ISC-AERMOD VIEW é uma interface gráfica para a plataforma Windows que facilita o uso do modelo, tendo sido desenvolvido pela empresa Lakes Environment. A versão empregada neste trabalho é a 5.4.0 adquirida pela empresa Peugeot Citroen e doada à UERJ.

A atual versão possui as seguintes funcionalidades:

- Interface gráfica intuitiva que possibilita várias formas de apresentação dos resultados;
- Entrada de objetos de forma gráfica, como fontes, receptores e edificações;
- Importação de mapas em diversos formatos, tais como USGS DEM, GTOPO30 DEM, UK DTM, UK NTF, XYZ Files, CDED 1-degree, AutoCAD DXF;
- Saída de resultados no formato tridimensional, para um melhor entendimento do formato e alcance da pluma;
- Suporte ao processamento de dados meteorológicos nos mais diversos formatos;

- Comparação entre os diversos modelos disponíveis;
Em especial o modelo ISCST3 é capaz das seguintes funcionalidades:
- Modelagem de poluentes primários sendo liberados de forma contínua pelas fontes;
- Manipulação de múltiplas fontes, incluindo pontuais, volumétricas, de área e fontes em linha, como por exemplo, uma rodovia;
- As fontes podem ser tratadas de forma constante, ou variar por mês, estação do ano, hora do dia ou qualquer outro período desejado;
- Incorpora efeitos aerodinâmicos em função da presença de edificações nas proximidades das fontes;
- Incorpora efeitos de remoção de poluentes, seja por via seca ou úmida;
- Os receptores podem ser adicionados em posições definidas, na forma de uma grade cartesiana ou coordenadas polares;
- Os resultados podem ser expressos na forma de concentração, fluxo de deposição total, fluxo de deposição seca e úmida.

Todos os dados de entrada e saída da modelagem estão descritos no Apêndice I.

2.4 Modelo gaussiano de dispersão de plumas

O modelo gaussiano de dispersão de plumas tem como premissas:

- A estabilidade da atmosfera é uniforme na região de estudo;
- A diluição vertical e horizontal pode ser descrita por uma curva gaussiana;
- A liberação dos poluentes é feita a uma altura equivalente a altura da chaminé mais a elevação da pluma;
- O grau de diluição do poluente é inversamente proporcional a velocidade do vento;
- O poluente ao atingir o solo é refletido de volta para a atmosfera, não sofrendo interação.

O esquema do modelo gaussiano de dispersão de plumas está indicado na Figura 18.

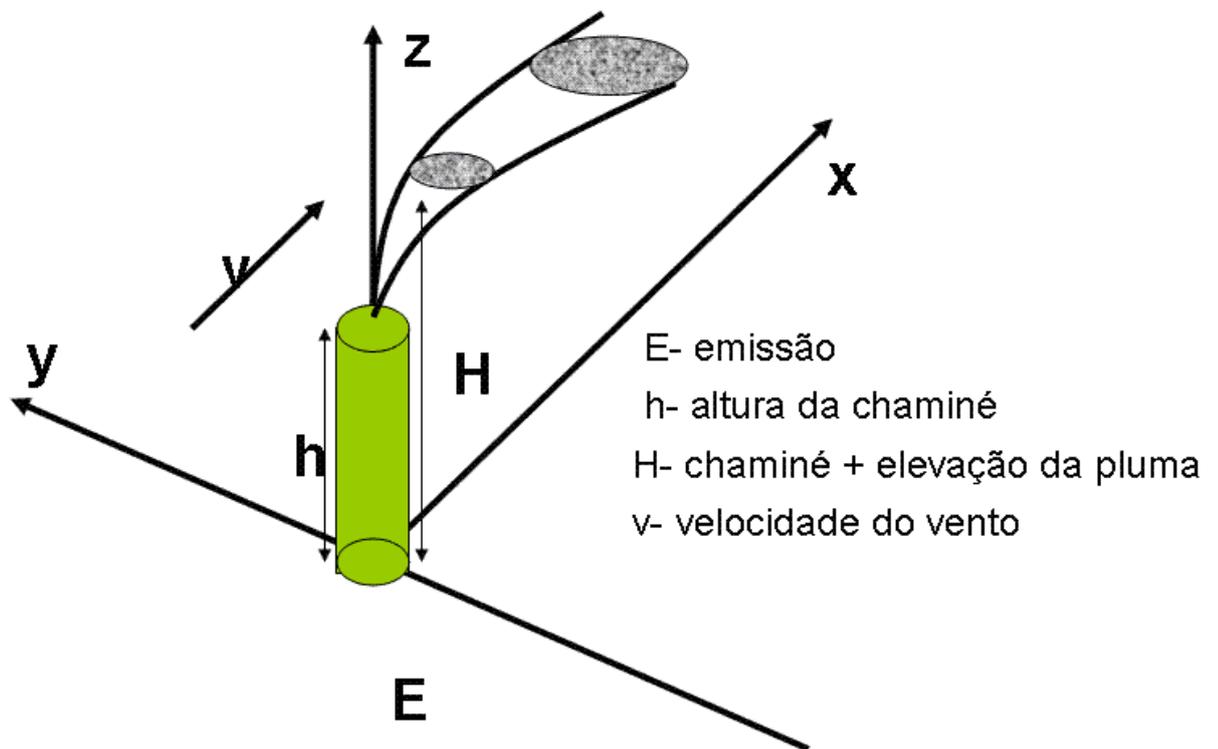


Figura 18 - Modelo gaussiano de dispersão de plumas

Fonte: CORRÊA, S. M. *Poluição atmosférica*. Rio de Janeiro: 2004, 250 transparências: colorido.

A concentração no ponto de amostragem, para este modelo, é dada pela equação (16).

$$C = \frac{E}{\pi \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z \cdot u} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{H}{\sigma_z}\right)^2\right] \quad (16)$$

onde:

C – concentração do poluente em g m^{-3} ;

E – taxa de emissão do poluente em g s^{-1} ;

σ_y – desvio horizontal da pluma em m;

σ_z – desvio vertical da pluma em m;

u – velocidade do vento em m s^{-1} ;

x, y, z – distâncias em m;

h – altura da chaminé em m;

ΔH – elevação da pluma em m e

H – altura da chaminé + elevação da pluma em m.

2.5 Algoritmo para o uso do modelo gaussiano

- Determinar as coordenadas cartesianas do ponto onde se deseja descobrir a concentração do contaminante.
- Verificar qual a classe de estabilidade atmosférica, baseando-se nas condições meteorológicas.
- Calcular a velocidade do vento na altura do topo da chaminé.
- Calcular a altura efetiva de lançamento.
- Determinar o valor dos parâmetros σ_y e σ_z (abertura da pluma perpendicular e paralela ao solo)
- Calcular a concentração de contaminante no ponto de interesse.

2.6 Dados meteorológicos de entrada

Os dados meteorológicos de entrada foram captados na Estação Meteorológica automática A605, em Niterói, localizada no campus da UFF, de latitude $-22,9063^\circ$, longitude $-43,1333^\circ$ e altitude 13 m .

Obtiveram-se valores diários e horários de temperatura instantânea, máxima e mínima, em $^\circ\text{C}$; umidade instantânea, máxima e mínima, em %; o ponto de orvalho instantâneo, máximo e mínimo, em %; pressão atmosférica instantânea, máxima e mínima, em hPa; velocidade (m s^{-1}), direção e rajadas de vento e radiação solar em kJ m^{-2} no período 01/01/07 a 31/12/07, num total de 8760 h.

Foi pré - processado um arquivo meteorológico AERMET para o uso do ISCST3, com base nos dados coletados pela torre meteorológica no período considerado.

2.7 Relevô

O levantamento topográfico em torno do aterro foi obtido a partir do endereço eletrônico Google Earth que indica as coordenadas cartesianas e a altitude da região.

Assumindo ter-se um paralelogramo, as coordenadas cartesianas são:

- Quina Noroeste: $22^\circ53'25,81''\text{S}$ e $43^\circ04'29,63''\text{O}$, altitude de 146 m.

- Quina Nordeste: 22°53'24,16"S e 43°04'13,93"O, altitude de 128 m.
- Quina Sudoeste: 22°53'35,71"S e 43°04'28,42"O, altitude de 119 m.
- Quina Sudeste: 22°53'33,29"S e 43°53'33,29"S, altitude de 112 m.

A largura (Leste a Oeste) é de 447 m e a altura (Norte a Sul) de 332 m.

Na imagem fornecida pelo Google Earth é possível mover o mouse por cima da malha apresentada pelo programa e ir anotando as altitudes, montando-se então uma matriz com as posições x e y e as respectivas alturas h.

2.8 Datas e intervalos de amostragem

Foram realizadas seis coletas de amostras, três no dia 30/05/09 e três no dia 31/05/09, uma em cada ponto de amostragem, em um intervalo de tempo de 20 min para permitir verificar o incremento de concentração dentro do tanque de amostragem com o tempo. Este tempo foi determinado em 12 amostras preliminares, de modo que permitisse o deslocamento do experimentador entre dois pontos de amostragem e um menor tempo de sua permanência no aterro. Pode-se ver o incremento da concentração dentro do recipiente, com o tempo, tendo-se a taxa de emissão no formato necessário ao ISCST3 ($\text{mg s}^{-1} \text{m}^{-2}$).

2.9 Posicionamento dos pontos de amostragem

Foram escolhidos seis pontos de amostragem ao redor do ACMC (Figuras 19, 20 e 21) e para se verificar a variabilidade das emissões ao longo do aterro fez-se uma amostragem em cada ponto. Estes pontos foram escolhidos em função da disponibilidade de acesso e estavam distantes um do outro ao menos 200 m. Evitou-se fazer a amostragem em regiões onde recentemente tivesse havido depósito de lixo ou onde existissem poças.



Figura 19 - Foto 1 de ponto de amostragem realizada no ACMC.



Figura 20 - Foto 2 de ponto de amostragem realizada no ACMC.



Figura 21 - Foto 3 de ponto de amostragem realizada no ACMC.

Antes da escolha dos pontos de amostragens foram realizadas 12 amostragens preliminares no ACMC, variando-se a vazão e o tempo, até se chegar ao menor tempo possível que permitisse coletar material suficiente para as análises cromatográficas. Este menor tempo possível foi selecionado devido a dificuldade de acesso ao local, tanto em função da insalubridade, como por ser uma área de segurança precária, em parte dominada pelo tráfico de drogas.

2.10 Método de amostragem

Utilizou - se o método da câmara de fluxo e segundo Cooper e Reinhart (1992) é o mais apropriado, pois apresenta maior exatidão, simplicidade e flexibilidade do que outros, sendo um processo que passou por provas de validação em aterros de resíduos sólidos urbanos.

Uma câmara de fluxo realiza medidas de taxas de fluxo diretamente do solo ou em superfícies como de aterros de resíduos sólidos urbanos. O procedimento consiste em colocar uma câmara fechada na superfície representativa da fonte de emissão. Um fluxo de ar controlado, limpo e seco varre continuamente a câmara e se mistura com as emissões, indo para fora através da saída da câmara. As concentrações são medidas no gás de saída e usadas para determinar as taxas de emissão das espécies. (COOPER; REINHART, 1992).

No caso do APMC utilizou –se uma câmara de fluxo de PVC (Figura 22), com as características indicadas na Tabela 15, cuja boca foi emborcada no solo por 5 cm e empregada em conjunto com um sistema de coleta de amostras do gás do solo, para pesquisa, através de uma válvula posicionada no fundo. As dimensões dessa câmara de fluxo estão de acordo com os valores mencionados em Cooper e Reinhart, 1992, p. 28.

Tabela 15 - Dimensões da câmara de fluxo utilizada nas amostragens do APMC

Geometria	Volume (L)	Área (m ²)	Diâmetro (cm)	Altura (cm)	Razão área/volume
Cilíndrica	30	0,1256	40	24	4,2

As amostras foram coletadas empregando-se uma bomba de ar operada a bateria da marca SKC, modelo PCRX4 (Figura 23), a uma vazão de 500 mL min⁻¹ por um período de 10 min. Utilizou –se cartuchos de carvão ativo de leito duplo (400/200 mg) da marca SKC (224-09) (Figura 24) como meio de amostragem, realizando – se o preparo com diclorometano. Os cartuchos amostrados foram selados, protegidos da luz por papel alumínio e transportados ao laboratório.

Durante a amostragem foram coletados dados adicionais, como temperatura ambiente, pressão, direção e intensidade do vento, umidade relativa e luminosidade, utilizando-se um medidor portátil Thal-300 (Figura 25).



Figura 22 - Foto da câmara de fluxo utilizada nas amostragens do APMC



Figura 23 - Foto da bomba de ar operada a bateria SKC, modelo PCRX4

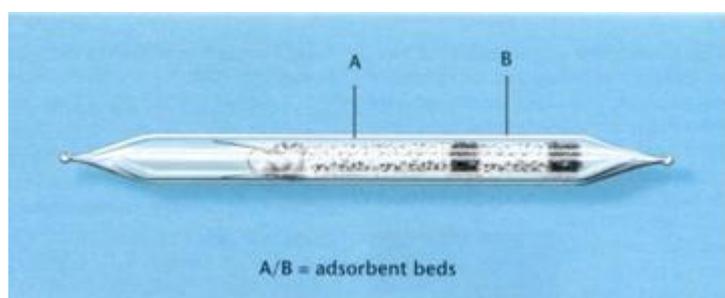


Figura 24 - Foto do cartucho de carvão ativo de leito duplo SKC (224-09)



Figura 25 - Foto do medidor portátil Thal

2.11 Análise cromatográfica

As análises químicas foram realizadas em um cromatógrafo de fase gasosa da marca Agilent, modelo 6890, usando-se uma coluna capilar HP-1, de 30 m de comprimento, 0,32

mm de espessura e 0,25 μm de filme. Na fase móvel foi empregado o hélio a $1,2 \text{ mL min}^{-1}$, volume de injeção de $1 \mu\text{L}$ sem divisão de amostra, injetor a $200 \text{ }^\circ\text{C}$ e detector de ionização de chama a $250 \text{ }^\circ\text{C}$. A programação de temperatura da coluna foi de $40 \text{ }^\circ\text{C}$ por 4 min, seguido de rampa de aquecimento de $10 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ até $220 \text{ }^\circ\text{C}$.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Resultados meteorológicos

No ISCST3 é necessário que se tenha a distribuição das classes de estabilidade com base nas condições meteorológicas. Esses resultados meteorológicos são disponibilizados pelo ISCST3 e são gráficos, tabelas e a rosa dos ventos usados no modelo de plumas gaussianas.

Os resultados relativos às classes de ventos são apresentados na Figura 26 que mostra o gráfico da distribuição de frequência por classes de ventos, isto é, a distribuição percentual do módulo da velocidade dos ventos em todos os dias do ano de 2007. Pode-se observar que há uma grande incidência de ventos fracos na região, o que dificulta a dispersão das emissões do ACMC, agravando o problema das comunidades no seu entorno.

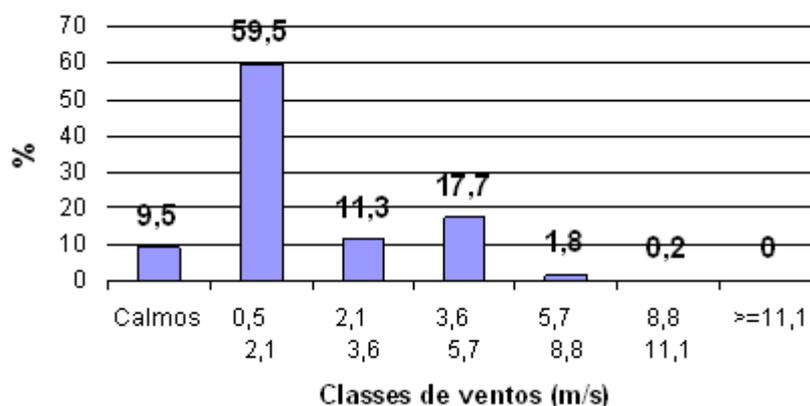


Figura 26 - Gráfico da distribuição de frequência por classes de ventos

A Tabela 16 apresenta a distribuição de frequência, por horas do ano, das classes de ventos considerando as 16 direções da rosa dos ventos (intervalos de 22,5°).

As direções predominantes e as respectivas classes de ventos são apresentadas na rosa dos ventos (Figura 27), o que indica uma predominância dos ventos para o Norte, com 16% (1551 dias) com ventos de módulo de velocidade entre 3,6 a 5,7 m s⁻¹.

Através dos resultados apresentados chega-se à conclusão que a velocidade média dos ventos no local é de 2 m s⁻¹.

Os resultados relativos às classes de estabilidade atmosférica são apresentados na Figura 28 que mostra o gráfico da distribuição de frequência simples das classes de estabilidade.

Tabela 16 - Distribuição de frequência, por horas do ano, das classes de ventos considerando as 16 direções da rosa dos ventos

Direção do vento	Classes de ventos em relação ao módulo da velocidade						Total de horas
	0,5-2,1	2,1-3,6	3,6-5,7	5,7-8,8	8,8-11,1	≥11,1	
348,75 – 11,25	338	255	752	52	1	1	1399
11,25 – 33,75	183	103	241	56	8	0	591
33,75 – 56,25	115	45	99	38	5	0	302
56,25 – 78,75	87	21	33	5	0	0	146
78,75 – 101,25	165	0	10	0	0	0	184
101,25 - 123,75	527	73	14	0	0	0	614
123,75 - 146,25	279	18	5	0	0	0	302
146,25 - 168,75	188	1	0	0	0	0	189
168,75 - 191,25	278	0	0	0	0	0	278
191,25 - 213,75	632	6	0	0	0	0	638
213,75 - 236,25	654	17	1	0	0	0	672
236,25 - 258,75	220	1	0	0	0	0	221
258,75 - 281,25	217	20	1	0	0	0	238
281,25 - 303,75	378	52	9	0	0	0	439
303,75 - 326,25	473	129	181	4	0	0	787
326,25 - 348,75	477	242	205	2	0	0	926
Sub – total	5211	992	1551	157	14	1	7926
Total de horas de ventos calmos							834
Total de horas do ano							8760

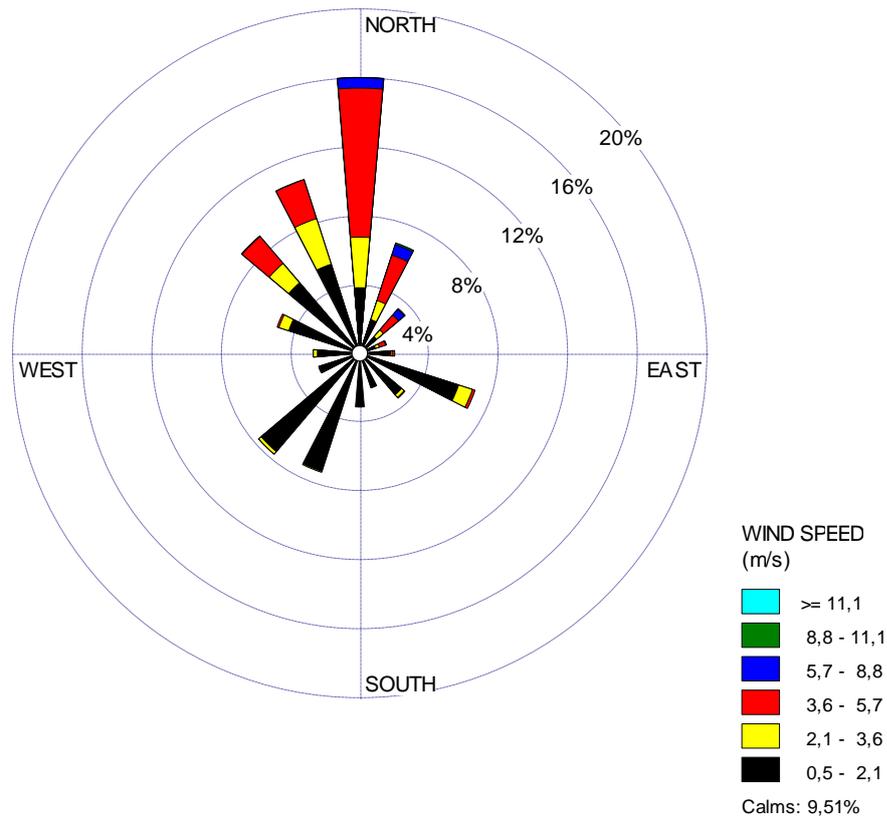


Figura 27 - Rosa dos ventos representativa das classes de ventos.

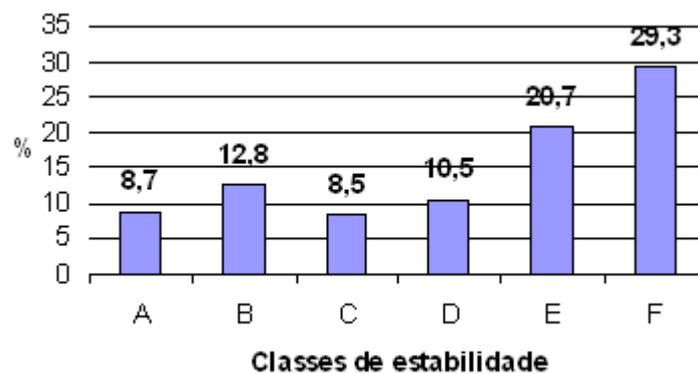


Figura 28 - Gráfico da distribuição de frequência simples das classes de estabilidade atmosférica

A Tabela 17 apresenta a distribuição de frequência, por horas do ano, considerando as 16 direções da rosa dos ventos (intervalos de $22,5^\circ$), a direção dos ventos e as classes de estabilidade atmosférica.

Tabela 17 - Distribuição de frequência, por horas do ano, considerando as 16 direções da rosa dos ventos, a direção dos ventos e as classes de estabilidade atmosférica

Direção do vento	Classes de estabilidade atmosférica						Total de horas
	A	B	C	D	E	F	
348,75 – 11,25	45	59	58	176	689	372	1399
11,25 – 33,75	15	55	49	108	198	166	591
33,75 – 56,25	8	27	35	63	83	86	302
56,25 – 78,75	1	16	24	25	35	45	146
78,75 – 101,25	20	24	38	21	22	59	184
101,25 - 123,75	21	80	108	114	102	189	614
123,75 - 146,25	33	44	38	43	40	104	302
146,25 - 168,75	29	28	25	26	19	62	189
168,75 - 191,25	73	55	38	30	23	59	278
191,25 - 213,75	149	220	71	54	39	105	638
213,75 - 236,25	108	255	83	60	47	119	672
236,25 - 258,75	44	37	35	23	20	62	221
258,75 - 281,25	47	28	15	26	27	95	238
281,25 - 303,75	57	54	30	34	39	225	439
303,75 - 326,25	61	84	37	61	200	344	787
326,25 - 348,75	54	52	57	59	228	476	926
348,75 – 11,25	765	1118	741	923	1811	2568	7926
Total de horas de ventos calmos							834
Total de horas do ano							8760

As direções predominantes das classes de estabilidade atmosférica são apresentadas na rosa dos ventos (Figura 29), o que indica uma predominância para o Norte das classes E e F.

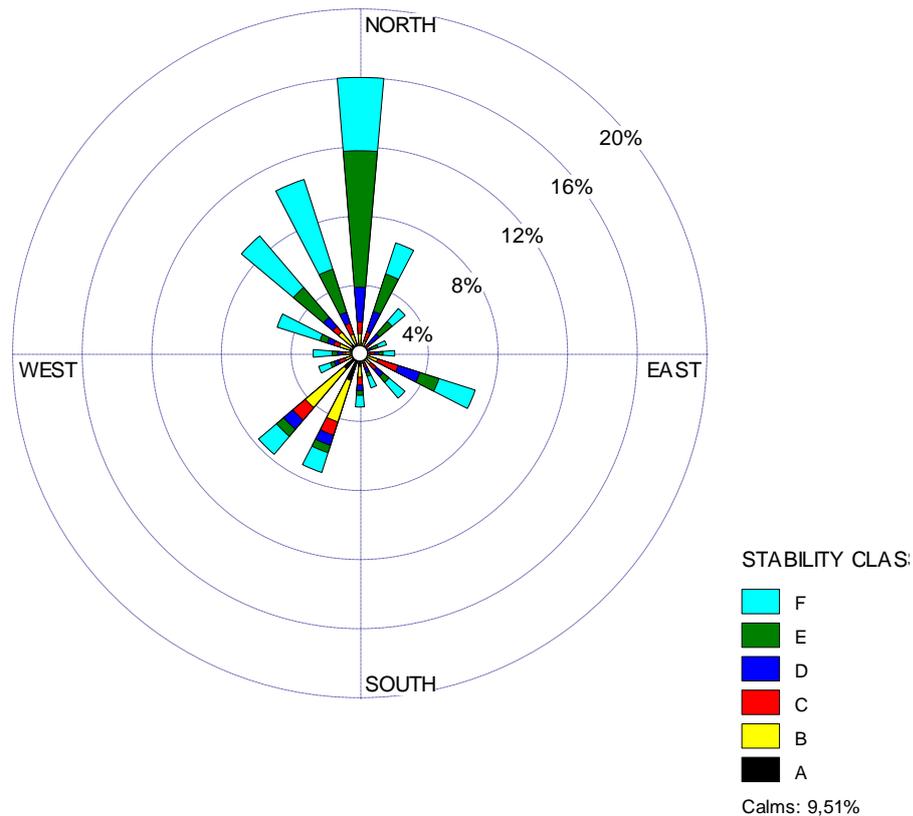


Figura 29 - Rosa dos ventos representativa das direções predominantes das classes de estabilidade

3.2 Resultados da topografia

Foram realizadas tentativas de se obter cartas planialtimétricas da região de estudo, mas não foi possível, uma vez que a única carta disponível era de 1984, sendo que o relevo do aterro foi alterado significativamente ao longo destes anos, pela sucessiva deposição de lixo. Optou-se então por realizar o levantamento topográfico com a ferramenta Google Earth, cuja recente versão permite que, ao deslocar o mouse pela área, obtenha-se a altitude.

Colocou – se, então, uma malha com aproximadamente (100 m x 100 m) na região de estudo, como apresentado na Figura 30.

Realizou-se, posteriormente, o levantamento da elevação em cada vértice da malha apresentada na Figura 30, gerando assim um arquivo no formato x, y, z, onde x e y são as coordenadas geográficas e z a altitude. Este arquivo foi carregado no ISCST3 que possui um

programa auxiliar que processa estes dados, gerando as curvas de nível apresentadas na Figura 31.

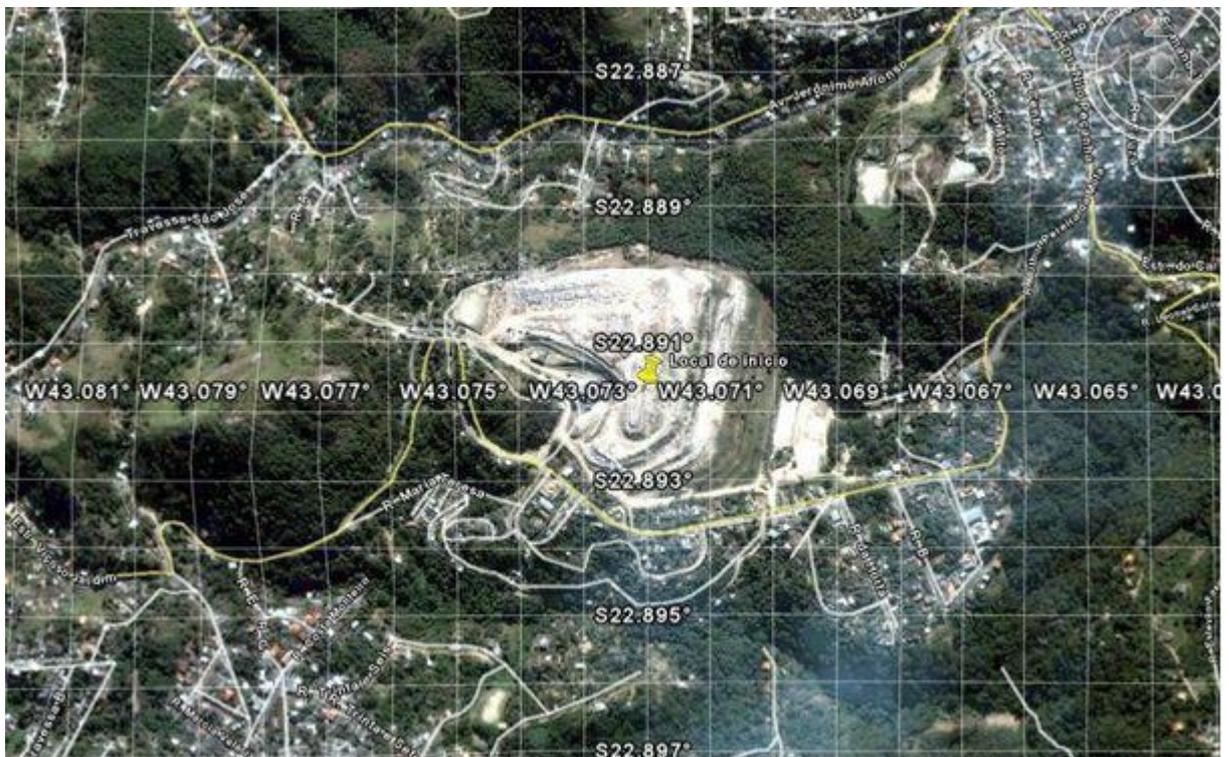


Figura 30 - Malha na região (100 m x 100 m) de estudo para levantamento topográfico.

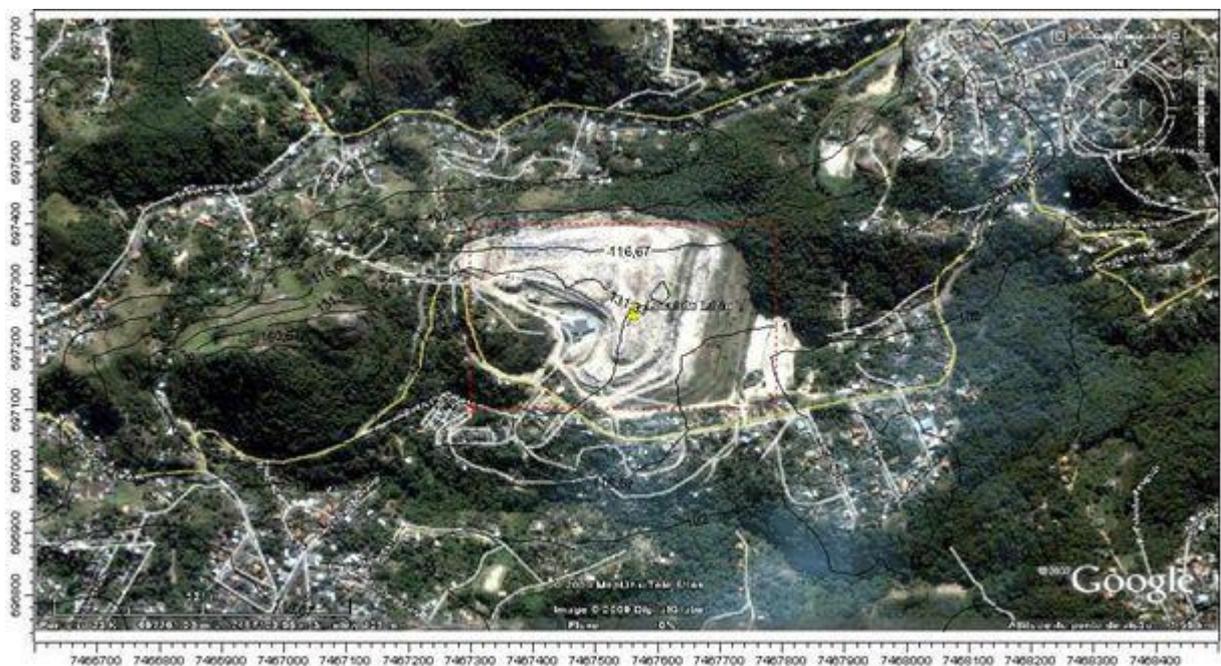


Figura 31 - Curvas de nível geradas no ISCST3 a partir das altitudes obtidas.

3.3 Resultados da amostragem

A Tabela 18 apresenta as condições operacionais locais das amostragens e os resultados obtidos. Foram realizadas seis amostragens, uma em cada ponto escolhido, e em todas o intervalo de tempo foi 10 min, a vazão 500 mL m⁻¹, o volume do tanque 30 L e a área (circular) 0,1256 m².

Tabela 18 - Dados horários e meteorológicos das amostragens e resultados obtidos.

Amostra	Data	Horário	T (°C)	UR (%)	Lum. (lux)	Conc.(g m ⁻³)	Emissão (mg m ⁻² s ⁻¹)
1	30/05/09	15:22	23,9	72,4	10 320	2,411	0,64
2	30/05/09	15:55	22,7	76,5	6 400	1,608	0,43
3	30/05/09	16:30	22,6	78,7	6 030	1,457	0,39
4	31/05/09	13:37	31,0	57,3	20 000	2,061	0,55
5	31/05/09	14:21	33,4	47,2	18 000	1,659	0,44
6	31/05/09	14:53	33,1	49,4	12 400	1,105	0,29
Média							0,46

O gráfico da Figura 32 mostra o resultado das emissões por amostra.

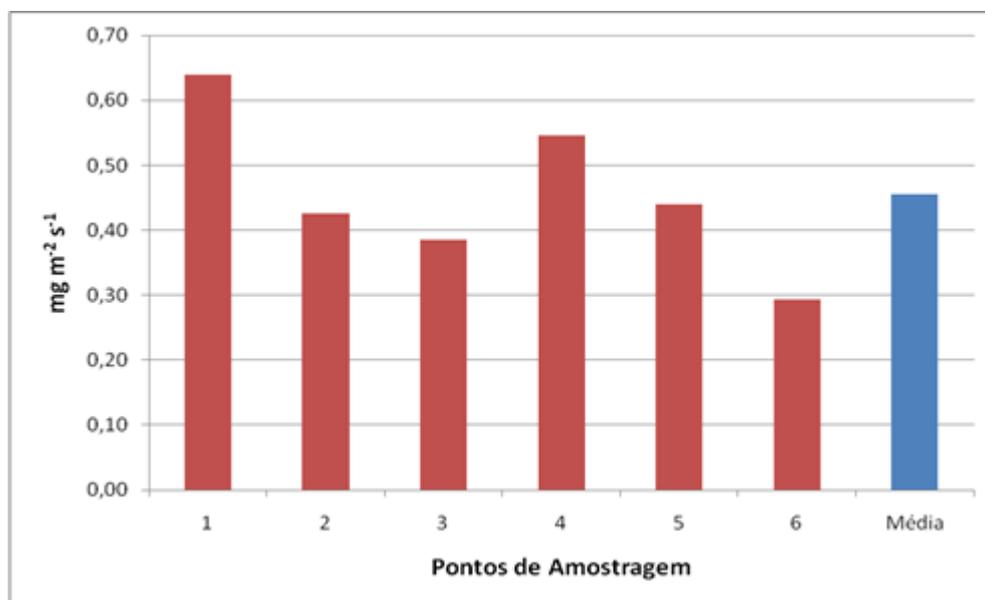


Figura 32 – Gráfico das emissões por amostra realizadas no local.

Determinou-se a taxa de emissão através da equação (17).

$$Emissão = \frac{concentração \cdot volume}{tempo \cdot área} \quad (17)$$

O cálculo das concentrações foi realizado contra uma mistura padrão de hexano. Foram obtidos mais de 25 picos no cromatograma, tendo sido identificados 14 destes picos, o que revela a presença de um grande número de compostos pertencentes a variadas funções químicas. De acordo com Chiriac et al. (2009) e Cooper e Reinhart (1992), por causa das altas pressões de vapor e solubilidade baixa, muitos compostos orgânicos voláteis são encontrados em gases de aterro podendo-se citar alcanos, olefinas, aromáticos, compostos clorados, COVs carcinogênicos (benzeno e cloreto de vinil), etilbenzeno, metano, tolueno, tricloroetano, xilenos e alifáticos clorados. O cromatograma da amostragem 5, o mais próximo da média, está exposto na Figura 33.

Observa-se que a média das taxas de emissão dos 6 pontos coletados, fornece um valor de $0,46 \text{ mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, com um desvio de 26,7%. Em função da heterogeneidade do meio no qual foram coletadas as amostras e das dificuldades em se trabalhar em um local como esse, optou-se por não realizar mais amostragens.

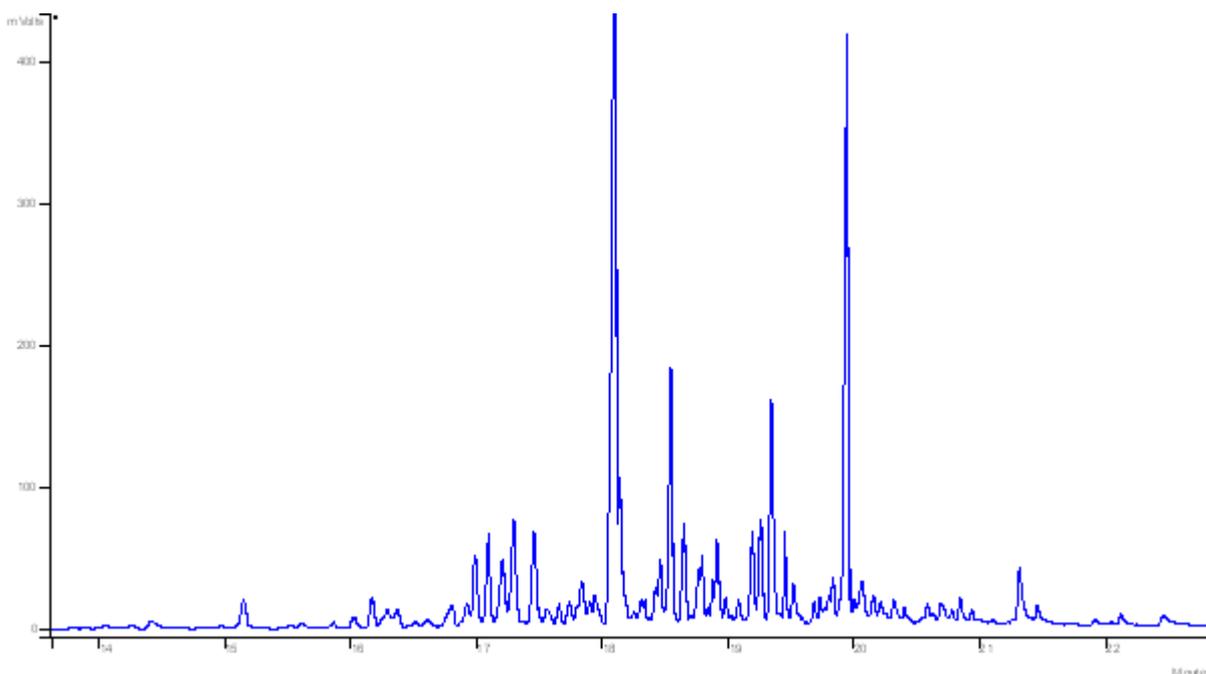


Figura 33 - Cromatograma da amostra 5 obtido no detector de ionização de chama.

3.4 Resultados da dispersão da pluma

Tendo-se o valor médio da taxa de emissão, a topografia e os dados meteorológicos locais no horário considerado, obteve-se a dispersão da pluma no entorno do ACMC. Os resultados, calculados para 1 h, 8 h e 24 h, podem ser visualizados nas Figuras 34 a 36.

Verifica-se nas Figuras 34 a 36, as concentrações máximas atingidas para 1 h, 8 h e 24 h, que são 414, 295 e 127 $\mu\text{g m}^{-3}$, respectivamente. Esses resultados mostram que quanto maior o tempo de exposição menor é a concentração porém, relacionando tempo de deposição com a distância, não há nenhuma relação de dependência entre estes parâmetros. As diferenças nos cenários apresentados são funções dos dados meteorológicos escolhidos.

O cenário de 1 h é o que durante todo o ano estudado apresentou as piores condições de dispersão atmosférica no período de 1 h, isto é, observa-se uma grande área com grande concentração de poluentes. De acordo com Chiriac et al. (2009), as amostras tomadas em períodos curtos (1 h, no máximo), não refletem a evolução da dispersão de COVs como função do tempo.

Os cenários de 8 h e 24 h são os que, durante 8 h e 24 h contínuas ocorreram as piores condições de dispersão.

Considerando que a atmosfera da cidade do Rio de Janeiro, cidade limítrofe a Niterói, exhibe valores médios na ordem de 800 $\mu\text{g m}^{-3}$ (sem considerar o metano), basicamente em função das fontes móveis e fixas, os valores encontrados neste trabalho representam um considerável aporte no nível de hidrocarbonetos na região.

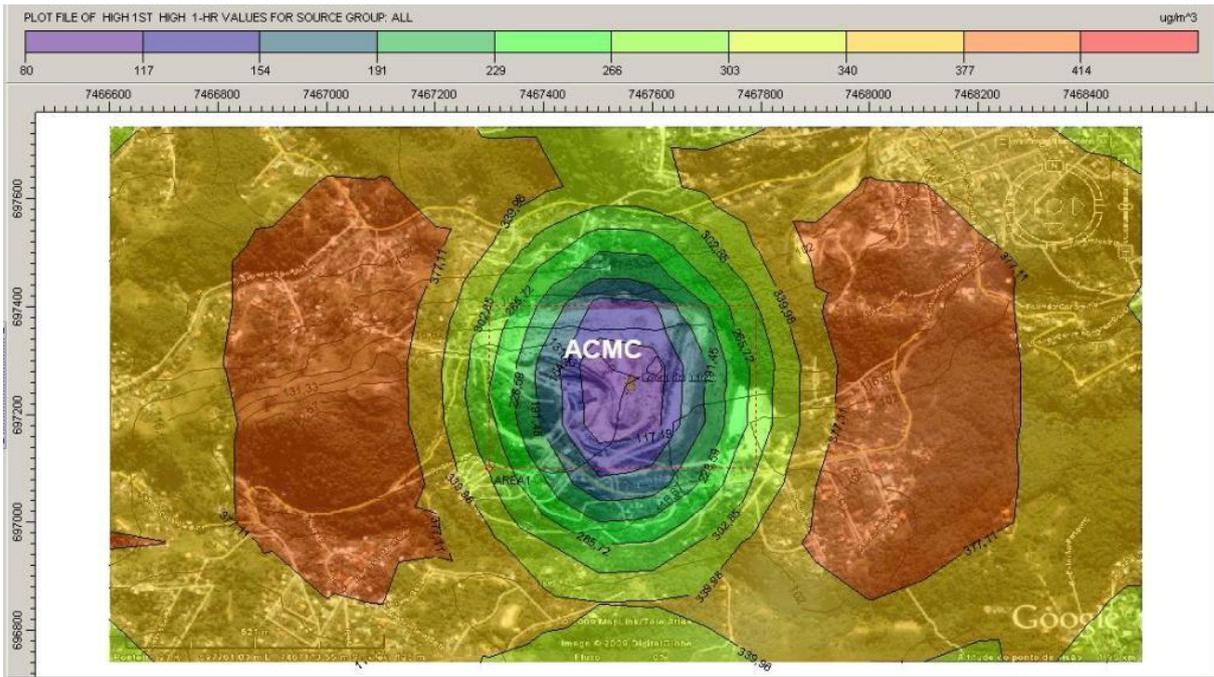


Figura 34 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 1 h

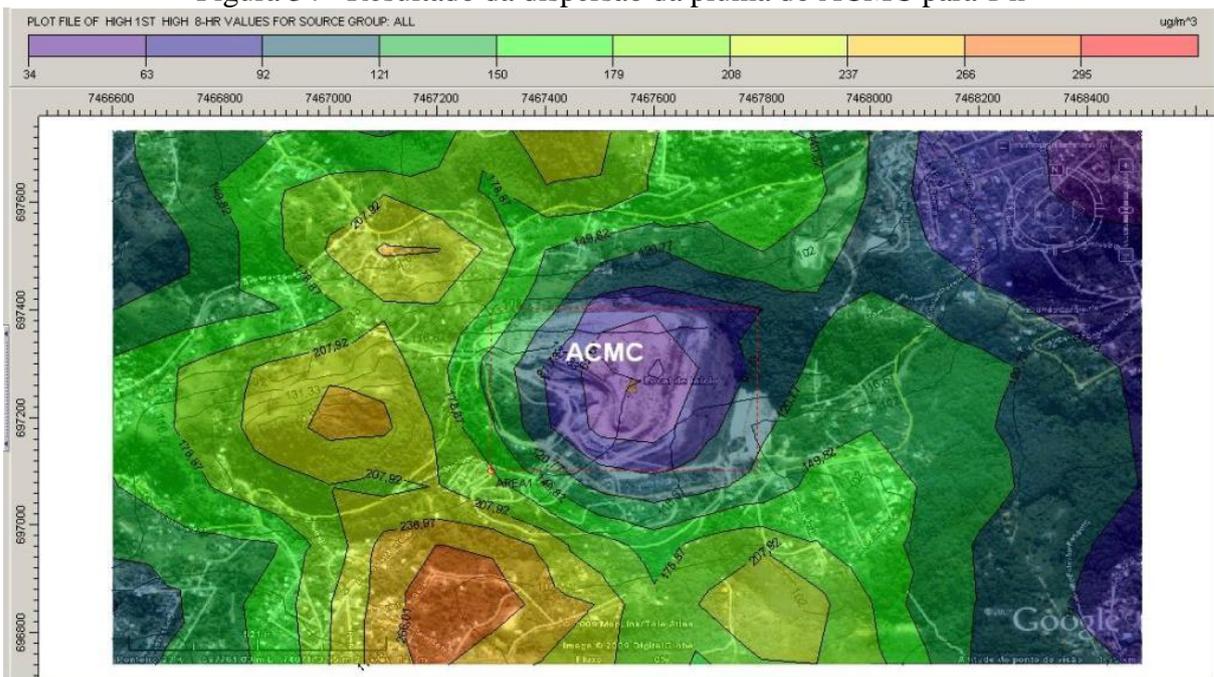


Figura 35 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 8 h

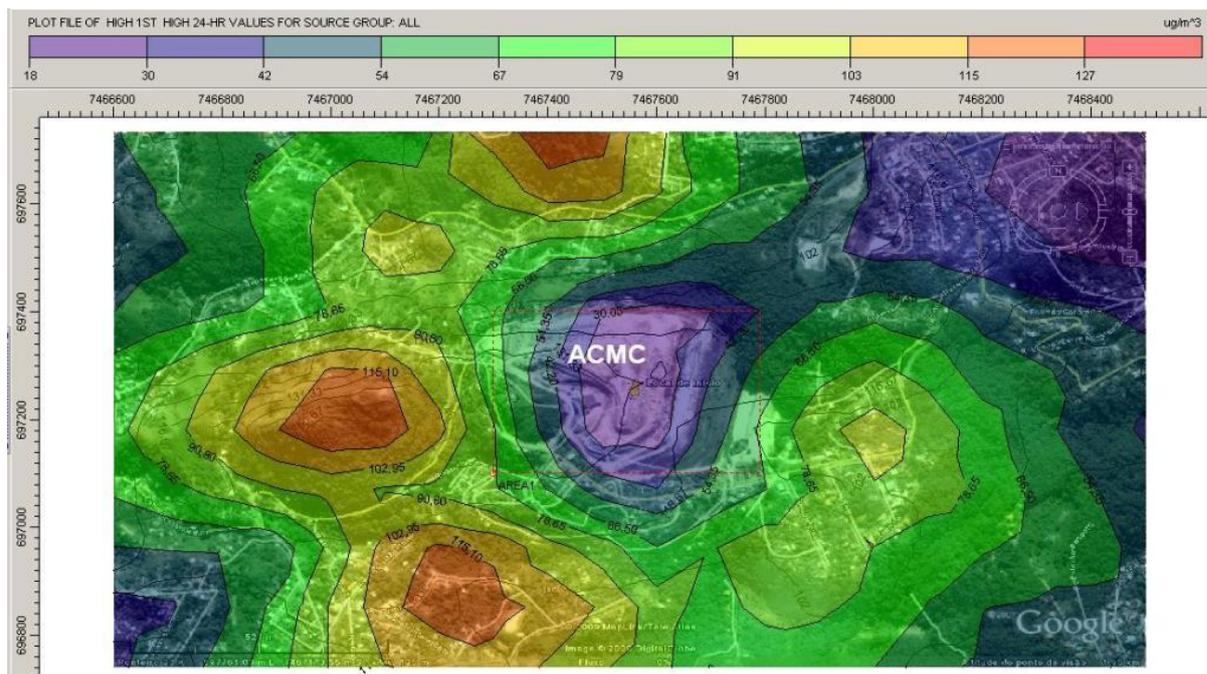


Figura 36 - Resultado da dispersão da pluma do ACMC para 24 h

Cabe ainda ressaltar que este incremento de COVs, aliado à grande quantidade de NOx existente na atmosfera da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, cria um cenário favorável à formação do ozônio, o que deve ser investigado futuramente.

A determinação da taxa de emissão de uma fonte de área é um tema ainda muito escasso na literatura, onde é possível encontrar muitos dados de emissões de fontes pontuais, como uma chaminé, caso que apresenta metodologias bem estabelecidas, como a existente da FEEMA e da ABNT. Um único trabalho encontrado foi o realizado em aterros na Florida (COOPER; REINHART, 1992) cujas taxas de emissão variaram entre 1,1 e 1,7 $\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$, aproximadamente três vezes maior que os valores obtidos neste trabalho. Esta diferença pode ser atribuída a uma série de fatores, como por exemplo, o tipo de lixo, a forma de construção do aterro, sua manipulação e a meteorologia.

Com base nas Figuras 34 a 36, nos dados meteorológicos obtidos e em informações do Google Earth é possível construir a Tabela 19.

Estes resultados podem ser influenciados pela nebulosidade que não foi considerada nos dados meteorológicos e o Estado do Rio de Janeiro, onde está situado o ACMC, apresenta condições climáticas muito diferenciadas temporalmente e localmente.

Tabela 19 - Informações gerais sobre a o entorno do ACMC.

Cenário	Direção	Distância aprox. do aterro (m)	Concentração ($\mu\text{g m}^{-3}$)	Vel. vento (m/s)	Classes de estabilidade	Características locais
1	L	600	414	0,5 a 2,1	E, F	população
	W	500	414	0,5 a 2,1	A,B,C,E,F	vegetação
2	SSO	500	295	0,5 a 2,1 3,6 a 5,7	E, F	população
	W	600	125	0,5 a 2,1	A,B,C,E,F	vegetação
3	SSO	400	125	0,5 a 2,1 3,6 a 5,7	E, F	população
	NNO	500	125	0,5 a 2,1	A,B,C,E,F	vegetação e população

Na Figura 37 estão indicados locais importantes do ponto de vista da saúde pública no entorno do ACMC e que são alcançados pelos poluentes atmosféricos originados do aterro, onde este trabalho se coloca como uma ferramenta para avaliar os impactos e propor medidas aos órgãos governamentais, tais como as políticas de concessão de alvarás para estabelecimento nas áreas impactadas pelas plumas.

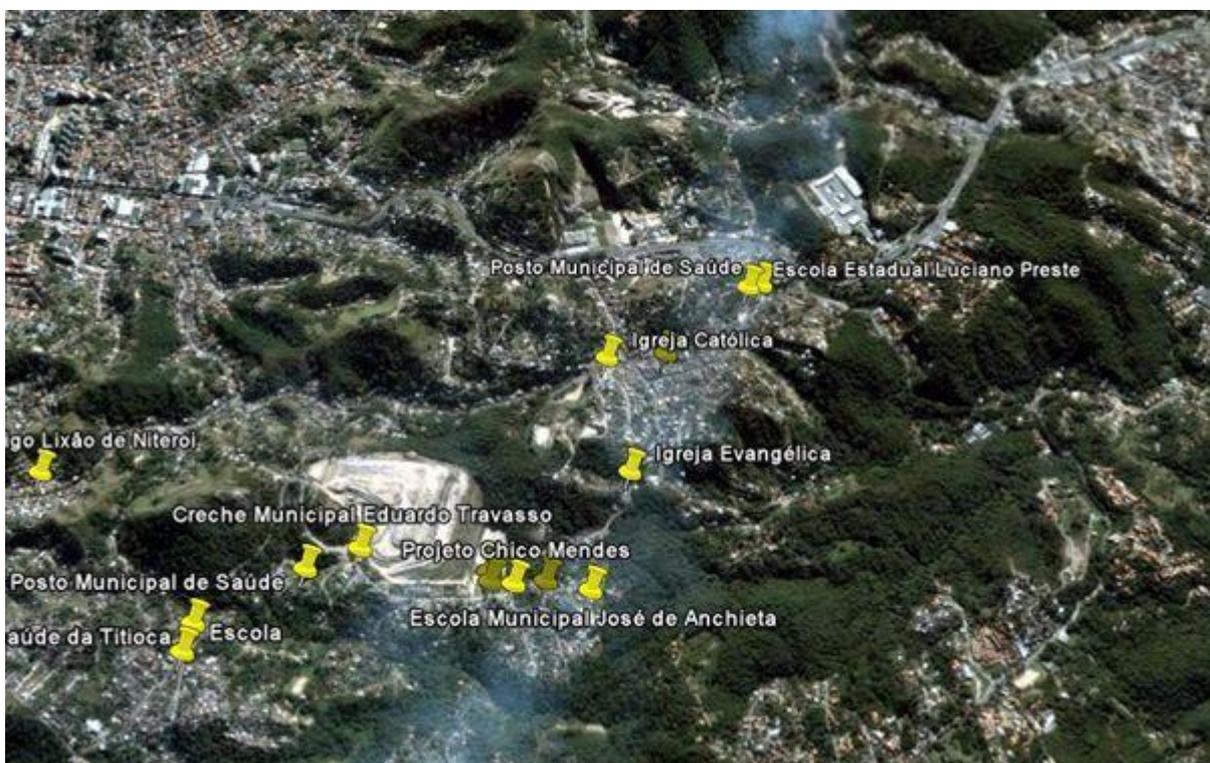


Figura 37 - Locais do entorno do ACMC importantes do ponto de vista da saúde pública

4 CONCLUSÕES

Esta pesquisa permitiu estudar a dispersão de poluentes originados de um aterro de resíduos sólidos localizado em uma área urbana, sendo que este aterro no passado era um lixão comum e há poucos anos atrás recebeu a classificação de aterro controlado.

O modelo gaussiano utilizado no cálculo da dispersão de pluma permitiu comparar diferentes cenários de emissão de poluentes.

O ACMC contém quantidade significativa de vários compostos químicos, principalmente COVs, impactando a vegetação, prejudicando a saúde e a qualidade de vida da população do seu entorno.

As taxas de emissão de resíduos sólidos urbanos do ACMC apresentam grande variação temporal.

A maioria das condições atmosféricas locais são estáveis ou subadiabáticas, ou seja, uma parcela de ar deslocada de sua posição original terá seu movimento impedido com tendência de retorno à sua posição inicial, conclui-se que os poluentes permanecerão no local.

Aliadas às condições atmosféricas, parcelas de ventos com velocidade de $2,1 \text{ m s}^{-1}$ a $3,6 \text{ m s}^{-1}$ e de $3,6 \text{ m s}^{-1}$ a $5,7 \text{ m s}^{-1}$ contribuem para condições de estabilidade estável ou subadiabática.

Os resultados encontrados mostram ser necessário e desejável que uma atenção maior seja dada a política de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio de Janeiro, incluindo a escolha do local de instalação, monitoramento das áreas durante e após o período de operação e regiões de destinação economicamente viáveis.

Considerando que o ACMC não será desativado em um tempo próximo, creches, escolas e postos de saúde devem ser deslocados para uma área onde o impacto dos poluentes atmosféricos seja menor, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida de uma parcela da população.

REFERÊNCIAS

ABNT: NBR 10004: *Resíduos sólidos - classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

ÁLVARES JUNIOR, Olimpio de Melo; LACAVAL, Carlos Ibsen Vianna; FERNANDES, Paulo Sérgio. *Emissões Atmosféricas*. Brasília: SENAI/DNI, 2002. 373p.

AYOADE, J. O. *Introdução à climatologia para os trópicos*. 5ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 332p.

BAIRD, C. *Química ambiental*. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2002. 622p.

BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008.

BRAGA, Benedito et al. *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Prentice Hall, 2003. 305 p.

CARBON. Disponível em <www.epa.gov/air/airtrends/aqtm01/carbon.html>. Acesso em: 04 abr. 2005.

CHERNOBYLL. *Chernobyll Nuclear Disaster*. Disponível em: <<http://www.chernobyll.com.uk/honef.html>>, Acesso em: 20 out. 2003.

CHIRIAC, Rodica et al. *Study of the dispersion of VOCs emitted by a municipal solid waste landfill*. Atmospheric Environment, abr 2009; 43: 1926–31. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VH3-4V7MSVP-6&_user=686218&_rdoc=1&_fmt=&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_searchStrId=946775090&_rerunOrigin=google&_acct=C000037238&_version=1&_urlVersion=0&_userid=686218&md5=d43600f2dc8c42e038b54d7aaa7b8da5>. Acesso em 01: maio 2009.

CONAMA. *Padrões Nacionais da Qualidade do Ar - CONAMA –Resolução n° 3 de 28/06/90*. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390>>.

_____. *Padrões Nacionais da Qualidade do Ar - CONAMA –Resolução n° 3 de 28/06/90*. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res90/res0390> apud FEEMA- Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. *Relatório da qualidade do ar do Estado de Rio de Janeiro - 2007*. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/qualidade-ar.asp>. Acesso em: 13 jan. 2008.

CONTROLE DA CHUVA ÁCIDA. Disponível em <<http://www.jcpaiva.net/files/ensino/alunos/20022003/proj/970303002/Projecto/Controlodachuva%Elcida.htm>>. Acesso em: 31 jul. 2009.

COOPER, C. David; REINHART, Debra R. *Landfill gas emissions*. Florida: State University System of Florida; 31 jul 1992. Disponível em

<http://www.hinkleycenter.com/publications/landfill_gas_emissions_92-2.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2009.

CORRÊA, S. M. *Poluição atmosférica*. Rio de Janeiro: 2004, 250 transparências: colorido.

DAVIS, Mackenzie L., CORNNWELL, David A. *Introduction to environmental engineering*. Boston: McGraw-Hill, c1998. 919p. 3.ed.

DEMILLO, Rob. *Como funciona o clima*. São Paulo: Quark Books, 1998. 226p.

DESSUS. Brasília. *Apresenta informações sobre o Desenvolvimento Sustentável em um banco de dados aplicado ao Distrito Federal*. Disponível em <<http://www.semarh.df.gov.deesus?Dessus31.asp>>. Acesso em: 26 nov. 2006.

DIB-FERREIRA; Declev Reynier. *História ambiental do Morro do Céu..* IN MATA; Speranza França da, et al. (orgs). *Educação ambiental: projetivas do século*. Rio de Janeiro: MZ Editora, 2001.

_____; NASCIMENTO; Regina Lucia do. *História ambiental do Morro do Céu: a atuação dos diversos atores sociais*. 2001.52f. Monografia (Especialização em Educação para Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

FEEMA. *Relatório anual da qualidade do ar_2003*. Rio de Janeiro: agosto 2004. 83 p. Disponível em <http://www.feema.rj.gov.br/admin_fotos/RELATORIO_AR_%202003.pdf> Acesso em: 04 abr. 2005.

_____. *Relatório de qualidade do ar do Estado de Rio de Janeiro - 2007*. Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.feema.rj.gov.br/qualidade-ar.asp>. Acesso em: 13 jan. 2008.

GOOGLE EARTH. Disponível em http://maps.google.com.br/maps?utm_campaign=pt_BR&utm_source=pt_BR-ha-latam-br-bk-gm&utm_medium=ha&utm_term=google%20maps

HOLTZ, Antonio Carlos Tatit. Precipitação. In PINTO, Nelson L. de Souza [e outros]. *Hidrologia básica*. São Paulo: Edgard Blücher, 2007. páginas 7-34.

IBGE. *Vocabulário Básico de recursos naturais e meio ambiente*. Coordenação de recursos naturais e meio ambiente. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 346p.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 206p.

MOREIRA, Davidson; TIRABASSI, Tiziano. Mathematical model of pollutants dispersion in the atmosphere: an instrument technique to environmental management. *Ambient.soc.* , Campinas, v. 7, n. 2, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2004000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 jan 2008. doi: 10. 1590/S1414-753X2004000200010

NASCIMENTO, Marta Leite da Silva ; MARQUES, André Luis de Paula; NASCIMENTO, Nazem. Impactos ambientais: a importância de seus estudos. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 4(2): 97-114, dezembro 2006. Disponível em < www.rc.unesp.br/gce/grad/geografia/revista>. Acesso em: 18 nov. 2007.

NITERÓI - histórico. Disponível em:

<<http://www.cide.rj.gov.br/Cidinho/pages/municipios/asp>> Acesso em: 06 abr. 2008.

NITEROI (RJ). Secretaria Municipal de Desenvolvimento, Ciência e Tecnologia.

Departamento de Comunicação Social. *Niterói Bairros*, 2008, a. Disponível em:

<http://www.imprensa.niteroi.rj.gov.br/index.php?option=com_contents&task=view&id=67>. Acesso em: 02 jul. 2008.

_____. Secretaria de Urbanismo e Controle Urbano. Núcleo de Geotecnologias do Departamento de Urbanismo, 2008. *Niterói*, 2008, b. Disponível em

<<http://urbanismo.niteroi.rj.gov.br>> . Acesso em: 06 abr. 2008.

NITEROI - wikipedia. Disponível em:

<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Niter%C3%B3i>> Acesso em: 06 abr. 2008.

NITROGEN DIOXIDE. Disponível em <<http://www.epa.gov/air/urbanair/nox/what.html>> .

Acesso em: 04 mar. 2005.

OLIVEIRA, Cêurio de. *Dicionário cartográfico*. 4ªed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 646p.

PASQUILL, F. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorological Magazine*, v.90, p.33-49, 1961.

_____. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorological Magazine*, v.90,p.33-49, 1961 apud BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em:13 jan. 2008.

_____. The estimation of the dispersion of windborne material. *Meteorological Magazine*, v.90,p.33-49, 1961 apud VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo; MALHEIROS, Tadeu Fabrício. Controle da qualidade do ar. IN *Saneamento, Saúde e Ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Manole, 2005. p. 439 - 484.

PMATTER. Disponível em <<http://www.epa.gov/air/airtrends/aqtm01/pmatter.html>>.

Acesso em: 04 abr. 2005.

PNUD. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008*. Disponível em:

<<http://www.pnud.org.br/rdh>>.

_____. *Relatório de Desenvolvimento Humano 2007/2008*. Disponível em:

<<http://www.pnud.org.br/rdh>>. apud NITEROI - Wikipedia. Disponível em:
<<http://pt.wikipedia.org/wiki/Niter%C3%B3i>>. Acesso em: 06 abr. 2008.

POLUIÇÃO ATMOSFERICA Disponível em
<http://www.profcupido.hpg.ig.com.br/polui%C3%A7%C3%A3o_atmosferica.htm>. Acesso em: 04 abr. 2005.

PUC-RIO. *Dispersão Atmosférica*. Disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.pucrio.br/cgi-bin/PRG_0599.EXE/5174_3,PDF?NrOcoSis=13311&CdLinPrg=pt>. Certificação Digital nº 9925056/CA. Acesso em: 17 jan. 2008.

QUITERIO, S.L. Avaliação das concentrações de metais associados às partículas totais em suspensão na *Região Metropolitana do Rio de Janeiro*. 2004. 201p. (Doutorado em Físico Química) - Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro.

SANTOS, Stael Starling Moreira dos. Saneamento básico . IN *Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1997.

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark W. *Física*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2003.

SEINFELD, John H. *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. New York: John Wiley & sons, 1986.

_____. *Atmospheric chemistry and physics of air pollution*. New York: John Wiley & Sons, 1986 apud BOÇON, Fernando Tadeu. *Modelagem Matemática do escoamento e da dispersão de poluentes na microescala atmosférica*. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica)- Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em <www.sinmec.ufsc.br/sinmec/artigos/bocon_tese.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2008.

SEINFELD, John H.; PANDIS, Spyros N. *Atmospheric chemistry and physics*. USA:Jonh Wiley & Sons, 1998.

_____. *Atmospheric chemistry and physics*. USA:Jonh Wiley & Sons, 1998 apud VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

_____. *Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change*. Hoboken, N. J.: Wiley – Interscience, 2006. 1203 p.

SISINNO, Cristina Lúcia Silveira. Estudo preliminar *da contaminação ambiental em área de influência do aterro controlado do Morro do Céu* (Niterói – RJ), Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995.

_____. *Estudo preliminar da contaminação ambiental em área de influência do aterro controlado do Morro do Céu* (Niterói – RJ), Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1995 apud DIB-FERREIRA; Declev Reynier, NASCIMENTO; Regina Lucia do. *História ambiental do Morro do Céu: a atuação dos diversos atores sociais*. 2001.52f. Monografia.(Especialização em Educação para Gestão Ambiental) – Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

_____. *Destino dos resíduos sólidos urbanos e industriais no estado do Rio de Janeiro: avaliação da toxicidade dos resíduos e suas implicações para o ambiente e para a saúde humana.* Tese (Doutorado em Ciências)- Fundação Oswaldo Cruz- Escola Nacional de Saúde Pública, 2002. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2002.

_____; MOREIRA, Josino Costa. Avaliação da contaminação e poluição ambiental na área de influência do aterro controlado do Morro do Céu, Niterói, Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, 1996. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1996000400010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 07 jul. 2008.

_____; OLIVEIRA, Rosalia Maria de. Impactos ambientais dos grandes depósitos de resíduos urbanos domiciliares. IN *Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ. 2001. p.59 - 78.

STRAHLER, Arthur Newell. ; STRAHLER, Alan H. .*Geografia física*. 3.ed. Barcelona: Omega, 1994.

TEIXEIRA, Jorgina Rosete. *Estudo dos precursores do ozônio na cidade do Rio de Janeiro*. 2005. 65f. Dissertação (Especialização em Química Ambiental) – Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

THÉ, Jesse L.; THÉ, Cristiane L.; JOHNSON, Michael A. *ISC-AERMOND VIEW: Interface for the U.S. EPA ISC and Aermod models: user's guide*. [Ontario]: Lakes Environmental , 1996-2005. 239p.

VIDAL, Cesar Marcelo Cajazeira. *Descrição da metodologia do cálculo de dispersão de plumas aplicada a um complexo industrial*. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

APENDICE 1 – DADOS DE ENTRADA E SAÍDA

** ISCST3 Input Produced by:
 ** ISC-AERMOD View Ver. 5.4.0
 ** Lakes Environmental Software Inc.
 ** Date: 28/6/2009

** ISCST3 Control Pathway

CO STARTING

TITLEONE C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc

MODELOPT DFAULT CONC URBAN

AVERTIME 1 3 8 24 PERIOD

POLLUTID HC

TERRHGTS ELEV

RUNORNOT RUN

CO FINISHED

** ISCST3 Source Pathway

SO STARTING

** Source Location **

** Source ID - Type - X Coord. - Y Coord. **

LOCATION AREA1 AREA 7467300.000 697100.000 119.000

** DESCRSRC Aterro Controlado Morro do Ceu

** Source Parameters **

SRCPARAM AREA1 0.00046 119.000 491.000 300.000 0.000

SRCGROUP ALL

SO FINISHED

**

** ISCST3 Receptor Pathway

RE STARTING

** DESCRREC "" "" ""

DISCCART 7466600.00 696740.00 138.00

DISCCART 7466700.00 696740.00 137.00

DISCCART 7466800.00 696740.00 129.00

DISCCART 7466900.00 696740.00 119.00

DISCCART 7467000.00 696740.00 119.00

DISCCART 7467100.00 696740.00 118.00

DISCCART 7467200.00 696740.00 111.00

DISCCART 7467300.00 696740.00 103.00

DISCCART 7467400.00 696740.00 100.00

DISCCART 7467500.00 696740.00 97.00

DISCCART 7467600.00 696740.00 90.00

DISCCART 7467700.00 696740.00 88.00

DISCCART 7467800.00 696740.00 88.00

DISCCART 7467902.00 696740.00 89.00

DISCCART 7468002.00 696741.00 89.00

DISCCART 7468102.00 696741.00 84.00

DISCCART 7468202.00 696741.00 83.00

DISCCART 7468302.00 696741.00 92.00

DISCCART 7468402.00 696741.00 102.00

DISCCART 7468502.00 696741.00 105.00

DISCCART 7466602.00 696851.00 119.00

DISCCART 7466702.00 696851.00 129.00

DISCCART 7466802.00 696851.00 126.00

DISCCART 7466902.00 696851.00 117.00

DISCCART 7467002.00 696851.00 113.00

DISCCART 7467102.00 696851.00 108.00

DISCCART 7467202.00 696851.00 102.00

DISCCART 7467302.00 696851.00 97.00

DISCCART 7467402.00 696851.00 98.00

DISCCART 7467502.00 696851.00 98.00

DISCCART 7467602.00 696851.00 92.00

DISCCART 7467702.00 696851.00 88.00

DISCCART 7467802.00 696851.00 91.00

DISCCART 7467902.00 696851.00 105.00

DISCCART 7468002.00 696851.00 104.00

DISCCART 7468102.00 696851.00 93.00

DISCCART 7468202.00 696851.00 87.00

DISCCART 7468302.00 696851.00 96.00

DISCCART 7468402.00 696851.00 98.00
DISCCART 7468502.00 696851.00 98.00
DISCCART 7466602.00 696961.00 91.00
DISCCART 7466702.00 696961.00 106.00
DISCCART 7466802.00 696961.00 112.00
DISCCART 7466902.00 696961.00 110.00
DISCCART 7467002.00 696961.00 112.00
DISCCART 7467102.00 696961.00 106.00
DISCCART 7467202.00 696961.00 102.00
DISCCART 7467302.00 696961.00 106.00
DISCCART 7467402.00 696961.00 114.00
DISCCART 7467502.00 696961.00 115.00
DISCCART 7467602.00 696961.00 114.00
DISCCART 7467702.00 696961.00 105.00
DISCCART 7467802.00 696961.00 102.00
DISCCART 7467902.00 696961.00 113.00
DISCCART 7468002.00 696961.00 110.00
DISCCART 7468102.00 696961.00 102.00
DISCCART 7468202.00 696961.00 90.00
DISCCART 7468302.00 696961.00 91.00
DISCCART 7468402.00 696961.00 96.00
DISCCART 7468502.00 696961.00 104.00
DISCCART 7466602.00 697071.00 92.00
DISCCART 7466702.00 697071.00 118.00
DISCCART 7466802.00 697071.00 127.00
DISCCART 7466902.00 697071.00 150.00
DISCCART 7467002.00 697071.00 169.00
DISCCART 7467102.00 697071.00 155.00
DISCCART 7467202.00 697071.00 120.00
DISCCART 7467302.00 697071.00 117.00
DISCCART 7467402.00 697071.00 131.00
DISCCART 7467502.00 697071.00 129.00
DISCCART 7467602.00 697071.00 121.00
DISCCART 7467702.00 697071.00 111.00
DISCCART 7467802.00 697071.00 102.00
DISCCART 7467902.00 697071.00 104.00
DISCCART 7468002.00 697071.00 104.00
DISCCART 7468102.00 697071.00 102.00
DISCCART 7468202.00 697071.00 96.00
DISCCART 7468302.00 697071.00 85.00
DISCCART 7468402.00 697071.00 90.00
DISCCART 7468502.00 697071.00 97.00
DISCCART 7466602.00 697181.00 88.00
DISCCART 7466702.00 697181.00 118.00
DISCCART 7466802.00 697181.00 133.00
DISCCART 7466902.00 697181.00 169.00
DISCCART 7467002.00 697181.00 190.00
DISCCART 7467102.00 697181.00 186.00
DISCCART 7467202.00 697181.00 148.00
DISCCART 7467302.00 697181.00 135.00
DISCCART 7467402.00 697181.00 144.00
DISCCART 7467502.00 697181.00 136.00
DISCCART 7467602.00 697181.00 119.00
DISCCART 7467702.00 697181.00 111.00
DISCCART 7467802.00 697181.00 100.00
DISCCART 7467902.00 697181.00 92.00
DISCCART 7468002.00 697181.00 89.00
DISCCART 7468102.00 697181.00 90.00
DISCCART 7468202.00 697181.00 91.00
DISCCART 7468302.00 697181.00 86.00
DISCCART 7468402.00 697181.00 79.00
DISCCART 7468502.00 697181.00 74.00
DISCCART 7466602.00 697291.00 92.00
DISCCART 7466702.00 697291.00 77.00
DISCCART 7466802.00 697291.00 87.00
DISCCART 7466902.00 697291.00 89.00
DISCCART 7467002.00 697291.00 112.00
DISCCART 7467102.00 697291.00 139.00
DISCCART 7467202.00 697291.00 138.00
DISCCART 7467302.00 697291.00 143.00
DISCCART 7467402.00 697291.00 142.00
DISCCART 7467502.00 697291.00 134.00
DISCCART 7467602.00 697291.00 133.00
DISCCART 7467702.00 697291.00 128.00
DISCCART 7467802.00 697291.00 134.00
DISCCART 7467902.00 697291.00 135.00

DISCCART 7468002.00 697291.00 125.00
DISCCART 7468102.00 697291.00 108.00
DISCCART 7468202.00 697291.00 87.00
DISCCART 7468302.00 697291.00 89.00
DISCCART 7468402.00 697291.00 82.00
DISCCART 7468502.00 697291.00 71.00
DISCCART 7466602.00 697401.00 100.00
DISCCART 7466702.00 697401.00 92.00
DISCCART 7466802.00 697401.00 82.00
DISCCART 7466902.00 697401.00 75.00
DISCCART 7467002.00 697401.00 78.00
DISCCART 7467102.00 697401.00 92.00
DISCCART 7467202.00 697401.00 100.00
DISCCART 7467302.00 697401.00 100.00
DISCCART 7467402.00 697401.00 105.00
DISCCART 7467502.00 697401.00 105.00
DISCCART 7467602.00 697401.00 107.00
DISCCART 7467702.00 697401.00 111.00
DISCCART 7467802.00 697401.00 122.00
DISCCART 7467902.00 697401.00 125.00
DISCCART 7468002.00 697401.00 124.00
DISCCART 7468102.00 697401.00 125.00
DISCCART 7468202.00 697401.00 108.00
DISCCART 7468302.00 697401.00 100.00
DISCCART 7468402.00 697401.00 100.00
DISCCART 7468502.00 697401.00 90.00
DISCCART 7466602.00 697511.00 103.00
DISCCART 7466702.00 697511.00 105.00
DISCCART 7466802.00 697511.00 95.00
DISCCART 7466902.00 697511.00 78.00
DISCCART 7467002.00 697511.00 62.00
DISCCART 7467102.00 697511.00 66.00
DISCCART 7467202.00 697511.00 74.00
DISCCART 7467302.00 697511.00 74.00
DISCCART 7467402.00 697511.00 76.00
DISCCART 7467502.00 697511.00 79.00
DISCCART 7467602.00 697511.00 81.00
DISCCART 7467702.00 697511.00 85.00
DISCCART 7467802.00 697511.00 97.00
DISCCART 7467902.00 697511.00 103.00
DISCCART 7468002.00 697511.00 117.00
DISCCART 7468102.00 697511.00 130.00
DISCCART 7468202.00 697511.00 120.00
DISCCART 7468302.00 697511.00 107.00
DISCCART 7468402.00 697511.00 119.00
DISCCART 7468502.00 697511.00 115.00
DISCCART 7466602.00 697621.00 86.00
DISCCART 7466702.00 697621.00 89.00
DISCCART 7466802.00 697621.00 72.00
DISCCART 7466902.00 697621.00 60.00
DISCCART 7467002.00 697621.00 58.00
DISCCART 7467102.00 697621.00 70.00
DISCCART 7467202.00 697621.00 80.00
DISCCART 7467302.00 697621.00 85.00
DISCCART 7467402.00 697621.00 87.00
DISCCART 7467502.00 697621.00 91.00
DISCCART 7467602.00 697621.00 95.00
DISCCART 7467702.00 697621.00 90.00
DISCCART 7467802.00 697621.00 88.00
DISCCART 7467902.00 697621.00 88.00
DISCCART 7468002.00 697621.00 102.00
DISCCART 7468102.00 697621.00 119.00
DISCCART 7468202.00 697621.00 116.00
DISCCART 7468302.00 697621.00 103.00
DISCCART 7468402.00 697621.00 114.00
DISCCART 7468502.00 697621.00 123.00
DISCCART 7466602.00 697730.00 86.00
DISCCART 7466702.00 697730.00 89.00
DISCCART 7466802.00 697730.00 72.00
DISCCART 7466902.00 697730.00 60.00
DISCCART 7467002.00 697730.00 58.00
DISCCART 7467102.00 697730.00 70.00
DISCCART 7467202.00 697730.00 80.00
DISCCART 7467302.00 697730.00 85.00
DISCCART 7467402.00 697730.00 87.00
DISCCART 7467502.00 697730.00 91.00

DISCCART 7467602.00 697730.00 95.00
DISCCART 7467702.00 697730.00 90.00
DISCCART 7467802.00 697730.00 88.00
DISCCART 7467902.00 697730.00 88.00
DISCCART 7468002.00 697730.00 102.00
DISCCART 7468102.00 697730.00 119.00
DISCCART 7468202.00 697730.00 116.00
DISCCART 7468302.00 697730.00 103.00
DISCCART 7468402.00 697730.00 114.00
DISCCART 7468500.00 697730.00 123.00
RE FINISHED

**

** ISCST3 Meteorology Pathway

ME STARTING

INPUTFIL NITEROL.met

ANEMHGHT 10 METERS

SURFDATA 605 2007

UAIRDATA 605 2007

ME FINISHED

**

** ISCST3 Output Pathway

**

**

OU STARTING

RECTABLE ALLAVE 1ST

RECTABLE 1 1ST

RECTABLE 3 1ST

RECTABLE 8 1ST

RECTABLE 24 1ST

** Auto-Generated Plotfiles

PLOTFILE 1 ALL 1ST aterro.IS\01H1GALL.PLT

PLOTFILE 3 ALL 1ST aterro.IS\03H1GALL.PLT

PLOTFILE 8 ALL 1ST aterro.IS\08H1GALL.PLT

PLOTFILE 24 ALL 1ST aterro.IS\24H1GALL.PLT

PLOTFILE PERIOD ALL aterro.IS\PE00GALL.PLT

OU FINISHED

*** Message Summary For ISC3 Model Setup ***

----- Summary of Total Messages -----

A Total of 0 Fatal Error Message(s)

A Total of 1 Warning Message(s)

A Total of 0 Informational Message(s)

***** FATAL ERROR MESSAGES *****

*** NONE ***

***** WARNING MESSAGES *****

SO W320 38 APARM :Input Parameter May Be Out-of-Range for Parameter HS

*** SETUP Finishes Successfully ***

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 1

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** MODEL SETUP OPTIONS SUMMARY ***

**Intermediate Terrain Processing is Selected

**Model Is Setup For Calculation of Average CONCentration Values.

-- SCAVENGING/DEPOSITION LOGIC --

**Model Uses NO DRY DEPLETION. DDPLETE = F

**Model Uses NO WET DEPLETION. WDPLETE = F
 **NO WET SCAVENGING Data Provided.
 **NO GAS DRY DEPOSITION Data Provided.
 **Model Does NOT Use GRIDDED TERRAIN Data for Depletion Calculations

**Model Uses URBAN Dispersion.

**Model Uses Regulatory DEFAULT Options:
 1. Final Plume Rise.
 2. Stack-tip Downwash.
 3. Buoyancy-induced Dispersion.
 4. Use Calms Processing Routine.
 5. Not Use Missing Data Processing Routine.
 6. Default Wind Profile Exponents.
 7. Default Vertical Potential Temperature Gradients.
 8. "Upper Bound" Values for Supersquat Buildings.
 9. No Exponential Decay for URBAN/Non-SO2

**Model Accepts Receptors on ELEV Terrain.

**Model Assumes No FLAGPOLE Receptor Heights.

**Model Calculates 4 Short Term Average(s) of: 1-HR 3-HR 8-HR 24-HR
 and Calculates PERIOD Averages

**This Run Includes: 1 Source(s); 1 Source Group(s); and 200 Receptor(s)

**The Model Assumes A Pollutant Type of: HC

**Model Set To Continue RUNNING After the Setup Testing.

**Output Options Selected:
 Model Outputs Tables of PERIOD Averages by Receptor
 Model Outputs Tables of Highest Short Term Values by Receptor (RECTABLE Keyword)
 Model Outputs External File(s) of High Values for Plotting (PLOTFILE Keyword)

**NOTE: The Following Flags May Appear Following CONC Values: c for Calm Hours
 m for Missing Hours
 b for Both Calm and Missing Hours

**Misc. Inputs: Anem. Hgt. (m) = 10.00 ; Decay Coef. = 0.000 ; Rot. Angle = 0.0
 Emission Units = GRAMS/SEC ; Emission Rate Unit Factor = 0.10000E+07
 Output Units = MICROGRAMS/M**3

**Approximate Storage Requirements of Model = 1.2 MB of RAM.

**Input Runstream File: aterro.INP

**Output Print File: aterro.OUT

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 2

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** AREA SOURCE DATA ***

NUMBER EMISSION RATE COORD (SW CORNER) BASE RELEASE X-DIM Y-DIM ORIENT. INIT. EMISSION RATE
 SOURCE PART. (GRAMS/SEC X Y ELEV. HEIGHT OF AREA OF AREA OF AREA SZ SCALAR VARY
 ID CATS. /METER**2) (METERS) (METERS) (METERS) (METERS) (METERS) (METERS) (DEG.) (METERS) BY

 AREA1 0 0.46000E-03 7467300.0 697100.0 119.0 119.00 491.00 300.00 0.00 0.00

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 3

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** SOURCE IDs DEFINING SOURCE GROUPS ***

GROUP ID SOURCE IDs

ALL AREA1 ,

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54
 **MODELOPTs: PAGE 4
 CONC URBAN ELEV DFAULT

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTORS ***
 (X-COORD, Y-COORD, ZELEV, ZFLAG)
 (METERS)

(7466600.0, 696740.0, 138.0, 0.0); (7466700.0, 696740.0, 137.0, 0.0);
 (7466800.0, 696740.0, 129.0, 0.0); (7466900.0, 696740.0, 119.0, 0.0);
 (7467000.0, 696740.0, 119.0, 0.0); (7467100.0, 696740.0, 118.0, 0.0);
 (7467200.0, 696740.0, 111.0, 0.0); (7467300.0, 696740.0, 103.0, 0.0);
 (7467400.0, 696740.0, 100.0, 0.0); (7467500.0, 696740.0, 97.0, 0.0);
 (7467600.0, 696740.0, 90.0, 0.0); (7467700.0, 696740.0, 88.0, 0.0);
 (7467800.0, 696740.0, 88.0, 0.0); (7467902.0, 696740.0, 89.0, 0.0);
 (7468002.0, 696741.0, 89.0, 0.0); (7468102.0, 696741.0, 84.0, 0.0);
 (7468202.0, 696741.0, 83.0, 0.0); (7468302.0, 696741.0, 92.0, 0.0);
 (7468402.0, 696741.0, 102.0, 0.0); (7468502.0, 696741.0, 105.0, 0.0);
 (7466602.0, 696851.0, 119.0, 0.0); (7466702.0, 696851.0, 129.0, 0.0);
 (7466802.0, 696851.0, 126.0, 0.0); (7466902.0, 696851.0, 117.0, 0.0);
 (7467002.0, 696851.0, 113.0, 0.0); (7467102.0, 696851.0, 108.0, 0.0);
 (7467202.0, 696851.0, 102.0, 0.0); (7467302.0, 696851.0, 97.0, 0.0);
 (7467402.0, 696851.0, 98.0, 0.0); (7467502.0, 696851.0, 98.0, 0.0);
 (7467602.0, 696851.0, 92.0, 0.0); (7467702.0, 696851.0, 88.0, 0.0);
 (7467802.0, 696851.0, 91.0, 0.0); (7467902.0, 696851.0, 105.0, 0.0);
 (7468002.0, 696851.0, 104.0, 0.0); (7468102.0, 696851.0, 93.0, 0.0);
 (7468202.0, 696851.0, 87.0, 0.0); (7468302.0, 696851.0, 96.0, 0.0);
 (7468402.0, 696851.0, 98.0, 0.0); (7468502.0, 696851.0, 98.0, 0.0);
 (7466602.0, 696961.0, 91.0, 0.0); (7466702.0, 696961.0, 106.0, 0.0);
 (7466802.0, 696961.0, 112.0, 0.0); (7466902.0, 696961.0, 110.0, 0.0);
 (7467002.0, 696961.0, 112.0, 0.0); (7467102.0, 696961.0, 106.0, 0.0);
 (7467202.0, 696961.0, 102.0, 0.0); (7467302.0, 696961.0, 106.0, 0.0);
 (7467402.0, 696961.0, 114.0, 0.0); (7467502.0, 696961.0, 115.0, 0.0);
 (7467602.0, 696961.0, 114.0, 0.0); (7467702.0, 696961.0, 105.0, 0.0);
 (7467802.0, 696961.0, 102.0, 0.0); (7467902.0, 696961.0, 113.0, 0.0);
 (7468002.0, 696961.0, 110.0, 0.0); (7468102.0, 696961.0, 102.0, 0.0);
 (7468202.0, 696961.0, 90.0, 0.0); (7468302.0, 696961.0, 91.0, 0.0);
 (7468402.0, 696961.0, 96.0, 0.0); (7468502.0, 696961.0, 104.0, 0.0);
 (7466602.0, 697071.0, 92.0, 0.0); (7466702.0, 697071.0, 118.0, 0.0);
 (7466802.0, 697071.0, 127.0, 0.0); (7466902.0, 697071.0, 150.0, 0.0);
 (7467002.0, 697071.0, 169.0, 0.0); (7467102.0, 697071.0, 155.0, 0.0);
 (7467202.0, 697071.0, 120.0, 0.0); (7467302.0, 697071.0, 117.0, 0.0);
 (7467402.0, 697071.0, 131.0, 0.0); (7467502.0, 697071.0, 129.0, 0.0);
 (7467602.0, 697071.0, 121.0, 0.0); (7467702.0, 697071.0, 111.0, 0.0);
 (7467802.0, 697071.0, 102.0, 0.0); (7467902.0, 697071.0, 104.0, 0.0);
 (7468002.0, 697071.0, 104.0, 0.0); (7468102.0, 697071.0, 102.0, 0.0);
 (7468202.0, 697071.0, 96.0, 0.0); (7468302.0, 697071.0, 85.0, 0.0);
 (7468402.0, 697071.0, 90.0, 0.0); (7468502.0, 697071.0, 97.0, 0.0);
 (7466602.0, 697181.0, 88.0, 0.0); (7466702.0, 697181.0, 118.0, 0.0);
 (7466802.0, 697181.0, 133.0, 0.0); (7466902.0, 697181.0, 169.0, 0.0);
 (7467002.0, 697181.0, 190.0, 0.0); (7467102.0, 697181.0, 186.0, 0.0);
 (7467202.0, 697181.0, 148.0, 0.0); (7467302.0, 697181.0, 135.0, 0.0);
 (7467402.0, 697181.0, 144.0, 0.0); (7467502.0, 697181.0, 136.0, 0.0);

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54
 **MODELOPTs: PAGE 5
 CONC URBAN ELEV DFAULT

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTORS ***
 (X-COORD, Y-COORD, ZELEV, ZFLAG)
 (METERS)

(7467602.0, 697181.0, 119.0, 0.0); (7467702.0, 697181.0, 111.0, 0.0);
 (7467802.0, 697181.0, 100.0, 0.0); (7467902.0, 697181.0, 92.0, 0.0);
 (7468002.0, 697181.0, 89.0, 0.0); (7468102.0, 697181.0, 90.0, 0.0);
 (7468202.0, 697181.0, 91.0, 0.0); (7468302.0, 697181.0, 86.0, 0.0);

07 01 01 17 261.0 1.00 298.2 7 800.0 577.5 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 18 260.0 1.03 297.6 7 800.0 523.5 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 19 249.0 1.03 297.0 7 800.0 469.6 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 20 246.0 1.03 297.0 7 800.0 415.7 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 21 233.0 1.03 296.5 7 800.0 361.8 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 22 295.0 1.03 296.5 7 800.0 307.8 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 23 266.0 1.54 296.5 7 800.0 253.9 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00
 07 01 01 24 328.0 1.54 295.9 7 800.0 200.0 0.0000 0.0 0.0000 0 0.00

*** NOTES: STABILITY CLASS 1=A, 2=B, 3=C, 4=D, 5=E AND 6=F.
 FLOW VECTOR IS DIRECTION TOWARD WHICH WIND IS BLOWING.

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 9

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE PERIOD (8736 HRS) AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC

 7466600.00 696740.00 8.79374 7466700.00 696740.00 10.95466
 7466800.00 696740.00 14.02370 7466900.00 696740.00 18.18550
 7467000.00 696740.00 23.32821 7467100.00 696740.00 28.66634
 7467200.00 696740.00 32.63445 7467300.00 696740.00 33.64545
 7467400.00 696740.00 31.36137 7467500.00 696740.00 26.66222
 7467600.00 696740.00 20.81413 7467700.00 696740.00 15.48502
 7467800.00 696740.00 12.05292 7467902.00 696740.00 10.49049
 7468002.00 696741.00 9.99957 7468102.00 696741.00 9.92829
 7468202.00 696741.00 9.97748 7468302.00 696741.00 9.98457
 7468402.00 696741.00 9.88933 7468502.00 696741.00 9.67747
 7466602.00 696851.00 7.88168 7466702.00 696851.00 9.77312
 7466802.00 696851.00 12.64632 7466902.00 696851.00 16.93059
 7467002.00 696851.00 22.93169 7467102.00 696851.00 30.17275
 7467202.00 696851.00 36.48071 7467302.00 696851.00 38.89676
 7467402.00 696851.00 36.87543 7467502.00 696851.00 31.62039
 7467602.00 696851.00 24.44577 7467702.00 696851.00 17.71415
 7467802.00 696851.00 13.90617 7467902.00 696851.00 12.70286
 7468002.00 696851.00 12.45669 7468102.00 696851.00 12.31076
 7468202.00 696851.00 11.96645 7468302.00 696851.00 11.40606
 7468402.00 696851.00 10.70496 7468502.00 696851.00 9.93302
 7466602.00 696961.00 7.08594 7466702.00 696961.00 8.59996
 7466802.00 696961.00 10.95071 7466902.00 696961.00 14.62226
 7467002.00 696961.00 20.17786 7467102.00 696961.00 27.59751
 7467202.00 696961.00 34.52211 7467302.00 696961.00 36.87891
 7467402.00 696961.00 34.75885 7467502.00 696961.00 29.86251
 7467602.00 696961.00 23.13700 7467702.00 696961.00 16.94999
 7467802.00 696961.00 14.49247 7467902.00 696961.00 14.49301
 7468002.00 696961.00 14.63912 7468102.00 696961.00 14.08271
 7468202.00 696961.00 12.95133 7468302.00 696961.00 11.59502
 7468402.00 696961.00 10.25640 7468502.00 696961.00 9.04096
 7466602.00 697071.00 6.47804 7466702.00 697071.00 7.65121
 7466802.00 697071.00 9.41603 7466902.00 697071.00 12.09534
 7467002.00 697071.00 16.06965 7467102.00 697071.00 21.22139
 7467202.00 697071.00 25.44247 7467302.00 697071.00 25.88788
 7467402.00 697071.00 23.38587 7467502.00 697071.00 19.49797
 7467602.00 697071.00 15.34298 7467702.00 697071.00 12.47268
 7467802.00 697071.00 12.54672 7467902.00 697071.00 13.88570
 7468002.00 697071.00 14.47860 7468102.00 697071.00 13.54781
 7468202.00 697071.00 11.85413 7468302.00 697071.00 10.09462
 7468402.00 697071.00 8.56583 7468502.00 697071.00 7.32923

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 10

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE PERIOD (8736 HRS) AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***

INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC

7466602.00	697181.00	6.18085	7466702.00	697181.00	7.14368
7466802.00	697181.00	8.51735	7466902.00	697181.00	10.43048
7467002.00	697181.00	12.88350	7467102.00	697181.00	15.24340
7467202.00	697181.00	15.85412	7467302.00	697181.00	14.16986
7467402.00	697181.00	11.27545	7467502.00	697181.00	8.19437
7467602.00	697181.00	6.40072	7467702.00	697181.00	6.71036
7467802.00	697181.00	8.53573	7467902.00	697181.00	10.41665
7468002.00	697181.00	11.29673	7468102.00	697181.00	10.53851
7468202.00	697181.00	9.05231	7468302.00	697181.00	7.59464
7468402.00	697181.00	6.40982	7468502.00	697181.00	5.50761
7466602.00	697291.00	6.27219	7466702.00	697291.00	7.17682
7466802.00	697291.00	8.44405	7466902.00	697291.00	10.13719
7467002.00	697291.00	12.08849	7467102.00	697291.00	13.34492
7467202.00	697291.00	12.40380	7467302.00	697291.00	10.10826
7467402.00	697291.00	7.22071	7467502.00	697291.00	4.25199
7467602.00	697291.00	2.77552	7467702.00	697291.00	3.61292
7467802.00	697291.00	5.15546	7467902.00	697291.00	6.52015
7468002.00	697291.00	7.28177	7468102.00	697291.00	6.96987
7468202.00	697291.00	6.15131	7468302.00	697291.00	5.31725
7468402.00	697291.00	4.62522	7468502.00	697291.00	4.08926
7466602.00	697401.00	6.69189	7466702.00	697401.00	7.64556
7466802.00	697401.00	8.97966	7466902.00	697401.00	10.76889
7467002.00	697401.00	12.88542	7467102.00	697401.00	14.55432
7467202.00	697401.00	14.44110	7467302.00	697401.00	12.81253
7467402.00	697401.00	10.37878	7467502.00	697401.00	7.50112
7467602.00	697401.00	5.17070	7467702.00	697401.00	4.45505
7467802.00	697401.00	4.64434	7467902.00	697401.00	4.92283
7468002.00	697401.00	5.02095	7468102.00	697401.00	4.78302
7468202.00	697401.00	4.35184	7468302.00	697401.00	3.90465
7468402.00	697401.00	3.51440	7468502.00	697401.00	3.19538
7466602.00	697511.00	7.29157	7466702.00	697511.00	8.27765
7466802.00	697511.00	9.61192	7466902.00	697511.00	11.36295
7467002.00	697511.00	13.45199	7467102.00	697511.00	15.38557
7467202.00	697511.00	16.18570	7467302.00	697511.00	15.56812
7467402.00	697511.00	13.99473	7467502.00	697511.00	11.68793
7467602.00	697511.00	9.15208	7467702.00	697511.00	7.29180
7467802.00	697511.00	6.20371	7467902.00	697511.00	5.35881
7468002.00	697511.00	4.63999	7468102.00	697511.00	4.05669
7468202.00	697511.00	3.59495	7468302.00	697511.00	3.23584
7468402.00	697511.00	2.95441	7468502.00	697511.00	2.72959

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 11

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE PERIOD (8736 HRS) AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***

INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC

7466602.00	697621.00	7.90670	7466702.00	697621.00	8.80493
7466802.00	697621.00	9.95056	7466902.00	697621.00	11.37966
7467002.00	697621.00	13.02345	7467102.00	697621.00	14.59833
7467202.00	697621.00	15.63597	7467302.00	697621.00	15.83591
7467402.00	697621.00	15.19951	7467502.00	697621.00	13.71311
7467602.00	697621.00	11.65909	7467702.00	697621.00	9.55765
7467802.00	697621.00	7.69405	7467902.00	697621.00	6.07383
7468002.00	697621.00	4.83299	7468102.00	697621.00	3.96724
7468202.00	697621.00	3.37801	7468302.00	697621.00	2.98470
7468402.00	697621.00	2.71777	7468502.00	697621.00	2.52516
7466602.00	697730.00	8.35262	7466702.00	697730.00	9.05821
7466802.00	697730.00	9.90784	7466902.00	697730.00	10.91076

7467002.00 697730.00 12.00771 7467102.00 697730.00 13.04137
 7467202.00 697730.00 13.80213 7467302.00 697730.00 14.11852
 7467402.00 697730.00 13.88231 7467502.00 697730.00 12.96892
 7467602.00 697730.00 11.49503 7467702.00 697730.00 9.75516
 7467802.00 697730.00 7.96827 7467902.00 697730.00 6.29652
 7468002.00 697730.00 4.97282 7468102.00 697730.00 4.03728
 7468202.00 697730.00 3.38817 7468302.00 697730.00 2.94608
 7468402.00 697730.00 2.65172 7468500.00 697730.00 2.45645

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 12

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 1-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

 7466600.00 696740.00 326.17923 (07062603) 7466700.00 696740.00 342.28790 (07071403)
 7466800.00 696740.00 344.17804 (07050603) 7466900.00 696740.00 343.85123 (07061103)
 7467000.00 696740.00 342.36914 (07081104) 7467100.00 696740.00 352.92886 (07091903)
 7467200.00 696740.00 350.49268 (07041611) 7467300.00 696740.00 337.91342 (07110804)
 7467400.00 696740.00 330.01593 (07010102) 7467500.00 696740.00 326.72964 (07090604)
 7467600.00 696740.00 326.23553 (07111504) 7467700.00 696740.00 324.13071 (07042311)
 7467800.00 696740.00 339.00113 (07092004) 7467902.00 696740.00 351.37646 (07041504)
 7468002.00 696741.00 352.43399 (07101104) 7468102.00 696741.00 339.95435 (07050311)
 7468202.00 696741.00 334.34790 (07060112) 7468302.00 696741.00 346.73468 (07010113)
 7468402.00 696741.00 331.36450 (07012613) 7468502.00 696741.00 319.77560 (07062303)
 7466602.00 696851.00 345.49057 (07050102) 7466702.00 696851.00 356.21021 (07041903)
 7466802.00 696851.00 357.58322 (07062603) 7466902.00 696851.00 353.43597 (07100204)
 7467002.00 696851.00 375.53455 (07051204) 7467102.00 696851.00 377.78070 (07062611)
 7467202.00 696851.00 356.76886 (07052104) 7467302.00 696851.00 363.25348 (07071603)
 7467402.00 696851.00 349.78690 (07081105) 7467502.00 696851.00 340.43005 (07050805)
 7467602.00 696851.00 341.26575 (07042704) 7467702.00 696851.00 351.36832 (07040808)
 7467802.00 696851.00 359.77252 (07012011) 7467902.00 696851.00 360.64865 (07071011)
 7468002.00 696851.00 376.64615 (07050311) 7468102.00 696851.00 368.31549 (07112504)
 7468202.00 696851.00 350.30203 (07031504) 7468302.00 696851.00 350.02753 (07062303)
 7468402.00 696851.00 345.18552 (07010503) 7468502.00 696851.00 331.33041 (07062112)
 7466602.00 696961.00 380.36737 (07053101) 7466702.00 696961.00 377.39078 (07053101)
 7466802.00 696961.00 366.78268 (07112102) 7466902.00 696961.00 381.16824 (07042604)
 7467002.00 696961.00 400.07422 (07111903) 7467102.00 696961.00 386.65857 (07100204)
 7467202.00 696961.00 383.13489 (07090705) 7467302.00 696961.00 350.18411 (07111506)
 7467402.00 696961.00 305.00613 (07011407) 7467502.00 696961.00 262.88614 (07061605)
 7467602.00 696961.00 267.42197 (07050104) 7467702.00 696961.00 311.11099 (07080607)
 7467802.00 696961.00 355.86914 (07121505) 7467902.00 696961.00 384.82626 (07090306)
 7468002.00 696961.00 391.11761 (07031504) 7468102.00 696961.00 390.58569 (07042911)
 7468202.00 696961.00 376.94406 (07011612) 7468302.00 696961.00 366.75699 (07042503)
 7468402.00 696961.00 362.71829 (07042503) 7468502.00 696961.00 362.79068 (07031401)
 7466602.00 697071.00 362.76999 (07022003) 7466702.00 697071.00 371.63168 (07022003)
 7466802.00 697071.00 368.18042 (07012203) 7466902.00 697071.00 399.07373 (07091511)
 7467002.00 697071.00 404.48926 (07122012) 7467102.00 697071.00 399.79874 (07012810)
 7467202.00 697071.00 371.19196 (07011410) 7467302.00 697071.00 308.07321 (07012806)
 7467402.00 697071.00 233.25270 (07012907) 7467502.00 697071.00 160.70085 (07020505)
 7467602.00 697071.00 168.98459 (07022404) 7467702.00 697071.00 243.36935 (07101005)
 7467802.00 697071.00 317.24783 (07012811) 7467902.00 697071.00 376.83847 (07010407)
 7468002.00 697071.00 398.49197 (07030505) 7468102.00 697071.00 412.07166 (07020704)
 7468202.00 697071.00 396.71609 (07092203) 7468302.00 697071.00 369.52466 (07080402)
 7468402.00 697071.00 374.05267 (07080402) 7468502.00 697071.00 360.75745 (07080402)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 13

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 1-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```

-----
7466602.00 697181.00 361.58850 (07031202) 7466702.00 697181.00 373.09781 (07031202)
7466802.00 697181.00 367.73132 (07031202) 7466902.00 697181.00 394.10703 (07122604)
7467002.00 697181.00 405.83292 (07122604) 7467102.00 697181.00 403.64078 (07110505)
7467202.00 697181.00 352.92834 (07100109) 7467302.00 697181.00 276.08893 (07020409)
7467402.00 697181.00 183.41821 (07022808) 7467502.00 697181.00 90.91299 (07020304)
7467602.00 697181.00 101.37473 (07010407) 7467702.00 697181.00 196.26534 (07010309)
7467802.00 697181.00 287.14096 (07010708) 7467902.00 697181.00 360.91574 (07120510)
7468002.00 697181.00 404.98694 (07092806) 7468102.00 697181.00 414.24539 (07090603)
7468202.00 697181.00 403.95316 (07092011) 7468302.00 697181.00 369.23694 (07092011)
7468402.00 697181.00 364.49213 (07122913) 7468502.00 697181.00 354.43991 (07090612)
7466602.00 697291.00 366.90076 (07051603) 7466702.00 697291.00 375.17792 (07051603)
7466802.00 697291.00 374.26801 (07041011) 7466902.00 697291.00 406.50510 (07041011)
7467002.00 697291.00 408.83582 (07041011) 7467102.00 697291.00 403.23340 (07041609)
7467202.00 697291.00 349.75330 (07041609) 7467302.00 697291.00 272.21085 (07022505)
7467402.00 697291.00 177.18431 (07022405) 7467502.00 697291.00 80.05769 (07081909)
7467602.00 697291.00 91.14561 (07070805) 7467702.00 697291.00 190.06641 (07010410)
7467802.00 697291.00 282.97269 (07010410) 7467902.00 697291.00 358.95300 (07091407)
7468002.00 697291.00 405.09531 (07091407) 7468102.00 697291.00 411.20148 (07051911)
7468202.00 697291.00 403.47702 (07051911) 7468302.00 697291.00 369.12112 (07051911)
7468402.00 697291.00 366.90439 (07040503) 7468502.00 697291.00 354.55222 (07030413)
7466602.00 697401.00 364.13242 (07110503) 7466702.00 697401.00 372.02948 (07110503)
7466802.00 697401.00 368.13043 (07091703) 7466902.00 697401.00 402.60034 (07121904)
7467002.00 697401.00 412.50513 (07100803) 7467102.00 697401.00 403.05466 (07040104)
7467202.00 697401.00 365.35367 (07081909) 7467302.00 697401.00 297.42505 (07061710)
7467402.00 697401.00 217.39061 (07020209) 7467502.00 697401.00 139.18484 (07022806)
7467602.00 697401.00 148.13495 (07092707) 7467702.00 697401.00 228.26274 (07122610)
7467802.00 697401.00 307.49878 (07121811) 7467902.00 697401.00 373.30267 (07030511)
7468002.00 697401.00 401.39481 (07070805) 7468102.00 697401.00 412.66559 (07121303)
7468202.00 697401.00 398.59427 (07121303) 7468302.00 697401.00 365.48096 (07072503)
7468402.00 697401.00 357.89410 (07072503) 7468502.00 697401.00 333.52014 (07040503)
7466602.00 697511.00 353.42697 (07022303) 7466702.00 697511.00 365.09735 (07101201)
7466802.00 697511.00 368.63223 (07101201) 7466902.00 697511.00 384.89569 (07033104)
7467002.00 697511.00 396.28784 (07041904) 7467102.00 697511.00 386.29721 (07081511)
7467202.00 697511.00 382.84933 (07092305) 7467302.00 697511.00 340.24469 (07081405)
7467402.00 697511.00 286.57990 (07112704) 7467502.00 697511.00 235.06659 (07031507)
7467602.00 697511.00 240.83781 (07120111) 7467702.00 697511.00 293.71585 (07031206)
7467802.00 697511.00 346.71878 (07030411) 7467902.00 697511.00 385.98645 (07021711)
7468002.00 697511.00 390.91351 (07031112) 7468102.00 697511.00 393.40561 (07101612)
7468202.00 697511.00 382.68365 (07101612) 7468302.00 697511.00 366.81967 (07040712)
7468402.00 697511.00 356.03714 (07021513) 7468502.00 697511.00 352.41376 (07091103)

```

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 14

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 1-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```

-----
7466602.00 697621.00 347.31995 (07051703) 7466702.00 697621.00 359.46277 (07050503)
7466802.00 697621.00 358.77966 (07060303) 7466902.00 697621.00 360.66919 (07081511)
7467002.00 697621.00 382.79135 (07090204) 7467102.00 697621.00 381.02808 (07050904)
7467202.00 697621.00 365.60257 (07050406) 7467302.00 697621.00 363.13422 (07101204)
7467402.00 697621.00 345.32944 (07112608) 7467502.00 697621.00 329.96750 (07022606)
7467602.00 697621.00 331.24438 (07122810) 7467702.00 697621.00 347.44476 (07030606)
7467802.00 697621.00 364.57422 (07122911) 7467902.00 697621.00 363.86917 (07110408)
7468002.00 697621.00 380.72949 (07091711) 7468102.00 697621.00 379.01520 (07010304)
7468202.00 697621.00 357.21567 (07031112) 7468302.00 697621.00 361.25079 (07061712)
7468402.00 697621.00 347.74396 (07121613) 7468502.00 697621.00 341.99939 (07040712)
7466602.00 697730.00 333.38657 (07060303) 7466702.00 697730.00 344.94543 (07022402)
7466802.00 697730.00 351.58112 (07020403) 7466902.00 697730.00 346.17932 (07040202)
7467002.00 697730.00 351.71503 (07050904) 7467102.00 697730.00 361.02087 (07063003)
7467202.00 697730.00 354.37109 (07111703) 7467302.00 697730.00 335.27869 (07040611)
7467402.00 697730.00 336.00360 (07101804) 7467502.00 697730.00 336.13644 (07020210)
7467602.00 697730.00 336.19595 (07020511) 7467702.00 697730.00 335.55154 (07121804)

```

7467802.00 697730.00 339.13351 (07022403) 7467902.00 697730.00 353.08115 (07091311)
 7468002.00 697730.00 359.30975 (07102504) 7468102.00 697730.00 349.19510 (07091711)
 7468202.00 697730.00 345.42703 (07040812) 7468302.00 697730.00 342.63885 (07040812)
 7468402.00 697730.00 334.84995 (07122613) 7468500.00 697730.00 332.22781 (07061712)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 15

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 3-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

 7466600.00 696740.00 149.14665 (07122012) 7466700.00 696740.00 155.49553 (07122012)
 7466800.00 696740.00 209.72832 (07061012) 7466900.00 696740.00 266.55920 (07061012)
 7467000.00 696740.00 294.88126 (07061012) 7467100.00 696740.00 289.58536 (07021306)
 7467200.00 696740.00 309.50232 (07050206) 7467300.00 696740.00 311.97287 (07013006)
 7467400.00 696740.00 316.62512 (07040406) 7467500.00 696740.00 301.95956 (07040906)
 7467600.00 696740.00 299.91876 (07040906) 7467700.00 696740.00 276.07880 (07082012)
 7467800.00 696740.00 255.02116 (07050812) 7467902.00 696740.00 251.33838 (07052412)
 7468002.00 696741.00 260.08990 (07052412) 7468102.00 696741.00 231.44234 (07052412)
 7468202.00 696741.00 190.10588 (07082612) 7468302.00 696741.00 174.05849 (07082612)
 7468402.00 696741.00 161.53752 (07042912) 7468502.00 696741.00 154.33815 (07042012)
 7466602.00 696851.00 177.73199 (07122012) 7466702.00 696851.00 201.26967 (07122012)
 7466802.00 696851.00 220.87532 (07122012) 7466902.00 696851.00 233.69173 (07052209)
 7467002.00 696851.00 289.26056 (07061012) 7467102.00 696851.00 316.83838 (07110706)
 7467202.00 696851.00 345.42310 (07062009) 7467302.00 696851.00 350.79990 (07011609)
 7467402.00 696851.00 337.83047 (07042709) 7467502.00 696851.00 323.10388 (07040906)
 7467602.00 696851.00 320.05826 (07040906) 7467702.00 696851.00 283.01068 (07110209)
 7467802.00 696851.00 301.48157 (07112509) 7467902.00 696851.00 291.70239 (07112509)
 7468002.00 696851.00 276.64935 (07022412) 7468102.00 696851.00 233.76976 (07022412)
 7468202.00 696851.00 197.94843 (07042012) 7468302.00 696851.00 197.18762 (07042012)
 7468402.00 696851.00 180.41650 (07042012) 7468502.00 696851.00 155.67668 (07042012)
 7466602.00 696961.00 177.55772 (07122012) 7466702.00 696961.00 216.68990 (07122012)
 7466802.00 696961.00 260.44220 (07122012) 7466902.00 696961.00 302.88431 (07122012)
 7467002.00 696961.00 330.47638 (07122012) 7467102.00 696961.00 366.37277 (07052209)
 7467202.00 696961.00 365.85703 (07052209) 7467302.00 696961.00 338.90747 (07062009)
 7467402.00 696961.00 297.00211 (07071709) 7467502.00 696961.00 257.32352 (07092009)
 7467602.00 696961.00 247.09230 (07040906) 7467702.00 696961.00 281.54877 (07112509)
 7467802.00 696961.00 313.84985 (07112509) 7467902.00 696961.00 296.44870 (07112509)
 7468002.00 696961.00 284.22330 (07110912) 7468102.00 696961.00 275.50107 (07110912)
 7468202.00 696961.00 251.90875 (07032712) 7468302.00 696961.00 217.96826 (07032712)
 7468402.00 696961.00 182.85970 (07032712) 7468502.00 696961.00 175.42354 (07042112)
 7466602.00 697071.00 176.78474 (07122606) 7466702.00 697071.00 208.34309 (07122606)
 7466802.00 697071.00 247.11153 (07122606) 7466902.00 697071.00 298.05826 (07122012)
 7467002.00 697071.00 358.74631 (07122012) 7467102.00 697071.00 385.30441 (07060109)
 7467202.00 697071.00 359.72464 (07060109) 7467302.00 697071.00 295.69824 (07052209)
 7467402.00 697071.00 229.58702 (07052209) 7467502.00 697071.00 157.17351 (07062009)
 7467602.00 697071.00 155.22789 (07112509) 7467702.00 697071.00 200.49184 (07112509)
 7467802.00 697071.00 261.65836 (07011809) 7467902.00 697071.00 322.70206 (07110912)
 7468002.00 697071.00 348.47244 (07110912) 7468102.00 697071.00 319.24890 (07110912)
 7468202.00 697071.00 270.12488 (07110912) 7468302.00 697071.00 226.57841 (07042112)
 7468402.00 697071.00 216.27637 (07042112) 7468502.00 697071.00 198.89351 (07042112)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 16

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 3-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

7466602.00 697181.00 191.67772 (07083106) 7466702.00 697181.00 222.60823 (07083106)
 7466802.00 697181.00 261.26453 (07083106) 7466902.00 697181.00 305.28622 (07083106)
 7467002.00 697181.00 351.60266 (07083109) 7467102.00 697181.00 370.96338 (07083109)
 7467202.00 697181.00 322.22095 (07083109) 7467302.00 697181.00 249.22975 (07083109)
 7467402.00 697181.00 169.47424 (07060109) 7467502.00 697181.00 87.76026 (07060109)
 7467602.00 697181.00 92.85226 (07011809) 7467702.00 697181.00 166.10976 (07011809)
 7467802.00 697181.00 224.88399 (07011809) 7467902.00 697181.00 268.03439 (07011809)
 7468002.00 697181.00 284.09076 (07121912) 7468102.00 697181.00 265.23758 (07123012)
 7468202.00 697181.00 242.66585 (07090612) 7468302.00 697181.00 233.97643 (07090612)
 7468402.00 697181.00 219.38130 (07090612) 7468502.00 697181.00 202.33531 (07090612)
 7466602.00 697291.00 180.81569 (07083106) 7466702.00 697291.00 209.51204 (07083106)
 7466802.00 697291.00 244.99577 (07083106) 7466902.00 697291.00 284.47937 (07083106)
 7467002.00 697291.00 337.29141 (07083109) 7467102.00 697291.00 356.30078 (07083109)
 7467202.00 697291.00 309.01804 (07083109) 7467302.00 697291.00 239.89638 (07083109)
 7467402.00 697291.00 155.39742 (07083109) 7467502.00 697291.00 67.33799 (07090106)
 7467602.00 697291.00 61.45601 (07011812) 7467702.00 697291.00 125.22046 (07011812)
 7467802.00 697291.00 181.19698 (07011812) 7467902.00 697291.00 226.00281 (07011812)
 7468002.00 697291.00 248.10376 (07021412) 7468102.00 697291.00 250.86519c (07022212)
 7468202.00 697291.00 232.98065 (07090612) 7468302.00 697291.00 225.02362 (07090612)
 7468402.00 697291.00 209.42517 (07090612) 7468502.00 697291.00 191.39101 (07090612)
 7466602.00 697401.00 160.82634 (07100803) 7466702.00 697401.00 180.95049 (07100803)
 7466802.00 697401.00 198.32294 (07100803) 7466902.00 697401.00 235.05968 (07100909)
 7467002.00 697401.00 280.34192 (07100909) 7467102.00 697401.00 298.37646 (07100909)
 7467202.00 697401.00 269.56927 (07100106) 7467302.00 697401.00 238.02217 (07100106)
 7467402.00 697401.00 187.24791 (07100106) 7467502.00 697401.00 116.43154 (07052009)
 7467602.00 697401.00 98.85812 (07031206) 7467702.00 697401.00 123.82028 (07010412)
 7467802.00 697401.00 177.83983 (07010412) 7467902.00 697401.00 220.93585 (07010412)
 7468002.00 697401.00 238.68797 (07010412) 7468102.00 697401.00 212.89758 (07010412)
 7468202.00 697401.00 201.05699 (07021412) 7468302.00 697401.00 181.41060 (07021412)
 7468402.00 697401.00 159.38475 (07021412) 7468502.00 697401.00 138.60825 (07021412)
 7466602.00 697511.00 169.58958 (07100803) 7466702.00 697511.00 177.45363 (07100803)
 7466802.00 697511.00 213.42912 (07101506) 7466902.00 697511.00 251.27234 (07101506)
 7467002.00 697511.00 279.54410 (07101506) 7467102.00 697511.00 335.76831 (07040506)
 7467202.00 697511.00 342.18234 (07040506) 7467302.00 697511.00 294.55801 (07040506)
 7467402.00 697511.00 239.80255 (07052009) 7467502.00 697511.00 228.02913 (07041709)
 7467602.00 697511.00 200.50908 (07041709) 7467702.00 697511.00 205.71394 (07110612)
 7467802.00 697511.00 191.31755 (07040606) 7467902.00 697511.00 180.96632 (07040606)
 7468002.00 697511.00 183.87910 (07010412) 7468102.00 697511.00 177.39557 (07010412)
 7468202.00 697511.00 154.70445 (07010412) 7468302.00 697511.00 129.06126 (07010412)
 7468402.00 697511.00 118.67905 (07021515) 7468502.00 697511.00 117.47125 (07091103)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 17

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 3-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

 7466602.00 697621.00 169.17754 (07101203) 7466702.00 697621.00 175.22874 (07101506)
 7466802.00 697621.00 193.45732 (07101506) 7466902.00 697621.00 233.50641 (07040506)
 7467002.00 697621.00 298.76431 (07040506) 7467102.00 697621.00 334.75235 (07040506)
 7467202.00 697621.00 312.35867 (07040506) 7467302.00 697621.00 300.33981 (07010912)
 7467402.00 697621.00 333.36777 (07041709) 7467502.00 697621.00 326.59668 (07041709)
 7467602.00 697621.00 283.43787 (07110612) 7467702.00 697621.00 303.58841 (07110612)
 7467802.00 697621.00 279.48157 (07110612) 7467902.00 697621.00 206.15459 (07040606)
 7468002.00 697621.00 163.44551 (07040606) 7468102.00 697621.00 133.74074 (07092512)
 7468202.00 697621.00 130.21021c (07031112) 7468302.00 697621.00 120.41693c (07061712)
 7468402.00 697621.00 115.91465 (07121615) 7468502.00 697621.00 113.99979c (07040712)
 7466602.00 697730.00 141.01385 (07100103) 7466702.00 697730.00 153.32332 (07040506)
 7466802.00 697730.00 196.69191 (07040506) 7466902.00 697730.00 241.22417 (07040506)
 7467002.00 697730.00 270.96530 (07040506) 7467102.00 697730.00 266.26889 (07040506)
 7467202.00 697730.00 283.94394 (07010912) 7467302.00 697730.00 297.17282 (07020812)
 7467402.00 697730.00 333.47617 (07041709) 7467502.00 697730.00 321.47241 (07041709)
 7467602.00 697730.00 281.65927 (07110612) 7467702.00 697730.00 313.90793 (07110612)
 7467802.00 697730.00 299.12222 (07110612) 7467902.00 697730.00 231.78795 (07110612)
 7468002.00 697730.00 159.49892 (07040606) 7468102.00 697730.00 131.47002 (07092512)
 7468202.00 697730.00 123.02090 (07092512) 7468302.00 697730.00 127.48651 (07111315)
 7468402.00 697730.00 120.72028 (07111315) 7468500.00 697730.00 110.74261c (07061712)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 18

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 8-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```
-----
7466600.00 696740.00 107.85783c (07071408) 7466700.00 696740.00 123.79840c (07071408)
7466800.00 696740.00 135.79579c (07071408) 7466900.00 696740.00 160.71550c (07060608)
7467000.00 696740.00 207.29720c (07050208) 7467100.00 696740.00 257.59357c (07050208)
7467200.00 696740.00 271.97726c (07050208) 7467300.00 696740.00 245.89827c (07050208)
7467400.00 696740.00 234.45717c (07060808) 7467500.00 696740.00 217.68144c (07091508)
7467600.00 696740.00 183.28535c (07091508) 7467700.00 696740.00 176.68341c (07101308)
7467800.00 696740.00 205.74333c (07101308) 7467902.00 696740.00 207.71815c (07101308)
7468002.00 696741.00 188.50842c (07101308) 7468102.00 696741.00 155.45772c (07101308)
7468202.00 696741.00 118.32222c (07121508) 7468302.00 696741.00 111.56936c (07121508)
7468402.00 696741.00 96.66985c (07121508) 7468502.00 696741.00 88.91989c (07081616)
7466602.00 696851.00 89.72247c (07052308) 7466702.00 696851.00 113.85789c (07071408)
7466802.00 696851.00 139.89722c (07071408) 7466902.00 696851.00 163.63080c (07071408)
7467002.00 696851.00 206.28722c (07060608) 7467102.00 696851.00 250.16634c (07050208)
7467202.00 696851.00 295.06223c (07050208) 7467302.00 696851.00 286.88544c (07050208)
7467402.00 696851.00 252.41518c (07060808) 7467502.00 696851.00 235.12865c (07060808)
7467602.00 696851.00 186.22362c (07060808) 7467702.00 696851.00 212.96245c (07101308)
7467802.00 696851.00 234.72603c (07101308) 7467902.00 696851.00 219.08966c (07101308)
7468002.00 696851.00 180.32646c (07101308) 7468102.00 696851.00 134.49117c (07020308)
7468202.00 696851.00 119.30212c (07121508) 7468302.00 696851.00 99.41557c (07031816)
7468402.00 696851.00 87.85348 (07122716) 7468502.00 696851.00 83.44677 (07122716)
7466602.00 696961.00 128.88812c (07052308) 7466702.00 696961.00 135.80807c (07052308)
7466802.00 696961.00 141.63445c (07052308) 7466902.00 696961.00 147.68562c (07071408)
7467002.00 696961.00 187.51624c (07060608) 7467102.00 696961.00 248.00578c (07060608)
7467202.00 696961.00 266.69342c (07060608) 7467302.00 696961.00 260.18341c (07050208)
7467402.00 696961.00 229.70099c (07050208) 7467502.00 696961.00 193.15503c (07060808)
7467602.00 696961.00 165.37038c (07092008) 7467702.00 696961.00 192.59892c (07101308)
7467802.00 696961.00 205.36078c (07101308) 7467902.00 696961.00 180.73067c (07101308)
7468002.00 696961.00 157.73671c (07031816) 7468102.00 696961.00 144.44601c (07031816)
7468202.00 696961.00 117.24226c (07031816) 7468302.00 696961.00 102.91125 (07032716)
7468402.00 696961.00 92.41902 (07032716) 7468502.00 696961.00 82.76625c (07042116)
7466602.00 697071.00 148.14261c (07052308) 7466702.00 697071.00 164.95331c (07052308)
7466802.00 697071.00 182.22643c (07052308) 7466902.00 697071.00 197.68568c (07052308)
7467002.00 697071.00 206.71724c (07052308) 7467102.00 697071.00 199.68401c (07052308)
7467202.00 697071.00 209.40935c (07060608) 7467302.00 697071.00 190.73228c (07060608)
7467402.00 697071.00 155.41071c (07060608) 7467502.00 697071.00 112.83158c (07050208)
7467602.00 697071.00 102.42388c (07092008) 7467702.00 697071.00 114.31178c (07092008)
7467802.00 697071.00 132.33090c (07011808) 7467902.00 697071.00 159.13429c (07010408)
7468002.00 697071.00 164.27965c (07010408) 7468102.00 697071.00 146.97011 (07123016)
7468202.00 697071.00 131.45560 (07123016) 7468302.00 697071.00 115.00031 (07123016)
7468402.00 697071.00 100.46439 (07123016) 7468502.00 697071.00 90.99969c (07042116)
```

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 19

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 8-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```
-----
7466602.00 697181.00 158.72775 (07083108) 7466702.00 697181.00 176.18605 (07083108)
7466802.00 697181.00 198.38338 (07083108) 7466902.00 697181.00 224.00082 (07083108)
7467002.00 697181.00 245.75110 (07083108) 7467102.00 697181.00 243.92560 (07083108)
7467202.00 697181.00 204.43219 (07083108) 7467302.00 697181.00 152.47498 (07083108)
```

7467402.00 697181.00 94.97344 (07083108) 7467502.00 697181.00 52.93962c (07060608)
 7467602.00 697181.00 46.86789c (07010408) 7467702.00 697181.00 85.08480c (07010408)
 7467802.00 697181.00 116.11975c (07010408) 7467902.00 697181.00 139.20851c (07010408)
 7468002.00 697181.00 148.95955 (07123016) 7468102.00 697181.00 141.55588 (07123016)
 7468202.00 697181.00 124.15624 (07123016) 7468302.00 697181.00 112.63412c (07022216)
 7468402.00 697181.00 100.91688c (07022216) 7468502.00 697181.00 89.11936c (07022216)
 7466602.00 697291.00 156.94250 (07083108) 7466702.00 697291.00 174.48514 (07083108)
 7466802.00 697291.00 195.21408 (07083108) 7466902.00 697291.00 217.10342 (07083108)
 7467002.00 697291.00 233.31491 (07083108) 7467102.00 697291.00 226.92180 (07083108)
 7467202.00 697291.00 187.01955 (07083108) 7467302.00 697291.00 137.50755 (07083108)
 7467402.00 697291.00 88.98426c (07090108) 7467502.00 697291.00 41.50496c (07090108)
 7467602.00 697291.00 33.62919 (07010416) 7467702.00 697291.00 69.33640 (07010416)
 7467802.00 697291.00 100.99725 (07011816) 7467902.00 697291.00 126.97314 (07011816)
 7468002.00 697291.00 140.41095 (07011816) 7468102.00 697291.00 141.16005c (07022216)
 7468202.00 697291.00 130.98999c (07022216) 7468302.00 697291.00 115.49950c (07022216)
 7468402.00 697291.00 99.88028c (07022216) 7468502.00 697291.00 86.01920c (07022216)
 7466602.00 697401.00 120.23742 (07083108) 7466702.00 697401.00 129.29550 (07083108)
 7466802.00 697401.00 138.34892 (07083108) 7466902.00 697401.00 148.06075c (07051408)
 7467002.00 697401.00 171.05156 (07100108) 7467102.00 697401.00 203.33514 (07100108)
 7467202.00 697401.00 204.55313 (07100108) 7467302.00 697401.00 174.36884 (07100108)
 7467402.00 697401.00 130.18756 (07100108) 7467502.00 697401.00 77.26895 (07100108)
 7467602.00 697401.00 66.19336 (07040608) 7467702.00 697401.00 80.40517 (07040608)
 7467802.00 697401.00 91.75258 (07010416) 7467902.00 697401.00 115.92897 (07010416)
 7468002.00 697401.00 127.97736 (07010416) 7468102.00 697401.00 117.39237 (07010416)
 7468202.00 697401.00 101.06283c (07022216) 7468302.00 697401.00 90.91181c (07022216)
 7468402.00 697401.00 82.02827 (07032416) 7468502.00 697401.00 75.26548 (07032416)
 7466602.00 697511.00 100.13989c (07051408) 7466702.00 697511.00 108.84815 (07100108)
 7466802.00 697511.00 138.38031 (07100108) 7466902.00 697511.00 173.79405 (07100108)
 7467002.00 697511.00 211.70297 (07100108) 7467102.00 697511.00 241.03148 (07100108)
 7467202.00 697511.00 238.25580 (07100108) 7467302.00 697511.00 201.76772 (07100108)
 7467402.00 697511.00 149.62601 (07100108) 7467502.00 697511.00 132.34807 (07041708)
 7467602.00 697511.00 118.38249 (07041708) 7467702.00 697511.00 140.58002 (07040608)
 7467802.00 697511.00 151.24933 (07040608) 7467902.00 697511.00 134.21255 (07040608)
 7468002.00 697511.00 104.89130 (07082208) 7468102.00 697511.00 94.00337 (07082208)
 7468202.00 697511.00 78.70308 (07010416) 7468302.00 697511.00 72.61656 (07032316)
 7468402.00 697511.00 72.44896 (07032316) 7468502.00 697511.00 68.61739 (07032316)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 20
 CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 8-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

 7466602.00 697621.00 106.43086 (07100108) 7466702.00 697621.00 127.88712 (07100108)
 7466802.00 697621.00 151.51047 (07100108) 7466902.00 697621.00 175.45888 (07100108)
 7467002.00 697621.00 196.05075 (07100108) 7467102.00 697621.00 205.47456 (07100108)
 7467202.00 697621.00 192.40875 (07100108) 7467302.00 697621.00 174.04117 (07052008)
 7467402.00 697621.00 205.87910 (07041708) 7467502.00 697621.00 203.77777 (07041708)
 7467602.00 697621.00 175.41159 (07041708) 7467702.00 697621.00 160.10555 (07040608)
 7467802.00 697621.00 174.34879 (07040608) 7467902.00 697621.00 158.19073 (07040608)
 7468002.00 697621.00 118.15258 (07040608) 7468102.00 697621.00 83.02193 (07082208)
 7468202.00 697621.00 73.67670 (07082208) 7468302.00 697621.00 66.03763 (07122616)
 7468402.00 697621.00 55.05792 (07122616) 7468502.00 697621.00 54.77648 (07032316)
 7466602.00 697730.00 115.73071 (07100108) 7466702.00 697730.00 129.12953 (07100108)
 7466802.00 697730.00 140.66376 (07100108) 7466902.00 697730.00 149.21661 (07100108)
 7467002.00 697730.00 152.79137 (07100108) 7467102.00 697730.00 147.36057 (07100108)
 7467202.00 697730.00 157.50414 (07052008) 7467302.00 697730.00 196.14246 (07041708)
 7467402.00 697730.00 226.01694 (07041708) 7467502.00 697730.00 219.99773 (07041708)
 7467602.00 697730.00 180.86833 (07041708) 7467702.00 697730.00 156.25508c (07120708)
 7467802.00 697730.00 153.82471 (07040608) 7467902.00 697730.00 146.06230 (07040608)
 7468002.00 697730.00 119.25571 (07040608) 7468102.00 697730.00 88.16830 (07040608)
 7468202.00 697730.00 71.48920 (07111316) 7468302.00 697730.00 65.09893 (07111316)
 7468402.00 697730.00 61.07020 (07122616) 7468500.00 697730.00 54.34887 (07122616)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 21
CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 24-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```

-----
7466600.00 696740.00 40.27582c (07080124) 7466700.00 696740.00 47.09283c (07080124)
7466800.00 696740.00 58.36945c (07060624) 7466900.00 696740.00 74.50269c (07070424)
7467000.00 696740.00 91.73305c (07070424) 7467100.00 696740.00 102.52953c (07070424)
7467200.00 696740.00 104.88470 (07013024) 7467300.00 696740.00 111.12540 (07013024)
7467400.00 696740.00 101.53757c (07031724) 7467500.00 696740.00 91.93943c (07091524)
7467600.00 696740.00 83.81931c (07091524) 7467700.00 696740.00 66.19261c (07091524)
7467800.00 696740.00 70.01366c (07101324) 7467900.00 696740.00 72.36625c (07101324)
7468000.00 696741.00 66.68581c (07101324) 7468100.00 696741.00 57.92083c (07112524)
7468200.00 696741.00 52.15375c (07112524) 7468300.00 696741.00 44.92783c (07112524)
7468400.00 696741.00 43.65569c (07010424) 7468500.00 696741.00 44.71658c (07010424)
7466602.00 696851.00 37.98977c (07062624) 7466702.00 696851.00 40.40974c (07071424)
7466802.00 696851.00 51.81586c (07071424) 7466902.00 696851.00 70.14417c (07060624)
7467002.00 696851.00 92.51978c (07060624) 7467102.00 696851.00 111.43607c (07070424)
7467202.00 696851.00 122.64254c (07070424) 7467302.00 696851.00 119.34659 (07013024)
7467402.00 696851.00 111.86892 (07013024) 7467502.00 696851.00 101.43513c (07031724)
7467602.00 696851.00 84.97254c (07091524) 7467702.00 696851.00 73.28949c (07101324)
7467802.00 696851.00 82.55322c (07101324) 7467902.00 696851.00 80.44779c (07112524)
7468002.00 696851.00 75.32894c (07112524) 7468102.00 696851.00 66.00775c (07112524)
7468202.00 696851.00 54.58091c (07020324) 7468302.00 696851.00 52.68557c (07011824)
7468402.00 696851.00 52.54623c (07011824) 7468502.00 696851.00 51.34896c (07011824)
7466602.00 696961.00 53.92565 (07083124) 7466702.00 696961.00 55.05130 (07083124)
7466802.00 696961.00 55.76925 (07083124) 7466902.00 696961.00 55.03133 (07083124)
7467002.00 696961.00 80.86366c (07060624) 7467102.00 696961.00 107.57961c (07060624)
7467202.00 696961.00 117.13725c (07060624) 7467302.00 696961.00 113.05185c (07070424)
7467402.00 696961.00 95.56033 (07013024) 7467502.00 696961.00 85.08047c (07031724)
7467602.00 696961.00 67.08385c (07050824) 7467702.00 696961.00 77.54913c (07112524)
7467802.00 696961.00 87.01009c (07112524) 7467902.00 696961.00 87.38170c (07112524)
7468002.00 696961.00 78.28309c (07112524) 7468102.00 696961.00 70.18794c (07011824)
7468202.00 696961.00 67.79533c (07011824) 7468302.00 696961.00 62.94274c (07011824)
7468402.00 696961.00 57.37460c (07011824) 7468502.00 696961.00 51.99169c (07011824)
7466602.00 697071.00 68.77328 (07083124) 7466702.00 697071.00 75.28721 (07083124)
7466802.00 697071.00 82.91673 (07083124) 7466902.00 697071.00 90.58656 (07083124)
7467002.00 697071.00 94.96069 (07083124) 7467102.00 697071.00 89.59678 (07083124)
7467202.00 697071.00 87.19334c (07060624) 7467302.00 697071.00 80.18904c (07060624)
7467402.00 697071.00 65.69601c (07060624) 7467502.00 697071.00 48.10501c (07070424)
7467602.00 697071.00 42.22856c (07112524) 7467702.00 697071.00 57.42699c (07112524)
7467802.00 697071.00 66.13934c (07112524) 7467902.00 697071.00 80.42567c (07011824)
7468002.00 697071.00 89.92406c (07011824) 7468102.00 697071.00 85.95589c (07011824)
7468202.00 697071.00 75.56934c (07011824) 7468302.00 697071.00 64.41631c (07011824)
7468402.00 697071.00 54.79144c (07011824) 7468502.00 697071.00 47.19590c (07011824)

```

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 22
CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 24-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

```

-----
7466602.00 697181.00 76.03358 (07083124) 7466702.00 697181.00 86.55129 (07083124)
7466802.00 697181.00 99.69339 (07083124) 7466902.00 697181.00 114.65631 (07083124)
7467002.00 697181.00 127.25335 (07083124) 7467102.00 697181.00 126.63772 (07083124)
7467202.00 697181.00 106.20617 (07083124) 7467302.00 697181.00 79.17240 (07083124)
7467402.00 697181.00 48.95572 (07083124) 7467502.00 697181.00 21.57849c (07060624)
7467602.00 697181.00 24.18325c (07011824) 7467702.00 697181.00 48.52854c (07011824)
7467802.00 697181.00 70.41844c (07011824) 7467902.00 697181.00 87.86436c (07011824)
7468002.00 697181.00 95.98836c (07011824) 7468102.00 697181.00 87.12996c (07011824)

```

7468202.00 697181.00 72.04627c (07011824) 7468302.00 697181.00 58.34487c (07011824)
 7468402.00 697181.00 47.84754c (07011824) 7468502.00 697181.00 40.51260c (07022224)
 7466602.00 697291.00 71.05821 (07083124) 7466702.00 697291.00 80.69913 (07083124)
 7466802.00 697291.00 92.40884 (07083124) 7466902.00 697291.00 105.39390 (07083124)
 7467002.00 697291.00 116.11731 (07083124) 7467102.00 697291.00 114.99181 (07083124)
 7467202.00 697291.00 95.83587 (07083124) 7467302.00 697291.00 71.37975 (07083124)
 7467402.00 697291.00 44.10964 (07083124) 7467502.00 697291.00 17.90227 (07100124)
 7467602.00 697291.00 20.46665c (07010424) 7467702.00 697291.00 41.62773c (07010424)
 7467802.00 697291.00 60.10526c (07010424) 7467902.00 697291.00 74.83228c (07010424)
 7468002.00 697291.00 81.77823c (07010424) 7468102.00 697291.00 73.81062c (07011824)
 7468202.00 697291.00 60.61370c (07011824) 7468302.00 697291.00 55.69323c (07022224)
 7468402.00 697291.00 50.85075c (07022224) 7468502.00 697291.00 45.75860c (07022224)
 7466602.00 697401.00 54.23874 (07083124) 7466702.00 697401.00 59.15110 (07083124)
 7466802.00 697401.00 64.37766 (07083124) 7466902.00 697401.00 69.46143 (07091824)
 7467002.00 697401.00 78.99325 (07091824) 7467102.00 697401.00 83.31681 (07100124)
 7467202.00 697401.00 82.59838 (07100124) 7467302.00 697401.00 70.01841c (07040524)
 7467402.00 697401.00 53.03701c (07040524) 7467502.00 697401.00 30.32302c (07040524)
 7467602.00 697401.00 26.19563c (07120724) 7467702.00 697401.00 29.34920c (07010424)
 7467802.00 697401.00 43.87571c (07010424) 7467902.00 697401.00 56.07038c (07010424)
 7468002.00 697401.00 62.76023c (07010424) 7468102.00 697401.00 58.75419c (07010424)
 7468202.00 697401.00 49.94547c (07010424) 7468302.00 697401.00 45.45849c (07022224)
 7468402.00 697401.00 42.88536c (07022224) 7468502.00 697401.00 39.82981c (07022224)
 7466602.00 697511.00 49.47377 (07091824) 7466702.00 697511.00 52.75380 (07091824)
 7466802.00 697511.00 57.15833 (07091824) 7466902.00 697511.00 69.67012 (07100124)
 7467002.00 697511.00 83.39603 (07100124) 7467102.00 697511.00 96.19852c (07040524)
 7467202.00 697511.00 94.79181c (07040524) 7467302.00 697511.00 80.19347c (07040524)
 7467402.00 697511.00 69.75940 (07041724) 7467502.00 697511.00 69.29835 (07041724)
 7467602.00 697511.00 61.72603 (07041724) 7467702.00 697511.00 51.07850c (07120724)
 7467802.00 697511.00 50.48169 (07040624) 7467902.00 697511.00 44.73812 (07040624)
 7468002.00 697511.00 38.69975 (07092524) 7468102.00 697511.00 39.29194c (07010424)
 7468202.00 697511.00 36.24639c (07010424) 7468302.00 697511.00 31.84289c (07010424)
 7468402.00 697511.00 27.45906c (07010424) 7468502.00 697511.00 26.22209c (07022224)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 23

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE 1ST HIGHEST 24-HR AVERAGE CONCENTRATION VALUES FOR SOURCE GROUP: ALL ***
 INCLUDING SOURCE(S): AREA1 ,

*** DISCRETE CARTESIAN RECEPTOR POINTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH) X-COORD (M) Y-COORD (M) CONC (YYMMDDHH)

 7466602.00 697621.00 49.22600 (07100124) 7466702.00 697621.00 55.82455 (07100124)
 7466802.00 697621.00 63.27916 (07100124) 7466902.00 697621.00 71.17637 (07100124)
 7467002.00 697621.00 81.69633c (07040524) 7467102.00 697621.00 88.34478c (07040524)
 7467202.00 697621.00 85.54043 (07060324) 7467302.00 697621.00 93.77445 (07041724)
 7467402.00 697621.00 109.92285 (07041724) 7467502.00 697621.00 108.17942 (07041724)
 7467602.00 697621.00 92.87210 (07041724) 7467702.00 697621.00 72.24712c (07120724)
 7467802.00 697621.00 60.93185 (07070224) 7467902.00 697621.00 52.73792 (07040624)
 7468002.00 697621.00 41.02515 (07092524) 7468102.00 697621.00 36.63401 (07092524)
 7468202.00 697621.00 30.25596 (07092524) 7468302.00 697621.00 26.26538 (07053024)
 7468402.00 697621.00 26.61142 (07053024) 7468502.00 697621.00 25.68810 (07053024)
 7466602.00 697730.00 53.96609 (07100124) 7466702.00 697730.00 57.29652 (07100124)
 7466802.00 697730.00 60.22104 (07100124) 7466902.00 697730.00 64.47163c (07040524)
 7467002.00 697730.00 70.15481c (07040524) 7467102.00 697730.00 69.21604 (07060324)
 7467202.00 697730.00 80.26599 (07060324) 7467302.00 697730.00 107.94806 (07041724)
 7467402.00 697730.00 123.38840 (07041724) 7467502.00 697730.00 119.47923 (07041724)
 7467602.00 697730.00 98.21338 (07041724) 7467702.00 697730.00 72.44914c (07120724)
 7467802.00 697730.00 59.31627 (07070224) 7467902.00 697730.00 51.22385 (07070224)
 7468002.00 697730.00 39.75362 (07040624) 7468102.00 697730.00 35.34591 (07092524)
 7468202.00 697730.00 31.79289 (07092524) 7468302.00 697730.00 27.66057 (07092524)
 7468402.00 697730.00 24.46646c (07122624) 7468500.00 697730.00 22.87187 (07053024)

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 24

CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE SUMMARY OF MAXIMUM PERIOD (8736 HRS) RESULTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

NETWORK

GROUP ID AVERAGE CONC RECEPTOR (XR, YR, ZELEV, ZFLAG) OF TYPE GRID-ID

 ALL 1ST HIGHEST VALUE IS 38.89676 AT (7467302.00, 696851.00, 97.00, 0.00) DC NA
 2ND HIGHEST VALUE IS 36.87891 AT (7467302.00, 696961.00, 106.00, 0.00) DC NA
 3RD HIGHEST VALUE IS 36.87543 AT (7467402.00, 696851.00, 98.00, 0.00) DC NA
 4TH HIGHEST VALUE IS 36.48071 AT (7467202.00, 696851.00, 102.00, 0.00) DC NA
 5TH HIGHEST VALUE IS 34.75885 AT (7467402.00, 696961.00, 114.00, 0.00) DC NA
 6TH HIGHEST VALUE IS 34.52211 AT (7467202.00, 696961.00, 102.00, 0.00) DC NA
 7TH HIGHEST VALUE IS 33.64545 AT (7467300.00, 696740.00, 103.00, 0.00) DC NA
 8TH HIGHEST VALUE IS 32.63445 AT (7467200.00, 696740.00, 111.00, 0.00) DC NA
 9TH HIGHEST VALUE IS 31.62039 AT (7467502.00, 696851.00, 98.00, 0.00) DC NA
 10TH HIGHEST VALUE IS 31.36137 AT (7467400.00, 696740.00, 100.00, 0.00) DC NA

*** RECEPTOR TYPES: GC = GRIDCART

GP = GRIDPOLR
 DC = DISCCART
 DP = DISCPOLR
 BD = BOUNDARY

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 25
 CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE SUMMARY OF HIGHEST 1-HR RESULTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

DATE NETWORK

GROUP ID AVERAGE CONC (YYMMDDHH) RECEPTOR (XR, YR, ZELEV, ZFLAG) OF TYPE GRID-ID

 ALL HIGH 1ST HIGH VALUE IS 414.24539 ON 07090603: AT (7468102.00, 697181.00, 90.00, 0.00) DC NA

*** RECEPTOR TYPES: GC = GRIDCART

GP = GRIDPOLR
 DC = DISCCART
 DP = DISCPOLR
 BD = BOUNDARY

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09
 *** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 26
 CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE SUMMARY OF HIGHEST 3-HR RESULTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

DATE NETWORK

GROUP ID AVERAGE CONC (YYMMDDHH) RECEPTOR (XR, YR, ZELEV, ZFLAG) OF TYPE GRID-ID

 ALL HIGH 1ST HIGH VALUE IS 385.30441 ON 07060109: AT (7467102.00, 697071.00, 155.00, 0.00) DC NA

*** RECEPTOR TYPES: GC = GRIDCART

GP = GRIDPOLR
 DC = DISCCART
 DP = DISCPOLR
 BD = BOUNDARY

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 27
CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE SUMMARY OF HIGHEST 8-HR RESULTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

DATE NETWORK
GROUP ID AVERAGE CONC (YYMMDDHH) RECEPTOR (XR, YR, ZELEV, ZFLAG) OF TYPE GRID-ID

ALL HIGH 1ST HIGH VALUE IS 295.06223c ON 07050208: AT (7467202.00, 696851.00, 102.00, 0.00) DC NA

*** RECEPTOR TYPES: GC = GRIDCART
GP = GRIDPOLR
DC = DISCCART
DP = DISCPOLR
BD = BOUNDARY

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 28
CONC URBAN ELEV DFAULT

*** THE SUMMARY OF HIGHEST 24-HR RESULTS ***

** CONC OF HC IN MICROGRAMS/M**3 **

DATE NETWORK
GROUP ID AVERAGE CONC (YYMMDDHH) RECEPTOR (XR, YR, ZELEV, ZFLAG) OF TYPE GRID-ID

ALL HIGH 1ST HIGH VALUE IS 127.25335 ON 07083124: AT (7467002.00, 697181.00, 190.00, 0.00) DC NA

*** RECEPTOR TYPES: GC = GRIDCART
GP = GRIDPOLR
DC = DISCCART
DP = DISCPOLR
BD = BOUNDARY

*** ISCST3 - VERSION 02035 *** ** C:\SERGIO\ALUNOS\Mestrado\Jorgina\dados\aterro.isc *** 06/28/09

*** ** 07:54:54

**MODELOPTs: PAGE 29
CONC URBAN ELEV DFAULT

*** Message Summary : ISCST3 Model Execution ***

----- Summary of Total Messages -----

A Total of 0 Fatal Error Message(s)
A Total of 1 Warning Message(s)
A Total of 831 Informational Message(s)

A Total of 831 Calm Hours Identified

***** FATAL ERROR MESSAGES *****

*** NONE ***

***** WARNING MESSAGES *****

SO W320 38 APARM :Input Parameter May Be Out-of-Range for Parameter HS

*** ISCST3 Finishes Successfully ***

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)