

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

AVALIAÇÃO DO “CONCEITO BOLHA” COMO CRITÉRIO DE COMPENSAÇÃO
AMBIENTAL EM ATIVIDADES POLUIDORAS DE AR ATMOSFÉRICO -
ESTUDOS DE CASO NO ESTADO DE SÃO PAULO

ELIO LOPES DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, como parte dos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Urbana.

SÃO CARLOS

2004

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

S237ac

Santos, Elio Lopes dos.

Avaliação do “conceito bolha” como critério de compensação ambiental em atividades poluidoras de ar atmosférico – estudos de caso no Estado de São Paulo / Elio Lopes dos Santos. -- São Carlos : UFSCar, 2004.
166 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2004.

1. Ar – poluição. 2. Conceito bolha. 3. Critério de compensação ambiental. 4. Licenciamento ambiental. I. Título.

CDD: 628.53 (20^a)

Orientador

Prof. Dr. Nemésio Neves Batista Salvador

Dedico este trabalho à memória de meus pais,
João Lopes dos Santos e Olívia Lopes dos Santos

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, e acima de tudo, quero agradecer aos meus pais por terem me transferido todos os seus ideais; repletos de carinho, princípio, respeito ao próximo, à natureza e à busca pela justiça social, base da minha sustentação na eterna luta pela defesa do meio ambiente.

À minha esposa, Elizabeth, por compartilhar dos meus ideais, ser uma excelente técnica na área ambiental, sempre me ajudando e incentivando profissionalmente e que muito colaborou na realização deste trabalho.

Aos meus filhos, Ciro, César e Caio aos quais espero ter transmitido os ensinamentos dos meus pais.

Ao casal amigo Dalva Francelina Sales e Darley do Nascimento, pela felicidade de tê-los conhecido e compartilhado de suas vidas.

Aos meus irmãos Ernesto, Maura e Samuel pelo incentivo ao longo da minha vida profissional.

A todos os companheiros da CETESB, pioneiros na luta pelo Controle da Poluição industrial de Cubatão.

Aos companheiros do Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente e aos Promotores de Justiça do Ministério Público do Estado de São Paulo, sempre atentos e procurando corrigir as injustiças.

A todos aqueles ambientalistas e participantes de ONG's, desprendidos de interesses e projetos pessoais.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram na realização deste trabalho, em especial aos colegas Benedito da Conceição. Filho, João Baptista Galvão Filho, Jeffer Castelo Branco, João Roberto Pena Guimarães, Katya Lais Ferreira Patella, Ligia Cristina Gonçalves de Siqueira, Manoel Paulo de Toledo, Moacir Ferreira da Silva, Norton Paulo Vigna, Pedro Paulo Chagas Marinho, e Reinaldo Young Ribeiro.

Aos Professores Doutores da UFSCar, Ana Cristina Fernandes, Ricardo Sillotto da Silva, Luiz Antônio Falcowski, Marcos Antonio Garcia Ferreira, Suely da Penha Sanches, Archimedes Raia Júnior, Ioshiaqui Shimbo, João Sergio Cordeiro, Sérgio A. Rohm, Ademir P. Barbaça, Bernardo A. N. Teixeira, Viviana Zanta Baldochi, Adail R. Leister Gonçalves e Reinaldo Lorandi, pelos conhecimentos transmitidos.

Finalmente, agradeço ao competente Professor Dr. Nemésio Neves Batista Salvador, que, desde o início, quando expus meu projeto numa lousa da Universidade, acreditou e se propôs a me orientar num tema que certamente poucos teriam a coragem de abraçar. Tenho a certeza de que, sem a sua ajuda, não conseguiria concluir meu trabalho de mestrado.

A natureza, Deus a criou; cabe a nós preservá-la.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Situação favorável à dispersão de poluentes.....	26
FIGURA 2 - Situação desfavorável à dispersão de poluentes	26
FIGURA 3 - Evolução das concentrações médias anuais de partículas inaláveis nas regiões de Cubatão e Interior de São Paulo	52
FIGURA 4 - Evolução das médias anuais das partículas inaláveis na RMSP	53
FIGURA 5 - Números de ultrapassagens do padrão de partículas inaláveis por ano na RMSP – Região Metropolitana de São Paulo	54
FIGURA 6 - Total de ultrapassagem do padrão de partículas inaláveis por mês em Cubatão	54
FIGURA 7 - Números de ultrapassagens do padrão de partículas inaláveis por ano em Cubatão	55
FIGURA 8 - Evolução das concentrações médias das máximas de ozônio.....	55
FIGURA 9 - Desenho Esquemático da Bolha.....	57
FIGURA 10 - Mapa esquemático de Cubatão, detalhando a localização das indústrias, estações de monitoramento da qualidade do ar detalhando o local escolhido para implantação da usina termelétrica.....	90
FIGURA 11 - Foto aérea com detalhe das indústrias de fertilizantes e cimento situadas na região de Piaçaguera em Cubatão	91
FIGURA 12 - Fluxo de vento observado na área de Cubatão no período noturno (esfriamento) sob a condição de alta pressão (anticiclone).....	92
FIGURA 13 - Fluxo de vento observado na área de Cubatão no período diurno (aquecimento) sob condições de alta pressão (anticiclone)	93
FIGURA 14 - Foto aérea do complexo industrial da COSIPA	95
FIGURA 15 - Mecanismos generalizados das reações fotoquímicas	97
FIGURA 16 - Números de dias em que houve ultrapassagem do padrão (160 ppm) de ozônio na Região de Cubatão Centro.....	99
FIGURA 17 - Concentração de poeiras inaláveis	99
FIGURA 18 - Degradação da Mata Atlântica na Serra do Mar em consequência da poluição industrial.....	100
FIGURA 19 - Ciclo de cogeração de energia	103

FIGURA 20 - Emissões de HCNM - hidrocarbonetos não-metanos	105
FIGURA 21 - Porcentagem de HCNM.....	106
FIGURA 22 - Emissões de HCM - hidrocarbonetos metanos	107
FIGURA 23 - Representação percentual entre as emissões de HCM das caldeiras da Petrobrás e turbinas da Termelétrica.....	108
FIGURA 24 - Comparação entre as emissões da Termelétrica e caldeiras da Petrobrás.....	109
FIGURA 25 - Emissões (kg/dia) de monóxido de carbono	110
FIGURA 26 - Representação percentual entre as emissões das caldeiras da Petrobrás e turbinas da Termelétrica.....	110
FIGURA 27 - Estação Ferroviária José Paulino	113
FIGURA 28 - Mapa de uso e ocupação do solo do Município de Paulíniadividido em sub-áreas.....	117
FIGURA 29 - Fábrica de Negro de Fumo Instalada no Município de Paulínia.....	118
FIGURA 30 - Estimativa das emissões de poluentes da Unidade de Negro de Fumo.....	121
FIGURA 31 - Porcentagem das emissões de poluentes da Unidade de Negro de Fumo.....	121
FIGURA 32 - Aplicação do Conceito Bolha na planta de Negro de Fumo.....	125
FIGURA 33 - Vista do Município de Americana com detalhe do local de Implantação da Usina Termelétrica Carioba II.....	127
FIGURA 34 - Detalha da proximidade existente entre a zona industrial e residencial de Americana	127
FIGURA 35 - Mapa de localização do empreendimento e das respectivas estações meteorológicas	130
FIGURA 36 - Ilustração gráfica entre as emissões das termelétricas Carioba I e Carioba II	131
FIGURA 37 - Comparativo percentual das emissões das termelétricas Carioba I e Carioba II	131
FIGURA 38 - Gráfico da simulação do “Conceito Bolha” aplicado na Usina Carioba II.....	138
FIGURA 39 - Enquadramento social do entrevistado	139

FIGURA 40 - Distribuição do entrevistado por grau de instrução	139
FIGURA 41 - Conhecimento sobre área saturadas de poluentes.....	140
FIGURA 42 - Conhecimento sobre o Conceito Bolha.....	140
FIGURA 43 - Opinião sobre o Artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 aprovado pelo Decreto 8468/76 do Estado de São Paulo	141
FIGURA 44 - Opinião sobre o Conceito Bolha aplicado na proporção de 1:1	141
FIGURA 45 - Conceito Bolha aplicado na proporção acima de 1:1.....	142
FIGURA 46 - Aplicação do Conceito Bolha em áreas saturadas	142
FIGURA 47 - Aplicação do Conceito Bolha em áreas não saturadas.....	143
FIGURA 48 - Benefícios do Conceito Bolha à implantação de empresas em regiões saturadas.....	143
FIGURA 49 - Troca de poluentes tóxicos por não tóxicos.....	144
FIGURA 50 - Troca de poluentes entre bacias aéreas diferentes	144
FIGURA 51 - Necessidade de aplicação de um critério de compensação ambiental único, em âmbito nacional, que leve em consideração a melhoria e recuperação da qualidade ambiental	145

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Consumo de ar pelo ser humano.....	11
TABELA 2 – Fatores de emissão.....	23
TABELA 3 – Padrões Brasileiros de qualidade do ar.....	50
TABELA 4 – Índice de Qualidade do Ar.....	51
TABELA 5 – Concentração de ozônio na troposfera relacionado pela IMECA	57
TABELA 6 – Caracterização das fontes de poluição do ar das unidades de Negro de Fumo.....	120
TABELA 7 – Dados de monitoramento da qualidade do ar no parque D. Pedro II.....	128
TABELA 8 – Estimativa (kg/h) de emissão de poluentes das Termelétricas.....	130

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Principais poluentes encontrados na atmosfera.....	18
QUADRO 2 - Controle requerido para emissão de óxidos de nitrogênio (NOx) em ciclo combinado de geração de energia em turbina à gás.....	133

LISTA DE ABREVIATURAS e SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BACT** – Best Available Control Technology
- BUBBLE CONCEPT** – Conceito Bolha
- CAA** – Clean Air Act
- CCBS** – Central de Cogeração da Baixada Santista
- CDHU** – Companhia de Desenvolvimento de Habitação e Urbanismo
- CEPA** – Califórnia Environmental Protection Agency
- CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- EIA** – Estudo de Impacto Ambiental
- EPA** – Environmental Protection Agency
- ERM** – Environmental Research Monitoring
- ESECA** – Energy Supply and Environmental Coordination Act
- EUA** – United State of America
- FLARE** – Tocha, queimador
- HCM** – Hidrocarboneto metano
- HCNM** – Hidrocarboneto não-metano
- HEW** – Department Health Education and Welfare
- IBAMA** – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IMECA** - Metropolitan Air Quality Index
- ISCST3 View** – Industrial Source Complex Short Term – Versão 3
- MW** – Megawats
- NAAQS** – National Ambient Air Quality Standard
- NARSTO** – North American Research Strategy for Tropospheric Ozone
- NBR** – Norma Brasileira
- NRDC** – Natural Resources Defense Council
- NSPS** – New Source Performance Standards
- ONU** – Organização das Nações Unidas
- PAN** – Nitrato peróxi-acetilico
- PETROBRÁS** – Petróleo Brasileiro S.A.

PRONAR – Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar
PSD – Prevention of Significant Deterioration Program
RAP – Relatório Ambiental Prévio
REPLAN – Refinaria do Planalto
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
RPBC – Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão
RPM – Reative Plume Model
SCR – Selective Catalytic Reducion
SIPs – State Implementation Plans
SMA – Secretaria do Meio Ambiente
TSCA – Toxic Substances Control Act
UFSCar – Universidade Federal de São Carlos
UGE – Unidade de Geração de Energia
UNICAMP – Universidade de Campinas
U.S.E.P.A – United State Environmental Protection Agency
VOCs – Compostos Orgânicos Voláteis

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	01
1.1 – Considerações.....	01
1.2 – Objetivos.....	08
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E BASE CONCEITUAL.....	09
2.1 – Poluição Ar.....	09
2.1.1 – Definição de poluição.....	09
2.1.2 - Definição de Poluente.....	11
2.1.3 – Principais poluentes do ar.....	12
2.1.4 – Classificação dos poluentes do ar.....	19
2.1.5 – Fontes de poluição.....	20
2.1.6 – Classificação das fontes de poluição do ar.....	21
2.1.7 – Outros conceitos relevantes relacionados a poluição do ar.....	22
2.2 – Fatores que afetam a Poluição do Ar.....	25
2.2.1 – Influência Meteorológica.....	25
2.3 - Equipamentos de controle de poluição do ar de melhor tecnologia prática disponível.....	28
2.4 - Descrição dos principais sistemas e equipamentos de controle de poluentes considerados de melhor tecnologia prática disponível.....	29
2.4.1 – Controle das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx).....	29
2.4.2 – Controle de dióxido de enxofre.....	35
2.4.3 – Controle de material particulado.....	36
2.5 – Legislação sobre poluição do ar.....	43
2.5.1 – A evolução da legislação ambiental no Brasil.....	43
2.5.2 – Principais instrumentos legais, no Brasil e no Estado de São Paulo referente à poluição do ar	46
2.6 – Monitoramento da qualidade do ar.....	48
2.6.1 – Impacto ambiental representado pelo nitrogênio Ozônio.....	56

2.7 – Conceito Bolha.....	58
2.7.1 – Evolução da legislação ambiental americana e o “Conceito Bolha”	59
2.7.2 – Origem e evolução do “Conceito Bolha”.....	64
2.7.3 – Aplicação do Conceito Bolha no Estado de São Paulo.....	83
3 - METODOLOGIA.....	87
4 – ESTUDOS DE CASO	89
4.1 – Usina Termelétrica da Central de Cogeração de Energia da Baixada Santista.....	89
4.1.1 – Característica da Região.....	90
4.1.2 – Qualidade do Ar de Cubatão.....	96
4.1.3 – Descrição do Empreendimento	102
4.1.4 – Emissões de poluentes.....	105
4.1.5 – Análise crítica.....	111
4.2 – Unidade de produção de Negro de Fumo de Paulínia.....	113
4.2.1 – Característica da Região.....	113
4.2.2 – Qualidade do ar da região de Paulínia.....	115
4.2.3 - Descrição do empreendimento.....	117
4.2.4 – Emissões de poluentes.....	119
4.2.5 – Análise Crítica.....	122
4.2.6 – Simulação.....	125
4.3 – Usina Termelétrica Carioba II de Americana.....	126
4.3.1 – Característica da região.....	126
4.3.2 – Qualidade do ar da região de Americana.....	128
4.3.3 - Descrição do Empreendimento.....	130
4.3.4 – Análise Crítica.....	135
4.3.5 – Simulação.....	138
5 – RESULTADOS DAS ENTREVISTAS SOBRE O CONCEITO BOLHA.....	139
6 - DISCUSSÃO.....	146
7 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES.....	150
8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	155

RESUMO

O presente estudo consistiu de uma avaliação do “Conceito Bolha”, critério de compensação ambiental utilizado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos e pela Agência Ambiental da CETESB em Cubatão, para regular a implantação de novos empreendimentos industriais ou ampliações.

Foram feitos estudos de caso referente ao licenciamento ambiental dos seguintes empreendimentos industriais, no Estado de São Paulo: Central de Cogeração de Energia da Baixada Santista com proposta de implantação na área da Refinaria Presidente Bernardes, em Cubatão; Central de Cogeração de Energia Carioba II, com proposta de implantação no Município de Americana e de uma fábrica de Negro de Fumo implantada no Município de Paulínia.

Procedeu-se um levantamento bibliográfico que incluiu a literatura técnica científica, publicações de entidades nacionais e internacionais de pesquisa, Legislação Ambiental do Estado de São Paulo e Legislação Ambiental Federal.

Na etapa de entrevista foram ouvidos técnicos das indústrias, técnicos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo, Consultores Ambientais, estudantes dos cursos de Pós-Graduação em Gestão Ambiental da Universidade Santa Cecília, Promotores de Justiça e integrantes de Organizações Não Governamentais.

Concluiu-se que a ausência de critério ou até mesmo a utilização de critério de compensação ambiental com base no “Conceito Bolha”, fundamentado na troca de poluentes na proporção de 1:1 não promove a melhoria e recuperação da qualidade do ar das regiões ou sub-regiões saturadas de poluentes atmosféricos ou em vias de saturação, se contrapondo, portanto à Lei Federal 6938. Como alternativa para compatibilizar a implantação de novos empreendimentos industriais, ou ampliações, com a melhoria e recuperação da qualidade do ar em Regiões ou Sub-Regiões saturadas de poluentes atmosféricos, este trabalho sugere diversas alterações no “Conceito Bolha”.

ABSTRACT

The present study was an evaluation of the “Bubble Concept” a environmental criterium of compensation used by the United States Environmental Protection Agency and by the Environmental Agency of the CETESB in Cubatão, to regulate the implantation of new industrial enterprises and its amplifications.

Studies were done referring to the environmental licensing of the following industrial enterprise in the São Paulo State: Central of Energy Generation of Santos lowland with the proposal of implantation in the area of the President Bernard’s refinery in the Cubatão; Central of Energy Generation Carioba II, with the proposal of the implantation in the Americana town and a factory of Carbon Black, implanted in Paulínia.

A bibliographic survey that included the scientific literature, that included national and international entities of research, Environmental Law of São Paulo State and Federal Environmental Law.

In the stage of the interview technicians of the industries technicians of the Company of the Technology of Environmental Sanitation of São Paulo State were listened.

Environmental Consultants, students of Pos-Graduation and Environmental Management of Santa Cecilia University, Justice Prosecutors and people of no governmental Organizations.

It was concluded that the absence of criterium or even the use of criterium of environmental compensation with basis in the “Bubble Concept” founded in the exchange of pollutants in the proportion of 1:1 does not promote the improvement and the recovery of the quality of the air of the Regions and Sub-Regions saturated of atmospheric pollutants or in ways of saturation, contraposing itself to the Federal Law n. 6938.

As an alternative to make the implantation of the new industrial enterprises or enlargements possible, with the improvement and recuperation of the air quality in Regions and Sub-Regions saturated of atmospheric pollutants this paper suggests several alterations in the “Bubble Concept”.

1 – INTRODUÇÃO

1.1 - Considerações

A existência de zonas saturadas de poluição do ar no Estado de São Paulo, como é o caso do Município de Cubatão, se deve a um modelo de desenvolvimento econômico aplicado ao Brasil até bem pouco tempo, sob o lema pregado pelas autoridades governamentais de que tínhamos “muito que poluir”, cujos efeitos deletérios ainda estamos colhendo e tentando corrigir (FERREIRA, 2001).

Esse modelo de desenvolvimento, baseado no crescimento a qualquer preço, conclamou as indústrias a se implantarem, desprovidas dos necessários sistemas de controle de poluentes e/ou em áreas inadequadas à dispersão de poluentes, o que resultou na poluição ambiental, e no desaparecimento e/ou contaminação das espécies animais e vegetais, submetendo populações a conviverem em áreas saturadas de poluentes.

Esse processo aconteceu em todo o mundo desenvolvido, em diferentes épocas. Os grandes episódios de poluição ambiental, que chamaram a atenção da sociedade para o problema, aconteceram nos países desenvolvidos, como os graves episódios em Londres e na Bélgica, o envenenamento da Baía de Minamata, no Japão, a contaminação do solo de Love Canal, nos Estados Unidos e, mais recentemente, a contaminação radioativa em Three Miles Island e Chernobyl.

A implantação pela CETESB do plano de controle da poluição de Cubatão, em julho de 1983, estabeleceu um novo conceito para licenciamento das ampliações e implantações de novos empreendimentos industriais em zonas saturadas de poluentes atmosféricos. Esse novo conceito, conhecido como “Bubble Concept” (Conceito Bolha), já vinha sendo aplicado nos Estados Unidos da América pela “EPA - Environmental Protection Agency” desde 1979 em alguns Estados Americanos, sendo que em 25 de junho de 1984 a Suprema Corte dos Estados Unidos da América do Norte confirmou a autoridade da EPA e das Agências de Controle de Poluição dos Estados para facilitar o uso do “Bubble Concept” em âmbito nacional, no cumprimento da Lei de Limpeza do Ar, dando mais rapidez na implantação de processos industriais e ampliações das unidades existentes.

REITZ (1985) expõe que o Conceito Bolha é o limite imaginário colocado como artifício acima da fonte de emissão de poluição do ar. Em lugar de regulamentar emissão proveniente da fumaça de chaminé, descargas ou fontes de emissões fugitivas, somente o total da poluição da planta é regulamentado, como se viesse de uma simples saída imaginária da bolha.

REITZ (1985) ainda destaca que o Conceito Bolha é considerado atraente por causa da substancial diferença e do grande valor atribuído à vantagem em identificar e controlar muitas fontes de emissão de poluição do ar dentro da planta.

De acordo com FERREIRA (2001), para o exercício do controle da poluição atmosférica tornou-se necessária a fixação de padrões de qualidade do ar. A Resolução Federal CONAMA n. ° 003, de 28 de junho de 1990, que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar, contempla no seu artigo 1º que: “São padrões de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral”.

Os padrões de qualidade do ar são sempre fixados baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos sobre a saúde e o bem-estar das pessoas, fauna e flora, materiais e meio ambiente em geral, em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

A Resolução CONAMA n. ° 005, de 15 de julho de 1989, que instituiu o Programa Nacional de Controle de Qualidade do Ar - PRONAR, estabeleceu dois tipos de padrões de qualidade do ar: Padrões Primários e Padrões Secundários, cujos conceitos, posteriormente, foram incorporados na Resolução CONAMA 003/90 – (CETESB, 2000).

Para efeito de controle de poluição do ar nas áreas em que são exercidas atividades industriais, ao menos por ora, são aplicados os padrões primários de qualidade do ar. Embora os padrões secundários sejam considerados como padrões desejados de concentração de poluentes, devendo se constituir em meta a ser atingida em longo prazo, atualmente são aplicados somente às áreas de preservação ambiental, tais como parques nacionais, estaduais, estâncias turísticas etc.

De acordo com FERREIRA (2001) no Estado de São Paulo é a Lei Estadual n. ° 997/76 que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente, considera a poluição caracterizada pela degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população.
- Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas.
- Afetem desfavoravelmente a biota.
- Afetem as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente.
- Lancem matéria ou energia em desacordo com os padrões estabelecidos.

FERREIRA (2001) ainda destaca que a Lei Estadual n. ° 997/76 foi regulamentada pelo Decreto Estadual n.º 8468/76, o qual não traz, em verdade, qualquer classificação de zonas industriais, segundo o grau de saturação da qualidade do ar. Prefere, com o objetivo de propiciar melhor controle da qualidade do ar no Estado, dividir o território deste em Regiões ou Sub-Regiões, qualificando-as como saturadas ou não, independentemente de abrigarem zonas industriais, levando em conta tão-somente os padrões de qualidade do ar legalmente estabelecidos.

A implantação de novos empreendimentos industriais ou a ampliação de empreendimentos industriais existentes em região ou sub-região saturada de poluentes necessita, para obter seu licenciamento, atender ao artigo 42 do Regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976 aprovada pelo Decreto 8468/76.

Contudo, temos que o mencionado artigo foi derogado pela constituição federal de 1988, posto que, após sua promulgação, a existência de zonas saturadas de poluição é inadmissível, por afrontar o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

A norma Estadual supra citada veda tão somente o licenciamento de novas fontes de poluição do ar em zonas saturadas que possam acarretar aumento dos níveis dos poluentes que a caracterizem como tal, propiciando, assim, a manutenção da saturação nessas áreas. Entretanto, após a perpetuação da Magna Carta de 1988, o objetivo do Órgão Ambiental licenciador, no caso de São Paulo, a CETESB, deve ser a melhoria e recuperação dessas áreas.

De acordo com a Lei n. ° 6938, de 31 de agosto de 1981 “A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, ao interesse da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. (grifo do autor)”.

Desta forma, incumbe ao Órgão Ambiental exigir dos novos empreendimentos e suas fontes de poluição do ar, que pretendam se instalar ou funcionar em áreas saturadas, a comprovação sempre prévia, não somente do não aumento nos níveis de poluentes que as caracterizam como tal, mas que proporcionem redução nos níveis desses poluentes (FERREIRA 2001).

Além de não seguir corretamente as legislações ambientais vigentes, não consta na CETESB qualquer documento padronizando e autorizando a utilização dos critérios adotados na compensação ambiental, ficando a sua aplicação na dependência das gerências regionais, sem qualquer tipo de normatização, levando a julgamentos subjetivos. Em regiões onde a exigência de controle ambiental é maior, como no caso de Cubatão, o Conceito Bolha vem sendo aplicado como forma de compensação das taxas de emissões de poluentes (MPESP, 2001).

Mesmo diante desses casos, ignora-se a Legislação Federal e, para piorar, existe polêmica entre os técnicos das indústrias e o Órgão Ambiental quanto à interpretação dada ao inciso I do artigo 42, ou seja, alguns sequer querem compensar as taxas de emissão na fonte poluidora na proporção de 1:1; assim, utilizam a modelagem matemática para comprovar que o aumento desses poluentes não vai alterar a qualidade do ar, com isso inserindo cada vez mais poluentes em regiões já saturadas.

Em regiões onde não se tem conhecimento da qualidade do ar, também vem sendo aplicada modelagem matemática para viabilizar a implantação de novos empreendimentos, sem levar em consideração a influência das fontes de poluição do entorno.

Segundo DERÍSIO (1992), os modelos de dispersão atmosférica podem ser definidos como uma representação matemática para a simulação dos processos de transporte e difusão de poluentes na atmosfera. Como resultado, apresenta as concentrações previstas do poluente na atmosfera, que variam em diferentes distâncias

da fonte, de modo a permitir a predição do impacto que determinado poluente, emitido por uma fonte, causa num possível receptor.

Os modelos matemáticos de dispersão se tornaram uma ferramenta importante para o planejamento territorial, como forma de prevenir a poluição, por meio da limitação do número de fontes, determinada em função de padrões de emissão e qualidade do ar, porém esses modelos devem ser adequados ao tipo da fonte, condições meteorológicas locais e topografia.

No que se refere à limitação do modelo, em relação ao tipo de fonte, deverá ser observado se há predominância de fontes estacionárias ou móveis, e se essa predominância muda em determinado período, ou se a contribuição das duas deverá ser considerada no estudo, interferindo na escolha do modelo. Também, seria necessário verificar se o mesmo estuda a contribuição de uma fonte única, se considera o “background” ou múltiplas fontes. Por vezes, o modelo não é desenvolvido para levar em consideração todas as situações a que está sujeita determinada fonte de uma única vez.

Quanto à limitação em relação às condições meteorológicas, as mesmas, hoje, estão sujeitas a mudanças na dinâmica climática, o que interfere no comportamento do poluente na atmosfera.

Mas, muitas vezes, a região em estudo não possui estações meteorológicas no local, e a aproximação feita com dados de estações próximas poderá não representar exatamente as condições a que as emissões do empreendimento estarão sujeitas.

Além disso, um grande número de fatores interfere na estabilidade da atmosfera, afetando a turbulência, tanto horizontal como vertical, responsável pelos mecanismos envolvidos no transporte, dispersão, transformação e deposição do poluente e existem inúmeras interações que ocorrem por processos físico-químicos, como as reações químicas e fotoquímicas da atmosfera. De ambos, não há um conhecimento completo, e, portanto, não podem ser previstos na sua totalidade por equações matemáticas. Em relação ao aspecto topografia, há limitação quanto a distribuição geográfica existente.

Um outro aspecto é que os modelos têm uma limitação no que se refere ao estudo de incômodo produzido pela poluição, pois os modelos apresentam um aspecto subjetivo de percepção. Por mais que as concentrações previstas na atmosfera apresentem resultados satisfatórios, o receptor, mesmo assim, poderá estar sujeito a incômodo, como é o caso das substâncias odoríferas de limite de percepção muito baixo.

Na mesma linha seguem as citações de MOTA (1999), que, embora considerando a validade dos modelos de dispersão, observou que os mesmos exigem informações e experiências de campo muito detalhadas, as quais poucos municípios têm condições de desenvolver.

Assim, é difícil a determinação precisa, de forma matemática, do efeito de determinada fonte (ou fontes) emissora(s) de poluentes sobre as áreas vizinhas.

Podem ser citadas como exemplo as observações feitas por ANDRADE (2001) do Departamento de Ciência Atmosférica da USP, no seu parecer sobre a aplicação do modelo RPM – IV no estudo da Usina Termelétrica Carioba II no Município de Americana. A autora deixa claro que embora a metodologia utilizada seja um bom exercício, a linha conclusiva do relatório apresentada pelo consórcio Intergem/CPFL/Shell, está atrelada às condições de entrada de dados e que por esses serem insuficientes, apresentam alto grau de incerteza ao trabalharem somente com informações das fontes emissoras a serem licenciadas, desprezando dados de outras fontes que têm uma forte influência na região de implantação do empreendimento.

Essa política é danosa a médio e longo prazo, pois em áreas saturadas não são aceitas cargas adicionais, mesmo que infinitesimais. Cabe, sim, programa adicional que preconize a redução da carga poluidora existente e, nas regiões onde não se tem conhecimento da qualidade do ar, deve-se aplicar o princípio da precaução, exigindo-se a realização de estudos prévios.

Verifica-se que a aplicação isolada do Artigo 42 do Regulamento da Lei Estadual 997/76 não vem surtindo o efeito desejado. Basta observar o exemplo de Cubatão, onde, mesmo após todo esforço despendido e investimentos na ordem de 1 (um) bilhão de dólares em equipamentos e sistemas de controle de poluição de melhor tecnologia prática disponível, poluentes, como material particulado (poeiras inaláveis) e ozônio, permanecem muito acima dos padrões Legais.

Tal fato ocorre devido aos seguintes motivos:

- Dupla interpretação dada ao Artigo 42 do Decreto Regulamentar da Lei Estadual 997/76 por alguns empreendedores e até alguns técnicos de Órgãos Ambientais Estaduais, passando a utilizar modelagem matemática para viabilizar e justificar a implantação de empreendimentos em áreas já saturadas de poluentes, inserindo cada vez mais poluentes na atmosfera.
- Falta de um critério de compensação ambiental que leve em consideração não somente a troca das taxas de emissão de poluentes na proporção de 1:1, conforme adotado no Conceito Bolha dos Estados Unidos, mas que busque a melhoria da qualidade do ar da Região saturada, conforme prevê a Lei Federal 6938.
- Operação e manutenção inadequada dos sistemas de controle de poluentes.
- Tipologia do processo produtivo (todos de alto potencial poluidor), aliado a topografia e clima da região, favorecem a formação de inversões térmicas e dificultam a dispersão dos poluentes.

A existência de uma política preventiva que gradativamente reduza a poluição nas fontes emissoras, melhore a qualidade do ar e permita o crescimento industrial, exige critérios bem definidos na fase de licenciamento de novos empreendimentos industriais ou ampliações das unidades existentes.

Na ausência desses critérios, perde a sociedade, o empreendedor e o Meio Ambiente, ganhando somente os grandes escritórios de Advocacia. A ausência de um critério justo e que se sustente tecnicamente, pode eternizar processos jurídicos e/ou levar o judiciário a decisões equivocadas.

1.2 – Objetivos do Trabalho

- Análise do “Conceito Bolha”, utilizado pela Agência de Controle Ambiental Americana e a sua aplicação no Estado de São Paulo, como critério de compensação ambiental no processo de Licenciamento de atividades poluidoras do ar atmosférico.
- Estudos de caso de licenciamentos ambientais, em áreas saturadas ou em vias de saturação por poluentes atmosféricos.
- Verificar a percepção dos agentes envolvidos com a poluição do ar (Técnicos, Pesquisadores, Consultores, Industriais, ONGs, Universitários e Promotores de Justiça) sobre a aplicação do “Conceito Bolha” atualmente utilizado e o proposto pelo autor do estudo.
- Propor procedimentos para Políticas Públicas, em consonância com regulação da legislação ambiental brasileira, com base no “Conceito Bolha” proposto.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E BASE CONCEITUAL

Neste capítulo, são apresentados conceitos de poluição do ar, principais poluentes encontrados nas grandes cidades e seus efeitos na qualidade do ar, classificação dos poluentes e das respectivas fontes de emissão e os equipamentos de melhor tecnologia prática disponível utilizada no controle das emissões de poluentes.

O objetivo desse capítulo é esclarecer o leitor sobre a evolução das legislações ambientais no Brasil e nos Estados Unidos e o uso do Conceito Bolha como critério de compensação ambiental no licenciamento de atividades poluidoras do ar.

2.1 – Poluição do Ar

2.1.1 – Definição de Poluição

SEWELL (1978) define poluição do ar como toda presença de materiais estranhos no ar atmosférico. Tudo que possa ser vaporizado ou transformado em pequenas partículas, de modo que possa flutuar no ar, deve ser classificado como poluente potencial. Considera-se o ar como normal, quando mais de 99,99% do volume do ar se compõem de apenas quatro moléculas gasosas, nitrogênio (aproximadamente 78,09%), oxigênio (20,94%), argônio (0,95%) e dióxido de carbono (0,03%), além de uma dúzia de outros constituintes que se encontram em quantidade micrométricas, geralmente expressas em quantidade por milhão. Mas o ar urbano típico contém alguns desses traços, incluindo-se o monóxido de carbono, dióxido de enxofre e metano, em quantidades excessivas. E, ademais, existem níveis mensuráveis de mercúrio, cádmio, zinco, compostos clorados, carbono, sílica, diversos hidrocarbonetos (borracha, óleos, metano, propano, polímeros orgânicos e outras formulações), amianto e uma mistura química de compostos industriais e seus derivados.

Estes, às vezes, são chamados de poluentes primários, já que usualmente a tecnologia humana é diretamente responsável pela sua emissão, ao passo que outros compostos são conhecidos como poluentes secundários, porque podem ser formados quando as emissões artificiais se combinam, geralmente ajudados pela luz solar que

fornece a energia, com o oxigênio, nitrogênio e vapor d'água no ar. O ozônio (O₃) e o nitrato peróxi-acetílico (PAN) estão entre os mais comuns.

Existe uma poluição que pode ser classificada como natural. Muitos gases, inclusive hidrocarbonetos e óxidos de enxofre, se formam na decomposição de matérias. Os polens de árvores e arbustos ou esporos de fungos podem causar sofrimentos agudos ao homem. Odores que são causados por vestígios de moléculas no ar podem ser classificados como poluentes naturais ou artificiais.

Conforme explica MACINTYRE (1988), o ar atmosférico é uma mistura de gases, contendo pequena quantidade de matérias sólidas em suspensão e cuja composição, quando seco e considerado puro em ambiente externo, apresenta as seguintes características: nitrogênio, gases raros, hidrogênio (79,00% em volume e 76,80% em peso); oxigênio (20,97% em volume e 23,16% em peso); dióxido de carbono (0,04% em volume e 0,04% em peso).

Em recintos onde existam pessoas, os teores acima se modificam. As porcentagens em volume, quando a umidade relativa do ar é de 50% e a temperatura de 21°C, podem passar a ser de: nitrogênio, gases raros e hidrogênio (78,00 % em volume); oxigênio (20,69% em volume); dióxido de carbono (0,06 % em volume); vapor de água (1,25% em volume).

Compreende-se que o estado higrométrico do ar e a existência de indústrias poluidoras e de grande número de veículos trafegando em uma cidade alterem os valores acima indicados nas áreas industriais e centros urbanos densamente povoados. A simples presença do homem em um ambiente altera a taxa dos componentes.

De fato, no ar expirado pelo homem, as taxas a 36°C e 100% de umidade relativa assumem os valores seguintes: nitrogênio, gases raros, hidrogênio (75% em volume); oxigênio (16% em volume); dióxido de carbono (4% em volume); vapor de água (5% em volume).

O consumo normal de ar por um homem com peso de 68,5 Kg é apresentado na tabela seguinte:

TABELA 1 – Consumo de ar pelo ser humano (MACINTYRE, 1988).

Consumo	l/min	l/dia	lb/dia	kgf/dia
Em repouso	7,4	10.600	26	12
Trabalho Leve	28	40.400	98,5	45
Trabalho pesado	43	62.000	152	69

Uma pesquisa realizada por Schneider (*apud* MACINTYRE, 1988) revela que 42% das substâncias tóxicas espalhadas no ar em um centro urbano de muito tráfego (monóxido de carbono, chumbo, benzopireno etc.) provêm dos gases do escapamento de veículos automóveis; 35% provêm das indústrias; e 23% das emanações dos fogões domésticos.

Naturalmente, a presença de uma ou mais indústrias no local, lançando, sem qualquer tratamento, poluentes na atmosfera, altera completamente esse quadro de proporções. As queimadas na lavoura e eventuais incêndios em matas ocasionam também poluição, mas de caráter ocasional e geralmente sazonal.

2.1.2 – Definição de Poluente

De acordo com o regulamento da Lei 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo, considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar e no solo:

I - com intensidade, em quantidade e de concentração, em desacordo com os padrões de emissão estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;

II - com características e condições de lançamento ou liberação, em desacordo com os padrões de condicionamento e projeto estabelecidos nas mesmas prescrições;

III - por fontes de poluição com características de localização e utilização em desacordo com os referidos padrões de condicionamento e projeto;

IV - com intensidade, em quantidade e de concentração ou com características que, direta ou indiretamente tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do Meio Ambiente estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;

V - que, independente de estarem enquadrados nos incisos anteriores, tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

O Decreto n.º 8468 de 8 de Setembro de 1976, Regulamentou a Lei n.º 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo, onde encontram-se estabelecidos os artigos específicos e os padrões ambientais de lançamento e de qualidade, que nada mais são do que valores limites de concentração para cada poluente (CETESB, 2000_b).

2.1.3 – Principais poluentes do ar

Segundo SEWELL (1978), em um aglomerado urbano, a poluição do ar discutida em documentos oficial, geralmente, se refere a cinco grupos de materiais mais seus produtos secundários (chamados de poluentes clássicos). Essas são as substâncias comumente medidas pelo órgão de controle da poluição do ar, e os níveis são normalmente levados ao governo federal para uma compilação nacional. Elas estiveram envolvidas na maioria dos efeitos, mas nem todos destrutivos, da poluição do ar. Todos se originaram nas cidades.

a) Material Particulado

Material particulado são as partículas sólidas e líquidas que flutuam no ar. As cinzas e fuligem da combustão de carvão ou óleo, para a geração de energia e da incineração de resíduos, são as fontes mais comuns, mas a queima, pulverização e abrasão de qualquer coisa sólida, ou o respingo de um líquido, costumam produzir partículas. O tamanho pode variar desde a fuligem e fumaça visíveis até partículas detectáveis apenas por um microscópio eletrônico. Podem cair ao chão imediatamente após sair da chaminé ou podem ser carregadas por milhares de quilômetros pelas correntes de ar (CLEMENTE, 2000).

Neste caso em particular, considerando que este parâmetro não é um composto químico definido, surge a necessidade de definir o parâmetro. Assim, existe o parâmetro de poeira total em suspensão, definido como sendo composto de partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 100 μm . Outro parâmetro que pode ser adotado é o material particulado inalável, composto de partículas com diâmetro aerodinâmico equivalente menor que 10 μm .

Outro parâmetro ainda utilizado, desenvolvido pela Organização para Cooperação Econômica e Desenvolvimento, na Europa, consiste em expressar o teor de material suspenso na atmosfera em termos de “fumaça internacional normalizada” que, simplificada, chamamos de fumaça. Essa determinação está baseada na medida da refletância da poeira, o que confere a este parâmetro a característica de estar intimamente relacionado com o teor de fuligem na atmosfera.

Os efeitos adversos do material particulado na atmosfera começam pelo aspecto estético, pois este interfere na visibilidade e está associado com a produção de corrosão e sujeira em superfícies (edifícios, tecidos, outros materiais). Os efeitos sobre a saúde estão associados à:

- Incapacidade de o sistema respiratório remover as partículas no ar inalado, retendo-as nos pulmões.
- Presença nas partículas de substâncias minerais que possuam propriedades tóxicas.

- Presença nas partículas de compostos orgânicos, como os hidrocarbonetos policíclicos, que possuem propriedades carcinogênicas.
- Capacidade das partículas de aumentar os efeitos fisiológicos de gases irritantes também presentes no ar ou de catalisar e transformar quimicamente estes gases criando espécies mais nocivas.

O tamanho da partícula desempenha um papel importante nos efeitos das mesmas sobre a saúde. As chamadas partículas grossas (diâmetro $> 10 \mu\text{m}$) são retidas no sistema respiratório superior, enquanto as partículas finas, (diâmetro $< 10 \mu\text{m}$) penetram mais profundamente, atingindo, inclusive, os alvéolos pulmonares, no caso das partículas submicrônicas.

A capacidade do material particulado fino de aumentar os efeitos fisiológicos dos gases presentes no ar é um dos aspectos mais importantes da poluição do ar por material particulado. Os efeitos de uma mistura de material particulado e dióxido de enxofre, por exemplo, são mais acentuados que a presença isolada de cada um deles (CLEMENTE, 2000).

CORNWELL e MACKENZIE (1988), descrevem que estudos efetuados nos Estados Unidos, Brasil, e Alemanha relacionaram níveis mais altos de particulados ao aumento de morte respiratória, cardiovascular e câncer, como também pneumonia, perda de função pulmonar, asma e aumento da admissão em hospital.

b) Óxidos de Enxofre

Os óxidos de enxofre são emitidos tradicionalmente na queima de carvão e óleo na geração de energia elétrica ou no aquecimento dos ambientes. O enxofre é encontrado em estado natural em muitos tipos de carvão e óleos. O gás é acre, corrosivo e tóxico, mas a ameaça para a saúde ocorre quando o dióxido de enxofre se combina no ar com o vapor de água e outros compostos, para formar o ácido sulfúrico e sulfatos.

Como é um gás relativamente pesado, o dióxido de enxofre sufoca as ruas de uma cidade e, exceto quando emitido por chaminés excepcionalmente altas, a maior parte do gás cai do ar dentro de um raio de várias centenas de quilômetros do centro de uma grande metrópole (CLEMENTE, 2000).

Os efeitos dos gases na saúde humana estão intimamente associados à solubilidade desses gases nas paredes do aparelho respiratório, fato este que governa a quantidade de poluente capaz de atingir as porções mais profundas do aparelho respiratório.

O dióxido de enxofre é altamente solúvel nas passagens úmidas do aparelho respiratório superior, conduzindo a um aumento da resistência à passagem e ao aumento da produção de muco.

Existem evidências de que o dióxido de enxofre agrava as doenças respiratórias pré-existentes e também contribui para o seu desenvolvimento. O dióxido de enxofre, sozinho, produz irritação no sistema respiratório e, adsorvido em partículas, pode ser conduzido mais profundamente e produzir danos ao tecido do pulmão.

Estudos epidemiológicos e clínicos mostram que certas pessoas são mais sensíveis ao dióxido de enxofre que outras. Exposições prolongadas a baixas concentrações têm sido associadas com o aumento da morbidade cardiovascular em pessoas idosas (CETESB, 1988).

c) Monóxido de Carbono

O monóxido de carbono (CO) é formado quando os combustíveis fósseis não queimam completamente. Os automóveis representam a fonte preponderante e a formação de monóxido de carbono pode ser bastante evitada com mais oxigênio e maiores temperaturas dos motores, mas essas condições usualmente produzem mais óxidos de nitrogênio. O monóxido de carbono é incolor, inodoro, venenoso e ligeiramente mais leve que o ar.

Supõe-se que eventualmente se converta em dióxido de carbono, mas ainda não se conhecem os mecanismos por completo (CLEMENTE, 2000).

Os efeitos da exposição de seres humanos ao monóxido de carbono estão associados à capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. O monóxido de carbono compete com o oxigênio na combinação com a hemoglobina do sangue, uma vez que a afinidade da hemoglobina pelo monóxido de carbono é cerca de 210 vezes maior que pelo oxigênio. Quando uma molécula de hemoglobina recebe uma molécula de monóxido de carbono, forma-se a carboxihemoglobina, que diminui a capacidade do sangue de transportar oxigênio (CETESB, 1988).

d) Hidrocarbonetos (HC)

Os hidrocarbonetos são usualmente os vapores não queimados que se evaporam dos tanques de gasolina e são emitidos pelos escapamentos de veículos. Mas também podem ser os solventes em evaporação do asfalto, emissões gasosas de vegetação em estado de apodrecimento ou o produto de qualquer reação que envolva matéria orgânica (contendo carbono). Embora não sejam considerados tóxicos em concentrações normais, são considerados agentes causadores de câncer. Também contribuem para a névoa escura e amarelada que cobre as cidades (CLEMENTE, 2000).

e) Óxidos de Nitrogênio

Os óxidos de nitrogênio são produzidos quando o ar é aquecido a altas temperaturas, como acontece num cilindro de automóvel ou na fornalha de alta temperatura de uma usina de energia.

Geralmente, o nitrogênio inerte da atmosfera se combina com o oxigênio para formar óxido nítrico (NO) e, posteriormente, este se converte em dióxido de nitrogênio (NO₂). O gás tem cor parda amarelada e irrita levemente os pulmões em baixas concentrações. Quando se combina com a chuva, forma-se o ácido nítrico (CLEMENTE, 2000).

No caso dos óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), somente o NO₂ é motivo de preocupação por si mesmo. Devido à sua baixa solubilidade, é capaz de penetrar profundamente no sistema respiratório, podendo dar origem as nitrosaminas, algumas das quais podem ser carcinogênicas. O dióxido de nitrogênio (NO₂) é também um poderoso irritante, podendo conduzir a sintomas que lembram àqueles do enfisema (CETESB, 1988).

f) Ozônio

Oxidantes fotoquímicos, principalmente ozônio (O₃), são produtos das reações secundárias na atmosfera entre certos precursores, como hidrocarbonetos e óxido nítrico na presença de luz solar e calor. A formação do ozônio também envolve os processos físicos de dispersão e transporte de seus precursores – CLEMENTE (2000).

O efeito mais relatado dos oxidantes fotoquímicos é a irritação dos olhos, sendo que os principais componentes da mistura associados a este efeito são os peroxiacilnitratos (por exemplo, PAN – Peroxiacetilnitrato), o formaldeído e a acroleína.

A presença dos oxidantes fotoquímicos na atmosfera tem sido associada à redução da capacidade pulmonar e ao agravamento das doenças respiratórias, como a asma.

Estudos realizados em animais mostram que o ozona causa o envelhecimento precoce, provoca danos na estrutura pulmonar e diminui a capacidade de resistir às infecções respiratórias.

Mesmo pessoas saudáveis como os atletas têm se mostrados sensíveis aos efeitos do ozona pela diminuição da capacidade de executar exercícios físicos (CETESB 1988).

g) Compostos Orgânicos Voláteis (VOC – Volatile Organic Compounds)

Nome coletivo atribuído a poluentes que são gases na temperatura ambiente. Muitos VOCs são emitidos a partir de produtos domésticos. Todos esses gases contêm o carbono como elemento primário. Entre os VOCs inclui-se o formaldeído, que é liberado de inúmeros materiais de construção e de produtos domésticos. Eles também incluem o benzeno, o xileno e outros que são liberados a partir de solventes (líquidos que dissolvem substâncias) tais como produtos de limpeza doméstica, removedores de pintura e acabamentos de couro. Muitos VOCs causam sintomas semelhantes aos de um resfriado comum, inclusive incômodos respiratórios – (DASHEFSKY, 1977).

No quadro seguinte, são apresentados os principais poluentes encontrados na atmosfera, suas características, as principais fontes emissoras e seus efeitos na saúde e meio ambiente.

QUADROS 1 - Principais poluentes encontrados na atmosfera (Adaptado da CETESB, 2002).

POLUENTES	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS	EFEITOS GERAIS SOBRE A SAÚDE	EFEITOS GERAIS AO MEIO AMBIENTE
Partículas totais em suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho > 10 micra.	Processos Industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa.	Quanto menor o tamanho da partícula, maior o efeito à saúde. Causam efeitos significativos em pessoas com doença pulmonar, asma e bronquite.	Danos a vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas inaláveis (MP10) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário.	Aumento de atendimentos hospitalares e morte prematura	Danos a vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ que na presença de vapor d água passa rapidamente a ácido sulfúrico. É um importante precursor do sulfato um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículo à diesel, polpa e papel	Desconforto na respiração, doenças respiratórias, agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares já existentes. Pessoas com asma e doenças da crônicas do coração e pulmão são mais sensíveis ao SO ₂ .	Pode levar a formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas
Dióxido de Nitrogênio (NO)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar a formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para a formação de partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações	Aumento da sensibilidade à asma e a bronquite, abaixar a resistência às infecções respiratórias.	Pode levar a formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita. Precursor na formação de Ozônio
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido	Combustão incompleta em veículos automotores	Altos níveis de CO estão associados a prejuízos dos reflexos, da capacidade de estimar intervalos de tempo, no aprendizado, de trabalho e visual.	-
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais, e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente na atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Irritação nos olhos e vias respiratórias, diminuição da capacidade pulmonar. Exposição a altas concentrações pode resultar em sensações de aperto no peito, tosse e chiado na respiração. O O ₃ tem sido associado ao aumento de admissões hospitalares.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas, plantas ornamentais.

2.1.4 - Classificação dos poluentes do ar

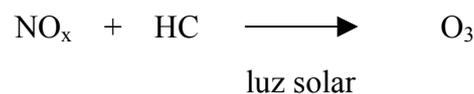
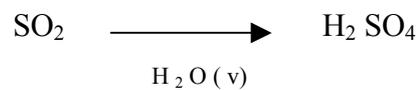
Segundo a origem, os poluentes classificam-se em:

- Primários

São aqueles emitidos diretamente de fontes identificáveis; estão presentes na atmosfera na forma em que são emitidos. Exemplos: MP, SO₂, NO_x.

- Secundários

São produzidos na atmosfera pela reação entre dois ou mais poluentes primários ou pela reação com constituintes normais atmosféricos, com ou sem fotoativação. Exemplos:



De acordo com o estado os poluentes classificam-se em:

- **gases e vapores**: tais como: CO, CO₂, SO₂, NO_x.

- **partículas sólidas**: tais como: material particulado, fumos, névoas e fumaças.

De acordo com a composição química os poluentes podem ser:

- **orgânicos**: tais como: HC, aldeídos.

- **inorgânicos**: tais como: SO₂, H₂S, NO₂, NH₃.

2.1.5 - Fontes de poluição

a) Fontes poluição do ar

São consideradas fontes de poluição do ar todas as obras, atividades, instalações, empreendimentos, processos, dispositivos móveis ou imóveis ou meios de transportes que direta ou indiretamente causem ou possam causar poluição ao meio ambiente (CETESB, 2000 b).

b) Fonte pontual

Trata-se de uma fonte de poluição única, fixa, identificável e que tem um potencial de poluição do ar, tal qual uma chaminé de indústria lançando efluentes industriais.

c) Fontes móveis

São fontes de emissão que se movem no espaço, tais como automóveis, motos, navios e trens.

d) Fontes secundárias

São as fontes pequenas e mais comuns que, individualmente, liberam pequenas quantidades de poluentes, mas se forem estimadas como uns grupos se tornam significativas, como, por exemplo, uso de solventes orgânicos por consumidores e áreas comerciais (recobrimento de superfície lavagem a seco, desengraxador, artes gráficas, borracha e plástico); estocagem de materiais e distribuição (como produtos derivados de petróleo, químicos e petroquímicos); fontes variadas (queimada de agricultura e floresta); posto de gasolina e esterilização de laboratório e hospital (CLEMENTE, 2000).

e) Poluição difusa

Também chamada de poluição não-pontual, é aquela que não se origina de uma fonte específica, e sim de muitas fontes não-registradas (DASHEFSKY, 1997).

f) Poeiras Fugitivas

São todas as partículas que não são emitidas através de fontes de poluição confinadas, ou seja, através de chaminés. São poeiras arrastadas pela ação dos ventos de fontes não pontuais. As fontes de emissão mais comuns são as pilhas de armazenamento de material pulverulento, estradas não pavimentadas, agricultura e operação de construção (EPA, 2003).

2.1.6 - Classificação das fontes de poluição do ar

a) naturais

- Vulcões (SO₂ e cinzas).
- Ação biológica em água (H₂S em mangues e pântanos).
- Ondas do mar (aerossóis marinhos).
- Tempestade de areia.
- Decomposição de animais.
- Decomposição de vegetais.

b) antropogênicas

- Estacionárias

- Queima de combustíveis nas indústrias.
- Processos e operações industriais.
- Poeiras fugitivas.
- Incineração de resíduos.
- Queima de lixo.

- Móveis

- Veículos automotores.
- Navios.
- Aviões.

2.1.7 – Outros conceitos relevantes relacionados à poluição do ar

a) Taxa de emissão de poluentes

É a quantidade média de poluente, por unidade de tempo, emitida por uma determinada fonte de poluição. Pode ser obtida por estimativa, utilizando-se fatores de emissão ou através de amostragem de chaminé.

b) Padrão de emissão

É o valor permitido para emissão de uma determinada fonte de poluição ambiental. Esse número é estabelecido a critério do Órgão Ambiental Governamental.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem-estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada (Derísio *apud* SILVA LORA, 2002).

c) Fator de emissão

É um número empírico utilizado para se estimar a concentração emitida de um poluente por unidade de produção. A Agência de proteção Ambiental dos Estados Unidos edita periodicamente uma compilação de fatores de emissão de poluição do ar para fontes primárias estacionárias, móveis e fontes secundárias que são utilizadas mundialmente como referência por outras Agências Ambientais (TRC, 1994).

Cita-se como exemplo, os fatores de emissão de uma fonte primária elaborada para as unidades de ácido sulfúrico, conforme tabela seguinte:

TABELA 2 - Fatores de emissão (USEPA, 1995).

FONTE	% CONVERSÃO SO ₂ à SO ₃	FATORES DE EMISSÃO SO ₂ Kg/t PRODUZIDA 100% H ₂ SO ₄
TORRE DE ABSORÇÃO	93	48.0
	94	41.0
	95	35.0
	96	27.5
	97	20.5
	98	13.0
	99	7.0
	99.5	3.5
	99.7	2.0
	100	0.0

d) Troposfera

Camada onde residem todas as formas de vida do nosso planeta (camada atmosférica que vai da superfície até a altura média de 10 a 12 Km).

e) Estratosfera

Camada atmosférica situada acima de 12 Km de altitude, onde há principalmente nitrogênio.

f) Mesosfera ou Ionosfera

Camada atmosférica que se estende acima de 100 Km de altura.

g) Inversão Térmica

Os poluentes produzidos nas cidades são geralmente dissipados quando o ar quente na superfície alcança as camadas superiores mais frias, difundindo-se nelas.

As cidades localizadas em vales ou parcialmente circundadas por montanhas são propensas à inversão térmica, nas quais uma camada de ar quente se forma acima da camada superficial, criando uma cobertura sobre o ar frio. Isso aprisiona os poluentes por longos períodos de tempo, freqüentemente provocando o smog fotoquímico. As inversões térmicas são freqüentes nas cidades norte-americanas de Los Angeles, Salt Lake, Phoenix e Denver e na cidade do México. O mesmo ocorre na cidade de São Paulo e Cubatão (DASHEFSKY, 1997).

h) Smog

Névoa natural intensificada pela ação dos contaminantes de origem industrial e/ou veicular. Costuma ser uma mistura de fumaça e névoa que, quando intensificada por processos químicos, devido à radiação solar, é chamada de smog fotoquímico.

i) Smog fotoquímico

Névoa que se produz por oxidação fotoquímica, em grande escala de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, assim como de outros precursores oxidantes contidos na atmosfera, quando estas encontram algumas condições típicas dos anticiclones estacionários; como forte radiação solar, baixa e intensa inversão térmica, umidade relativa elevada e calmaria nas primeiras horas da manhã (BOLEA, 1977).

j) Biota

Refere-se à parte que tem vida em um ecossistema. A biota é a junção da também chamada de flora e de fauna (DASHEFSKY, 1997).

k) Biosfera

Porção do nosso planeta que contém vida. Trata-se de uma parcela incrivelmente pequena. Os organismos podem ser encontrados: a) na parte baixa da atmosfera (troposfera); b) na camada que fica sobre ou logo abaixo da superfície da terra (litosfera); c) no interior dos corpos de água (hidrosfera) e nos sedimentos imediatamente abaixo. Com algumas exceções, isso coloca todas as formas de vida a poucos centímetros abaixo ou a poucas centenas de metros acima da terra e das águas do planeta (DASHEFSKY, 1997).

l) Área saturada de poluentes atmosféricos

Considera-se saturada, em termos de poluição do ar, uma Região ou Sub-Região, quando qualquer valor máximo dos padrões de qualidade do ar nelas estiver ultrapassado (CETESB, 2000_b).

2.2 – Fatores que afetam a poluição do ar

Segundo SEWELL (1978) os fatores que determinam a severidade da poluição do ar podem ser classificados em duas grandes categorias, uma associada com as atividades humanas e a outra ao meio natural. As pessoas planejam as tecnologias e selecionam as fontes de energia que conduzem às descargas poluidoras. Mas há também um conjunto de fatores naturais que influenciam a localização e seriedade de um problema de poluição. Os mais importantes são meteorológicos (relacionados com a atmosfera e seus fenômenos, especialmente o clima) e topográficos.

2.2.1 – Influência meteorológica

SEWELL (1978) ainda destaca que para evitar um acúmulo desastroso de poluentes, dependemos de movimentos do ar para diluir os gases e partículas e, por fim, facilitar sua remoção por precipitação, lavagem e reações químicas. Três fatores são particularmente importantes: queda da temperatura, ventos e precipitação.

- **Queda da Temperatura** : A condição meteorológica desejável para dispersar poluentes do ar é a instabilidade, porque os gases devem subir, expandir-se, se diluir e espalhar-se. Para que exista esta condição, a temperatura na atmosfera inferior (troposfera) deve tornar-se continuamente mais fria, à medida que sobe.



FIGURA 1 – Situação favorável à dispersão de poluentes (CETESB, 2003)

Ocasionalmente, contudo, ocorrem condições estáveis que suprimem esse movimento vertical.

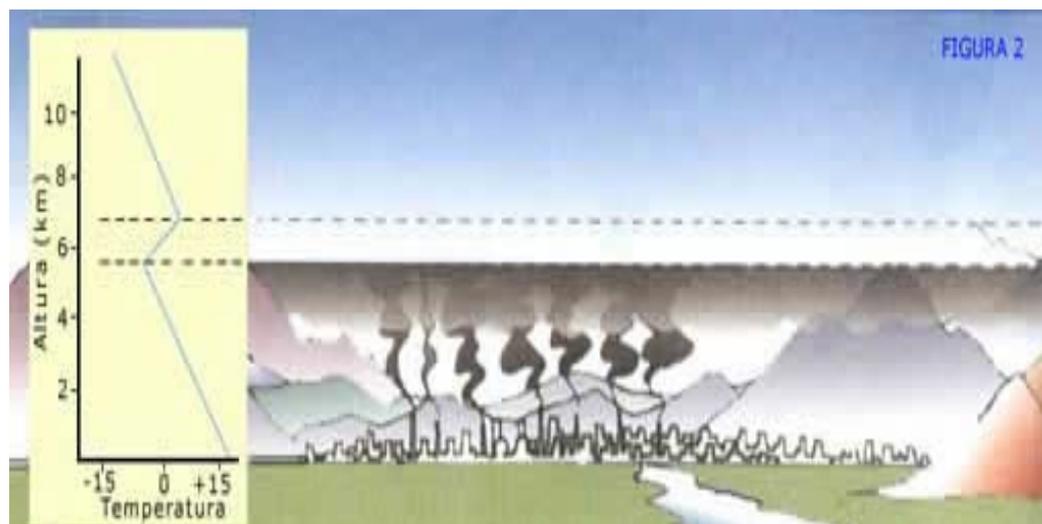


FIGURA 2 – Situação desfavorável à dispersão de poluentes (CETESB, 2003)

A camada de inversão também pode ocorrer a 100, 200, 300 600 e 1000 metros acima do nível do solo.

Isto é uma inversão térmica, condição em que uma camada de ar quente existe acima do ar frio. Quando os gases são liberados no ar frio, sobem até atingir a camada quente e, então, param.

Dos três tipos comuns de inversão, apenas um é considerado sério. Um tipo usualmente inofensivo é a **inversão de radiação** nas madrugadas dos ambientes rurais. A terra está fria, mas o ar a poucos metros do chão ainda está quente. Forma-se a neblina pelo chão, em depressões ou sobre lagoas. Mas o sol subindo aquece a superfície da terra, restaurando a condição estável e assim a neblina desaparece.

Outra condição de inversão é a **inversão frontal**, que ocorre quando duas massas de ar de temperaturas diferentes colidem e o ar quente sobrepõe-se ao frio. Essa condição é geralmente acompanhada de turbulência, e os poluentes são espalhados.

O terceiro e mais problemático tipo é a **inversão de precipitação**, quando uma camada de ar desce, se aquece e permanece parada acima do ar mais frio.

Freqüentemente, esse fenômeno pode ser verificado em regiões industriais durante o outono. Em áreas urbanas, ficarão presos sob a camada quente, podendo se acumular durante dias, criando um ar escuro e nocivo. Os que têm problemas respiratórios são afetados. Se a inversão continua torna-se por fim um caso digno de atenção.

- **Ventos:** Dependendo do vento para dispersar poluentes em sentido horizontal, se uma cidade tiver ventilação vantajosa, espaço aberto em volta e brisas freqüentes, como é o caso de Boston ou Nova York, a poluição raramente se constitui em crise crítica. O vento também leva os poluentes de uma população para a outra.

- **Precipitação:** Os poluentes podem ficar retidos numa precipitação, seja quando a gota de chuva está em formação, seja quando cai. Partículas grandes são particularmente eliminadas com grande eficiência. Outras se depositam no solo pela gravidade. A aglutinação e as reações químicas removem ainda outras, e algumas moléculas de gás são removidas por adsorção a partículas. Ainda outros gases e partículas reagem quimicamente numa forma que se fixa fora do ar. Neste contexto, a precipitação oferece apenas um dos numerosos mecanismos que podem deixar o ar isento de poluentes. Em outras palavras, os mecanismos para manter o ar limpo estarão

disponíveis se for possível controlar os fatores humanos, a propensão para poluir (SEWELL, 1978).

- **Topografia:** A topografia se refere à irregularidade ou às configurações da superfície de um terreno. As irregularidades podem ser naturais, tais como colinas, ou artificiais, como edifícios; mas elas influenciam na circulação de ar. Quando ocorre uma inversão contra uma montanha ou vale a poluição do ar se intensifica porque os poluentes não têm liberdade de movimento vertical nem horizontal (Exemplo típico do Município de Cubatão). Por outro lado, uma brisa contra edifícios pode criar turbulência, favorecendo a mistura vertical e a diluição da poluição – (SEWELL, 1978).

2.3 – Equipamentos de controle de poluição do ar de melhor tecnologia prática disponível.

Segundo a Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos o BACT (Best Available Control Technology), o qual pode ser traduzido como melhor tecnologia prática disponível, é uma limitação da emissão baseada no máximo grau para sua redução (considerando energia, meio ambiente e impactos econômicos), que se pode atingir por meio da aplicação de processos de produção e métodos, sistemas e técnicas disponíveis.

A Melhor Tecnologia Prática Disponível, não licencia emissões acima daquelas permitidas em qualquer parte da lei do ar limpo dos Estados Unidos. O seu uso é permitido com base no caso a caso, para as fontes de emissão de grande porte novas ou modificadas em áreas não-saturadas e se aplica para cada poluente regulamentado (CEPA, 1999).

De acordo com DASHEFSKY (1997) o BACT - Melhor Tecnologia Disponível, refere-se ao estado da arte da tecnologia disponível para uma indústria ou processo de produção específico. O BACT ambiental se refere à tecnologia que causa o menor dano ao meio ambiente. Usar o BACT não significa necessariamente que uma

tecnologia seja não-poluente. Significa apenas que ela é a melhor entre as tecnologias existentes.

O Decreto que regulamenta a legislação Ambiental no Estado de São Paulo contempla no seu Artigo 41 que: “As fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para cada caso” (CETESB, 2000_b).

Diversos coletores têm sido considerados pelo Órgão Ambiental como sendo de melhor tecnologia prática disponível e encontram-se instalados nas diversas indústrias do Estado de São Paulo. Entre esses equipamentos de controle de poluentes podem-se destacar os filtros de tecidos, lavadores de gases tipo venturi, precipitadores eletrostáticos, redução catalítica seletiva entre outros.

2.4 – Descrição dos principais equipamentos de controle de poluentes considerados de melhor tecnologia prática disponível.

2.4.1 – Controle das emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x)

SILVA LORA (2002) descreve que diferentemente dos óxidos de enxofre, no caso dos óxidos de nitrogênio é possível diminuir a emissão dos mesmos atuando sobre os fatores que determinam a sua formação, em particular sobre a temperatura máxima na fornalha e sobre a concentração de oxigênio nesta região. Assim, existem métodos de pré-combustão (preventivos) ou métodos de pós-combustão (corretivos).

2.4.1.1 – Métodos de pré-combustão (Preventivos)

2.4.1.1.1 – Recirculação dos produtos da combustão

É um dos métodos mais difundidos e estudados. No mais efetivo os efluentes gasosos da caldeira são recirculados relativamente frios e misturados ao ar de combustão e combustível da caldeira.

Utilizando como exemplo a injeção de gases a uma temperatura de 300°C, numa quantidade igual a 20% da quantidade de ar de combustão, necessária para o consumo de 1Kg de combustível, leva a diminuição da temperatura máxima da chama em 120 – 130 C°.

Para combustíveis com baixo teor de nitrogênio na sua composição elementar, quando a formação dos óxidos de nitrogênio acontece predominantemente pelo mecanismo térmico, ocorre uma redução na emissão deste poluente na faixa de 40 a 80%. É importante ressaltar, que a recirculação dos gases provoca a redução da eficiência da caldeira em 0,01 – 0,03% para cada 1% de gases recirculados.

A eficiência da recirculação dos produtos de combustão, isto é a diminuição relativa da emissão de óxidos de nitrogênio, depende de dois fatores principais: fração de gases recirculados e local em que estes gases são introduzidos na fornalha. Assim, durante a queima de gás natural e óleo combustível com taxa de recirculação de 20% tem-se a seguinte eficiência média de recirculação:

- 50% - quando se introduz produto de combustão junto com ar primário
- 25% - quando o produto de combustão e o ar primário são introduzidos através de um canal anular localizado ao redor do queimador.
- 15% - quando o produto de combustão e o ar primário são introduzidos através de bocais localizados embaixo dos queimadores.

2.4.1.1.2 – Combustão por etapas

SILVA LORA (2002) menciona que a combustão por etapas é um dos métodos mais efetivo para diminuição das emissões de óxidos de nitrogênio. Consiste da introdução na zona de combustão primária, de uma quantidade de ar menor do que a tecnicamente necessária. Para evitar a combustão incompleta o restante de ar é insuflado por bocais localizados acima dos queimadores, gerando uma zona de combustão secundária. Como consequência, observa-se a diminuição da temperatura máxima no núcleo da chama, assim como a diminuição da concentração de oxigênio nesta região. A complementação da combustão na segunda etapa acontece a temperatura menor que na primeira etapa e, por isso, praticamente, não se desenvolve a formação de NOx.

2.4.1.1.3 – Queimadores com baixa emissão de NOx

Nesses queimadores a seqüência de uma região rica em combustível e uma pobre, é obtida por meios aerodinâmicos, onde o queimador com baixa emissão de NOx , permite organizar a combustão por etapas no volume da fornalha localizado frente a boca do queimador.

Queimadores com baixa emissão de NOx devem possibilitar:

- Diminuição da intensidade da mistura do ar secundário rico em oxigênio e da mistura de combustível pulverizado e ar primário de ignição.
- Intensificação da transferência de calor e massa entre a mistura de ar primário e combustível pulverizado com os produtos de combustão na fornalha (caracterizam-se por uma alta temperatura e baixa concentração de O₂).
- Queima eficiente do combustível com uma fração mínima de ar primário.
- Diminuição da temperatura no núcleo da chama sem afetar a estabilidade de ignição e a eficiência de combustão.

2.4.1.2 – Métodos de pós-combustão (Corretivos)

2.4.1.2.1 – Injeção não catalítica de amônia

A reação de amônia com o NO com formação de nitrogênio, gases e vapores de água, sem a utilização de catalisadores, acontece só na faixa de temperaturas entre 800 – 1000C°. Acima da temperatura de 1100°C torna-se significativa a reação de amônia com oxigênio, tendo como produto final o NO. As equações químicas reproduzem as duas etapas:



Esse processo de controle das emissões de NO_x é muito sensível à temperatura com um máximo de eficiência na faixa de $967 \pm 50^\circ\text{C}$. A adição de hidrogênio diminui e amplia a faixa de temperatura efetiva. A injeção de amônia e Hidrogênio na proporção de 2: 1 pode reduzir os Óxidos de Nitrogênio na temperatura de 697°C .

Os fatores que afetam a eficiência do processo de redução não catalítica da amônia são:

- Características do sistema de combustão e do combustível
- Tempo de residência na zona de temperatura ótima do gás. Segundo Mobley *apud* SILVA LORA (2002), um tempo de residência de 0,2 – 0,3 segundos é suficiente.
- Perfil de temperaturas pelo percurso dos gases na fornalha e dutos de gases Deve-se buscar a localização ideal dos pontos de injeção e a consideração de restrições nas variações de carga, visando evitar mudanças consideráveis das temperaturas dos gases nos pontos de injeção.
- Relação de amônia e óxido de nitrogênio (NH_3/NO) e concentração de NO_x . Recomendam-se valores da relação.
- Relação NH_3/NO de 1,5 para valores iniciais da concentração de NO de 200 ppm; para maiores valores o valor da relação NH_3/NO diminui até 1(um).

Na presença de SO_3 nos produtos da combustão pode acontecer a reação com a amônia em excesso no gás, formando sulfatos de amônia.



O sulfato de amônia resulta no aumento do teor de particulados no gás sem causar deposições. Já o bissulfato de amônia, por ser uma substância viscosa e pegajosa, pode causar deposição, obstruindo o fluxo e deteriorando as superfícies de aquecimento.

A eficiência de remoção de óxidos de nitrogênio pelo processo de controle por injeção não catalítica de amônia apresenta-se na faixa de 40 – 60%.

2.4.1.2.2 – Injeção catalítica de amônia (Redução Catalítica Seletiva – SCR)

A redução química do NO com NH₃ na presença de O₂, utilizando um reator de leito fixo com catalisador composto de dióxido de titânio (TiO₂), trióxido de tungstênio (WO₃), pentóxido de vanádio (V₂O₅), e trióxido de molibdênio (MoO₃), é conhecida como Redução Catalítica Seletiva (SCR).

Neste processo a faixa ótima de temperatura dos gases está entre 300 – 450 °C, onde se desenvolvem as seguintes reações químicas:



A primeira reação química é predominante pelo fato de 95% dos óxidos de nitrogênio (NO_x) estarem na forma de NO. Para uma reação molar NH₃/NO = 1,0 a eficiência de remoção dos NO_x é da ordem de 80 – 90%.

Neste processo de Redução Catalítica Seletiva, o V₂O₅, numa concentração de 5 – 10% é o denominado componente ativo, o TiO₂ é denominado de portador. A adição de WO₃ ao catalisador inibe a conversão de SO₂ para SO₃.

Segundo Makansi *apud* SILVA LORA (2002), para se evitar a formação de bissulfato de amônia, e a sua deposição no catalisador, podem-se tomar as seguintes medidas:

- A temperatura do gás na entrada do SCR deve ser maior que a temperatura do bissulfato de amônia para as concentrações esperadas de SO₃.
- A concentração de amônia em excesso deve ser mantida na faixa de 3 a 5 ppm.
- Instalação de sopradores de cinzas adicionais.

2.4.1.2.3 – SCONOX Catalytic Absorption System

A CEPA (1999) descreve que o sistema de controle de óxidos de nitrogênio (SCONOX) foi desenvolvido pela Goal Line Environmental Technologies, sendo considerado um sistema revolucionário na redução de poluentes na pós-combustão.

Além de não utilizar substâncias que produzam efeitos colaterais como no caso da amônia no SCR, este sistema também reduz drasticamente a emissão de monóxido de carbono e de compostos orgânicos voláteis.

O SCONOX é equipado com um catalisador de metal nobre que no processo de absorção/redução, com uso de carbonato de potássio, permite que os óxidos de nitrogênio sejam absorvidos na superfície do catalisador na forma de nitrito e nitrato de potássio, conforme representado na reação química.



A temperatura ideal de operação do catalisador SCONOX vai desde 280 a 700 °F. Registro de operação da planta de cogeração de energia em Los Angeles, Califórnia, indica que o SCONOX pode chegar a um nível de 2.0 ppmvd NO_x a 15% de oxigênio (aproximadamente 98,6% de eficiência).

Quando toda a camada absorvedora de carbonato de potássio for convertida em composto de nitrogênio o NO_x pode não ser mais absorvido e o

catalisador deve ser regenerado. A regeneração se processa pela passagem de um gás redutor de hidrogênio diluído através da superfície do catalisador.

Na ausência de oxigênio o gás hidrogênio reage com os nitritos e nitratos formando água e nitrogênio molecular. O dióxido de carbono reage com os nitritos e nitratos para formar carbonato de potássio que é uma camada de absorção na superfície do catalisador, conforme ilustrado na reação química seguinte.



2.4.2 – Controle de dióxido de enxofre

2.4.2.1 - Método de dessulfurização com cal e calcário

Para o controle das emissões dos óxidos de enxofre são conhecidos diversos métodos, entre os quais destacam-se:

- Dessulfurização por calcário ou cal hidratada.
- Dessulfurização com óxidos de magnésio.
- Dessulfurização com sulfeto de sódio (método alcalino ou ciclo duplo).
- Dessulfurização com bissulfeto de amônia (método cíclico amoniacal).

O método de dessulfuração por calcário é o mais utilizado na atualidade, pois apresenta um bom custo benefício, atingindo altas eficiências na remoção dos óxidos de enxofre. Os sistemas de dessulfurização com calcário classificam-se da seguinte maneira:

- Processo de injeção a seco - Neste processo o absorvente seco é injetado no fluxo de produtos de combustão e separado, logo após a dessulfurização, num separador de particulados. Os óxidos de enxofre são absorvidos no ponto de injeção e durante a separação dos particulados no filtro de tecido. Esse sistema pode alcançar eficiências entre 70 – 90% se for utilizado bicarbonato de sódio.

- Processo com secador spray – Nesse processo a lama ou solução alcalina é nebulizada nos produtos de combustão no secador spray. As gotículas absorvem o SO₂ e outros gases ácidos, evaporando-se finalmente. As partículas sólidas são separadas em filtros de tecidos ou precipitadores eletrostáticos. A eficiência de remoção de SO₂ nestes sistemas é de aproximadamente 90%.
- Processo úmido – Neste sistema os produtos de combustão entram no absorvedor e ascendem através da zona de absorção, em contra-fluxo com a polpa ou solução de absorvente. O gás passa por um separador de umidade antes de sair do absorvedor. Os projetos de dessulfurização úmida prevêm eficiências de separação maiores que 95%

2.4.3 – Controle de material particulado

2.4.3.1 – Filtro de Tecido (filtro de mangas)

Entre os equipamentos de limpeza a seco, utilizados para controle de material particulado, o que apresenta maior eficiência é o filtro de tecido, também conhecido por filtro mangas.

Neste equipamento o gás contendo material particulado se faz passar através das mangas, ficando as partículas retidas no tecido. Após vários ciclos de operação e limpeza uma fração dos particulados fica retida permanentemente no tecido formando uma capa filtrante definitiva. Este fenômeno constitui a causa da alta eficiência dos filtros de mangas durante a filtração de pequenas partículas.

Porém, para que o filtro de tecido atinja eficiência de 99,8% para controle de material particulado superfino, seu sistema de limpeza deverá ser feito por jato pulsante.

O parâmetro mais importante a se considerar em qualquer filtro de tecido é a limpeza das mangas. Uma limpeza deficiente provoca acréscimo da queda de pressão e a perda da capacidade de filtração.

Por outro lado uma limpeza muito vigorosa pode danificar as mangas, reduzindo o período de vida útil do filtro. Os sistemas de limpeza utilizados são os seguintes:

- Ar reverso
- Sacudimento mecânico
- Jato pulsante

a) - Ar reverso

Através do fechamento de válvulas, o fluxo de gás contendo material particulado é interrompido, injetando-se ar limpo em sentido inverso. Este contra-fluxo causa o colapso das mangas separando a capa de material particulado retido nas mangas. As vantagens desse sistema são:

- Fácil isolamento dos compartimentos.
- Não sobretensiona os tecidos de fibra de vidro.
- Simplicidade operacional.

b) - Limpeza por sacudimento mecânico

O material particulado retido na superfície interna das mangas é retirado através de sacudimento mecânico. Esse sistema apresenta as seguintes vantagens:

- Limpeza mais intensa, o que permite operar com uma relação gás/tecido maior que nos sistemas por fluxo reverso de gás.
- Utiliza menos energia para limpeza das mangas.

c) - Limpeza por jato pulsante

Nesta operação, o material particulado é removido pela parte externa das mangas, o que exige um suporte interno de arame, conhecido como manequim ou gaiola. A introdução de alta pressão de ar comprimido na parte interna das mangas faz com que ocorra uma expansão do tecido.

Esse pulso de ar pode ser realizado por meio do tubo de distribuição de ar comprimido (sistema de baixa e média pressão), ou acelerado por meio de tubos venturi, localizados na seção inicial das mangas (sistema de alta pressão). Este sistema apresenta as seguintes vantagens:

- Poucos elementos móveis no fluxo de gás.
- A relação gás/tecido pode ser mantida na faixa de 4-8, o que torna o sistema mais compacto.
- As mangas podem ser limpas em linhas, o que resulta em menor consumo de ar comprimido, maior tempo de vida útil da manga e maior eficiência.

Atualmente, os filtros de tecido por jato pulsante são os mais utilizados, atendendo às suas relativamente pequenas dimensões e custo reduzidos em comparação com os filtros de mangas convencionais.

Segundo Sloat et al., *apud* SILVA LORA (2002), para o caso de uma planta de potência 250 MW, o custo de um filtro manga que utiliza limpeza por jato pulsante é 22% menor que o custo de um precipitador eletrostático e, 35% menor que o de um filtro de tecido que utiliza limpeza por fluxo de gás reverso.

2.4.3.2 – Precipitador Eletrostático

De acordo com BUONICORE e DAVIS (1992), o precipitador eletrostático é um equipamento que utiliza forças elétricas para movimentar as partículas desde o fluxo de gases até os eletrodos coletores. As partículas contidas no fluxo de gás recebem uma descarga elétrica ao passarem através de uma corona, região de ionização do gás. O efeito corona é produzido pelos eletrodos de descargas mantidos com alta voltagem no centro do fluxo de gás. Essas partículas carregadas com forças negativas são coletadas nas placas carregadas com forças positivas.

A remoção do material retido nas placas coletoras ocorre pela vibração ou lavagem desses eletrodos.

Segundo SILVA LORA (2002), o precipitador é o único equipamento de controle de particulados no qual a força de remoção atua só sobre as partículas e não sobre todo o fluxo de gás.

Isto garante alta eficiência de separação (99,5%) com uma pequena queda de pressão do gás de aproximadamente 1,24 Kpa.

Os tipos de precipitadores eletrostáticos mais difundidos são de placa e arame, de placas planas e úmidas.

2.4.3.2.1 - Precipitador de placa e arame

Esta configuração é utilizada numa ampla variedade de aplicações industriais: caldeira a carvão, fornos de cimento, incineradores de resíduos sólidos, caldeiras de recuperação de plantas de papel, Unidade de craqueamento catalítico fluido etc. Nos precipitadores de placas e arame, o fluxo de gás passa entre placas metálicas paralelas. Os arames suspensos entre as placas constituem os eletrodos de descargas de alta voltagem.

Os eletrodos geralmente recebem uma polaridade negativa, já que uma corona negativa suporta uma voltagem maior que uma positiva antes que aconteça a descarga. Os íons gerados na corona seguem as linhas do campo elétrico desde o arame até as placas coletoras. Assim, cada arame estabelece uma zona de carga através da qual passam as partículas, absorvendo parte dos íons.

2.4.3.2.2 - Precipitador de placas planas

No precipitador eletrostático de placas planas, seu eletrodo de coleta de alta voltagem é rodeado por agulhas em suas bordas laterais que geram o efeito corona e o campo eletrostático.

As superfícies coletoras destes equipamentos consistem em fileiras paralelas, alternada de placas coletoras de alta voltagem e de placas coletoras conectadas à terra. Ambas as espécies de placas estão carregadas com polaridade oposta e localizada à menor distância entre elas, ao contrário do que ocorre com os precipitadores convencionais. A carga das partículas é aleatória, podendo ser positiva ou

negativa. Desta maneira nos precipitadores de placas planas a placa de descarga também é coletora, o que incrementa a área da superfície coletora em 30%. O consumo de energia é 70% menor que nos precipitadores convencionais, devido ao uso mais eficiente da mesma (operação com baixos níveis de voltagem: 20 a 30 kV de corrente).

2.4.3.2.3 - Precipitador úmido

È utilizado para coletar partículas com características aglomerantes. Seu princípio de funcionamento consiste na nebulização de água no fluxo de gás, resfriando e condensando a maioria dos poluentes. As partículas sólidas e os demais poluentes condensados recebem carga elétrica e são coletados nas placas bipolares.

Os bocais de nebulização primários nebulizam a seção do pré-resfriamento e os difusores de entrada, a fim de saturar o fluxo de gás, prevenindo o endurecimento e a combustão do material coletado. Os bocais secundários além de complementar os primários, removem o material coletado das placas. A água logo após de filtrada é reincorporada ao sistema.

Os precipitadores úmidos permitem aumentar a eficiência de separação do material particulado, já que estes se agrupam por causa da umidade. Além disso, permitem remover alguns compostos solúveis e metais de alto peso molecular (metais pesados) junto com as gotículas de água. A principal desvantagem é que os eletrodos precisam de um revestimento especial contra a corrosão, aumentando o preço do equipamento.

2.4.3.3 – Lavadores de gases

Lavadores de gases são todos os equipamentos nos quais se realiza a separação de um conjunto de particulados, ou de poluentes gasosos, por meio da lavagem com água ou qualquer outro tipo de líquido absorvedor. Segundo GUIMARÃES F.A., MESQUITA A.L.S., NEFUSSI N., (1977) o princípio de funcionamento dos coletores úmidos se dá pela passagem do gás, carreando material particulado através de uma aspersão de gotas, com as quais as partículas se chocam, se depositam por difusão, e também agem como núcleo de condensação de água, conseqüentemente aumentando de tamanho, o que torna a coleta mais fácil.

Portanto, podemos dizer que os quatro mecanismos de coleta mais importante num coletor úmido são: a impactação, a interceptação, a difusão e a condensação. Os lavadores de gases que apresentam maior eficiência e tidos como de melhor tecnologia prática disponível são os lavadores venturi (Eficiência de 98% para partículas menores ou igual a 1 micra) e os Lavadores de Espuma (Eficiência de 99% para partículas maiores que 2 micras).

2.4.3.3.1 - Lavadores Venturi

Nesses lavadores o fluxo gasoso tem sua velocidade aumentada ao passar através de uma constrição (garganta), onde o líquido é injetado e atomizado pela alta velocidade do gás. Os principais mecanismos de coleta são: impactação (mais importante), interceptação e condensação.

Em seguida ao venturi um coletor secundário (normalmente um ciclone) é instalado para coletar as partículas que tiveram seu tamanho aumentado no venturi.

As velocidades do gás na garganta (12000 a 24000 pés/min) atomizam quantidade de água, que variam entre 3 a 10 galões/1000 pés³, em gotas cujo tamanho médio pode ser estimado na faixa de 50 micra. Perdas de carga entre 10 a 30 pol de água são valores comuns, mas perdas mais elevadas não são raras e correspondem a maiores eficiências de coleta. A condensação é um mecanismo efetivo de coleta em um lavador venturi. Se o gás estiver saturado ou super saturado, haverá condensação sobre as partículas na região de mais altas pressões. A partícula cresce, sua superfície molhada auxilia na aglomeração e sua posterior coleta.

2.4.3.3.2 - Lavadores de Espuma

Para coletar partículas finas, lavadores de espuma têm sido considerados de alta eficiência (99% para partículas > 2 μm), em virtude da grande área superficial de coleta apresentada. Esses equipamentos geralmente são precedidos de pré-coletor para retenção de partículas grosseiras, sendo as mais finas coletadas por uma camada de espuma. A espuma normalmente é obtida pela adição à água de 0,001 gal/1000pés³ de gás de óleo à base de terebintina. Esses lavadores são equipados com eliminadores de névoas.

a) - Fatores que afetam a utilização e o rendimento de coleta

Os fatores que contribuem para a melhoria do rendimento de coleta são: aumento do tamanho da partícula, aumento da perda de carga, aumento da velocidade relativa partícula/gota, aumento da vazão de líquido, diminuição do tamanho da gota.

- Vantagens

- Consegue coletar partículas e gases ao mesmo tempo.
- Dissolve partículas solúveis.
- Executa função secundária de resfriamento.
- Coleta e neutraliza gases e névoas corrosivas.
- Evita riscos de explosão pela presença de gases e poeiras combustíveis.
- Ocupa pouco espaço físico.
- Baixo custo inicial

- Desvantagens

- Recristaliza materiais solúveis.
- Gera efluentes líquidos.
- Necessita de tanque de sedimentação.
- Baixa eficiência para partículas submicrométrica.
- Arraste de névoas através do coletor.
- Evaporação do líquido absorvedor quando opera com gases quentes.
- Possibilidade de congelamento do líquido em zonas frias.
- Consumo excessivo de potência em alguns casos.

2.5 - Legislação sobre poluição do ar

2.5.1 – A evolução da legislação ambiental no Brasil

Conforme explica NOGUEIRA da CRUZ (2002), nossos primeiros diplomas normativos de caráter genérico, orgânico, foram as Ordenações do Reino.

Quando o Brasil foi descoberto, vigoravam as Ordenações Afonsinas, compiladas em 1446. Tiveram aplicação muito restrita em nosso país, pois logo foram substituídas pelas Ordenações Manuelitas, compiladas em 1514.

Vigorava na época uma preocupação puramente econômica, dos interesses da Coroa Portuguesa e dos nobres.

Assim, as normas que tutelavam os bens ambientais se jungiam mais a esse critério do que à idéia de proteção ambiental propriamente dita. Aliás, a defesa do meio-ambiente como um mero reflexo de preocupações econômico-patrimoniais vigorou até bem pouco tempo.

Podemos dizer que somente na década de 70, com o advento da Conferência de Estocolmo, em 1972, é que realmente se começou a pensar no meio ambiente como bem a ser tutelado por si mesmo e não apenas como um valor ligado aos interesses puramente econômicos.

Quanto às ordenações Manuelitas destacamos o livro V que, no seu título LXXXIII, proibia a caça de perdizes, lebres e coelhos com rede, e no seu título C previa o corte de árvores frutíferas como crime. Percebe-se claramente uma preocupação econômica ligada à garantia de existência de gêneros alimentícios.

As ordenações Filipinas, compiladas em 1603, continham alguns dispositivos ambientais, onde se destacam entre outras as ordenações normativas, as atribuições do Corregedor da Comarca para mandar plantar árvores frutíferas, olivais, vinhais etc., a proibição de certos dignitários (Regedor da casa de suplicação, Governador da Casa do Porto, Desembargadores, etc), por si ou por seus prepostos, de caçarem coelhos e outras alimárias, cortarem lenhas e madeiras das terras dos comarcãos etc., proibição de caçar em certas épocas, proibição de lançamento de material às águas que pudesse sujá-las ou prejudicar os peixes.

Este sistema, por assim dizer constitucional, vigorou até o advento da independência, quando o Brasil, surgindo como nação organizada, elaborou sua primeira constituição, ortogada em 1824 pelo Imperador D. Pedro I.

A constituição do Império nada dispunha sobre proteção ambiental, apenas trazia breve referência à proteção da saúde e da segurança dos cidadãos, como direitos civis assegurados (Art. 179, XXIV). Registre-se também no mesmo artigo, em seu inciso XXI, a referência ao meio ambiente prisional, com a previsão de que as cadeias deveriam ser seguras, limpas e bem arejadas.

É ainda de se consignar as competências das Câmaras Municipais, definidas na Lei Regulamentar de 1-10-1828 – Regimento das Câmaras Municipais do Império, editada nos termos do Art. 169 da Constituição Imperial, onde se encontram em seu artigo 66 (que define a higiene dos currais, matadouros e feiras e à saúde e higiene pública em geral).

Com o advento da República e a promulgação da Constituição de 1891, verificamos que esse diploma nenhuma referência fazia à proteção ambiental.

Dispositivo remotamente relacionado à questão ambiental definia a competência do Congresso Nacional para legislar sobre terras e minas de propriedade da União (Art. 34, 29). Mencione-se ainda o disposto no art. 72, § 21, que indiretamente garante o direito à vida, considerando que proíbe a pena de morte.

Também a Constituição de 1934 foi omissa em matéria ambiental, trazendo, contudo, alguns dispositivos esparsos que indiretamente se relacionavam à questão. São os seguintes: art. 5º, XIX, j (competência da União para legislar sobre bens do domínio federal, riquezas do subsolo, mineração, metalurgia, águas, energia hidrelétrica, florestas, caça e pesca e sua exploração); art. 10, II (competência concorrente da União e dos Estados de cuidar da saúde e assistência públicas), III (competência concorrente da União e dos Estados de proteger as belezas naturais e os monumentos de valor artístico); art. 20 (bens da União); art. 21 (bens do Estado); art. 113, caput (garante o direito a subsistência); arts. 118 e 119 (dispõem sobre minas, riquezas do subsolo e águas); art. 148 (competência material concorrente da União, dos Estados e Municípios em proteger os bens culturais).

A constituição de 1937 faz apenas esparsas e indiretas referências ao bem ambiental. Mencionem-se os artigos XIV (competência da União para legislar

sobre os recursos naturais ali especificados) e XXVII (competência da União para legislar sobre proteção da saúde). XXVIII a (competência supletiva dos Estados para legislar sobre os recursos naturais ali especificados), c (idem com relação à higiene pública) e (idem com relação à proteção agrícola e pecuária); XXXVI (bens da União); XXXVII (bens do Estado) e o CXXXIV (dispõe sobre a proteção dos monumentos históricos, artísticos e naturais). É curioso notar-se que esta carta não protege diretamente o direito a vida, como os outros diplomas constitucionais. A carta de 1946, como as demais, não contemplou a matéria ambiental de forma específica. Também nela a questão ambiental é tratada de forma esparsa por diversos dispositivos.

A carta Política de 1967 trata o meio ambiente de forma diluída, referindo-se separadamente aos elementos integrantes do meio ambiente como floresta, fauna, flora, bens culturais etc. Refiram-se os seguintes dispositivos que cuidam do assunto direta e indiretamente: art. 4º (bens da União); art. 5º (bens do Estado); artigos. 8º, 17 c (competência da União para legislar sobre a proteção da saúde), h (idem sobre os recursos naturais ali especificados). I (idem sobre as águas e energia elétrica), § 2º (competência supletiva dos Estados); art. 150, caput (garantia do direito a vida), § 31 (trata da ação popular); artigos 172, parágrafo único (trata da proteção aos bens culturais, naturais e arqueológicos). A emenda Constitucional 1, de 17-10-1969 manteve inalterados os dispositivos acima mencionados

Constituição Federal de 1988 marca uma profunda transformação na mentalidade do constituinte brasileiro que, seguindo a evolução do Direito Ambiental no mundo inteiro, e também no nosso país (veja-se a Lei 6938, editada em 31-08-1981), passará tratar a questão ambiental não somente em dispositivos esparsos que se referem a bens ambientais isoladamente considerados, a exemplo das Constituições passadas, mas, sim como registra Silva, *apud* CRUZ (2002), tratando deliberadamente da questão ambiental.

2.5.2 – Principais instrumentos legais, no Brasil e no Estado de São Paulo, referente à poluição do ar.

De acordo com a CETESB (2000_b) no Estado de São Paulo, o Decreto n.º 8468, de 08 de setembro de 1976, aprova e Regulamenta a Lei n.º 997 de 31 de Maio de 1976, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente;

Segundo consta no Artigo 41 do Decreto 8468/76, as fontes de poluição para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível para cada caso.

Conforme disposto no Art 42 do Decreto Estadual 8468/76, fontes novas de poluição do ar, que pretendam instalar-se ou funcionar, quanto à localização, serão:

I - obrigadas a comprovar que as emissões provenientes da instalação ou funcionamento não acarretarão, para a Região ou Sub-Região tida como saturado aumento nos níveis de poluentes que as caracterizem como tal;

II - proibidas de instalar-se ou funcionar quando, a critério da CETESB, houver o risco potencial a que alude o inciso V do artigo 3.º deste Regulamento, ainda que as emissões provenientes de seu processamento estejam enquadradas nos incisos I, II, III. IV do mesmo artigo.

Parágrafo 1º - Para configuração do risco mencionado no inciso II, levar-se-á em conta a natureza da fonte, bem como as construções e edificações ou propriedades, passíveis de sofrer os efeitos previstos no inciso V do artigo 39.

Parágrafo 2º - Ficarà a cargo do proprietário da nova fonte comprovar, sempre que a CETESB exigir, o cumprimento do requisito previsto no inciso I.

Conforme pesquisado pelo autor, a comprovação exigida ao empreendedor no item I do artigo 42, do Decreto 8468/76, não consta de qualquer documento da CETESB, ficando a sua aplicação a critério das gerências regionais, sem qualquer tipo de normatização, levando a julgamentos subjetivos. Em regiões onde a cobrança de controle ambiental é maior, como no caso de Cubatão, o “Conceito Bolha” vem sendo aplicado como forma de compensação das emissões de poluentes,

considerando somente o disposto no artigo 42 do Regulamento da Lei Estadual 997/76, ignorando a Legislação Federal 6938, de 31 de agosto de 1981.

Mesmo nesse caso, conforme já mencionado, observa-se polêmica entre os técnicos das empresas e dos Órgãos Ambientais quanto à interpretação dada ao inciso I do artigo 42. Alguns, ao invés de compensarem as taxas de emissão na fonte poluidora, utilizam a modelagem matemática para comprovar que o aumento de poluente na fonte emissora não irá alterar a qualidade do ar na região da emissão. Com isso, inserem-se cada vez mais poluentes em regiões já saturadas, propiciando, assim, a perpetuação da saturação dessas áreas, conforme pode ser verificado nos relatórios de qualidade do ar elaborado anualmente pelo próprio Órgão Ambiental.

A Constituição Federal – Título II Dos Direitos e Garantias Fundamentais; Capítulo I - Dos Direitos e Deveres Individuais e Coletivos; Capítulo VI – Do Meio Ambiente. No seu Artigo 225 explicita que:

“Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

§ 1.º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao poder público:

I – preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas (grifo do autor).

Nota-se que o referido artigo prevê que as ações de intervenção do poder público atendam, não somente a preservação, mas também a restauração.

A Lei Federal n.º 6938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências, no seu Artigo 2.º apresenta o seguinte texto: “ *A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana, atendidos os seguintes princípios: (grifo do autor).*”

I – ação governamental na manutenção do equilíbrio ecológico, considerando o meio ambiente como um patrimônio público a ser necessariamente assegurado e protegido, tendo em vista o uso coletivo:

II – racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar, e largura.

III – planejamento e fiscalização do uso dos recursos ambientais.

IV – proteção dos ecossistemas, com a preservação de áreas representativas.

V – controle e zoneamento das atividades potenciais ou efetivamente poluidoras.

VI – incentivos ao estudo e à pesquisa de tecnologias orientadas para o uso racional e a proteção dos recursos ambientais.

VII – recuperação de áreas degradadas.

VIII – proteção de áreas ameaçadas de degradação.

IX – educação ambiental a todos os níveis de ensino, inclusive à educação da comunidade, objetivando capacitá-la para participação ativa na defesa do meio ambiente. (Grifo do autor)

Nota-se, mais uma vez, que a Legislação Federal busca a melhoria e recuperação da qualidade ambiental.

Segundo consta no artigo 21 do Regulamento da Lei 997/76, aprovado pelo Decreto 8468/76, considera-se ultrapassado um padrão de qualidade do ar, numa Região ou Sub-Regiões de Controle de Qualidade do Ar, quando a concentração aferida em qualquer das Estações Medidoras, localizadas na área correspondente exceder, pelo menos, uma das concentrações máximas especificadas no artigo 29.

O artigo 29 da Lei Estadual 997/76 refere-se aos padrões de qualidade do ar no Estado de São Paulo. A partir da vigência da Resolução CONAMA n.º 003, de 28 de junho de 1990, que estabelece os padrões nacionais de qualidade do ar, o artigo 29 da Lei 997/76 deixou de ser utilizado por ser menos abrangente.

Segundo consta no artigo 23 do regulamento da Lei Estadual 997/76 considera-se saturada, em termos de poluição do ar, uma região e ou sub região, quando qualquer valor máximo dos padrões de qualidade do ar nelas estiver ultrapassado (CETESB 2000_b)

2.6 – Monitoramento da qualidade do ar

Os principais objetivos do monitoramento da qualidade do ar são:

- Fornecer dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública.
- Avaliar a qualidade do ar à luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem estar das pessoas.
- Acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas às alterações nas emissões dos poluentes.

Para atingir estes objetivos torna-se necessária a fixação de padrões de qualidade do ar.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um componente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem-estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada.

De acordo com SEWELL (1978), padrão quantitativo é o limite máximo ou mínimo aceitável e fixado para a maioria dos padrões ambientais. Está sujeito às mudanças e, na verdade, frequentemente muda. A direção da mudança é quase que invariavelmente no sentido de níveis mais rígidos, que causam insatisfação entre aqueles que concordam com o padrão anterior. Eles são fixados por exame de critérios, a evidência empírica descritiva, dos efeitos que diferentes níveis de um poluente possam ter sobre um ambiente.

Através da Portaria Normativa n.º 348, de 14/03/90, o IBAMA estabeleceu os padrões nacionais de qualidade do ar e os respectivos métodos de referência, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados através da Portaria GM 0231, de 27/04/76. Os padrões estabelecidos através dessa portaria foram submetidos ao CONAMA em 28.06.90 e transformados na Resolução CONAMA n.º 3/90, conforme observa-se na tabela seguinte.

TABELA 3 – Padrões brasileiros de Qualidade do Ar - Adaptado da Legislação Federal (CETESB, 2001).

POLUENTES	PADRÕES PRIMÁRIOS	PADRÕES SECUNDÁRIOS	PARÂMETROS (ug/ m3 de ar)
PTS (particulado total em suspensão)	80	60	Média geométrica anual
	240	150	Média 24hs *
Fumaça	60	40	Média aritmética anual
	150	100	Média 24 hs *
PI (poeiras inaláveis)	50 (1)	150 (2)	(1) Média aritmética anual
			(2) Média 24 hs
SO ₂ (dióxido de enxofre)	80	40	Média aritmética anual
	365	100	Média 24hs
CO (monóxido de carbono)	10000 (1)	40000 (2)	(1) Média de 8 hs
			(2) Média de 1 hora
O ₃ (ozônio)	160	160	Média de 1 hora *
NO ₂ (dióxido de nitrogênio)	100	100	Média aritmética anual
	320	190	Média de 1 hora

* Obs: Não deve ser excedida mais de uma vez por ano

Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.

Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser

entendidos como níveis desejados de concentrações de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de longo prazo.

O monitoramento da qualidade do ar no estado de São Paulo é realizado pela CETESB – Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, através de uma rede automática, composta de analisadores específicos. Ao total são cerca de 29 estações distribuídas pela Cidade de São Paulo, Interior e Litoral, com o objetivo de:

- Fornecer dados para ativar ações de emergência durante períodos de estagnação atmosférica, quando os níveis de poluentes na atmosfera possam representar risco à saúde pública.
- Avaliar a qualidade do ar a luz de limites estabelecidos para proteger a saúde e o bem-estar das pessoas.
- Acompanhar as tendências e mudanças na qualidade do ar devidas as alterações nas emissões dos poluentes (CETESB ,2000).

A CETESB apresenta estes dados à população numa linguagem simplificada, transformando os valores de concentrações de poluentes medidos pelas estações telemétricas, em índice de qualidade do ar.

TABELA 4 – Índice de Qualidade do Ar (CETESB, 2000)

ÍNDICE	QUALIDADE DO AR	ESTADO
0 – 50	BOA	
51 – 100	REGULAR	
101 – 199	INADEQUADA	
200 – 299	MÁ	ATENÇÃO
300 – 399	PÉSSIMA	ALERTA
> 400	CRÍTICA	EMERGÊNCIA

Na série histórica das médias aritméticas anuais de partículas inaláveis (PI) na Região de Vila Parisi, em Cubatão, observam-se concentrações bem acima do padrão primário de qualidade do ar (50ug/m³ de Ar) e na região central valores abaixo, porém muito próximas ao padrão.

As partículas inaláveis são aquelas cujo diâmetro apresentam valores menores que 10 micras, podendo penetrar através do trato respiratório superior, motivo pela qual são consideradas de interesse da saúde pública.

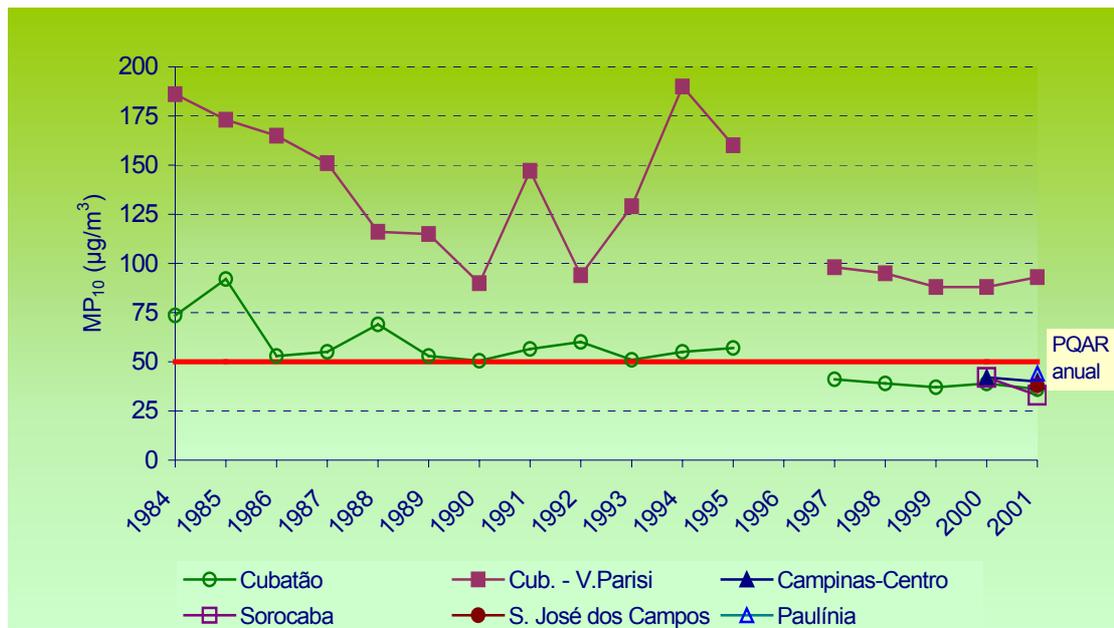


FIGURA 3 - Evolução das concentrações médias anuais de partículas inaláveis nas regiões de Cubatão e Interior de São Paulo (CETESB, 2002).

Com relação à Região Metropolitana de São Paulo, as análises da CETESB registram 94% dos valores anuais de partículas inaláveis, em desacordo com o padrão primário de qualidade do ar, conforme se observa na figura seguinte.

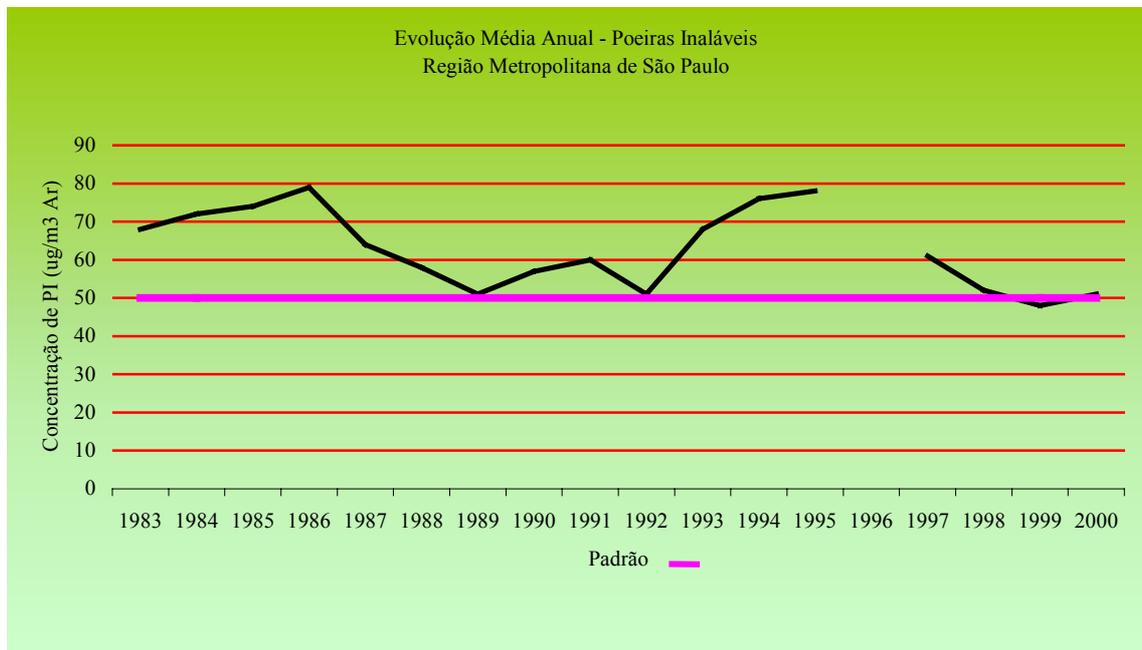


FIGURA 4 - Evolução das médias anuais das partículas inaláveis na RMSP (CETESB, 2002).

A tendência das médias anuais de partículas inaláveis, mostra que tanto a RMSP quanto Cubatão, embora tenha ocorrido um decréscimo das concentrações de poluentes nos últimos quatro anos, continuam sendo consideradas como regiões saturadas. A média dos valores da RMSP, considerando todas as estações, está acima do padrão. Em Cubatão, os valores encontram-se muito acima do padrão na região de Vila Parisi e próximos ao padrão na região central de Cubatão.

Para o cálculo dos valores anuais médios referentes a RMSP consideraram-se todos os dados das estações que monitoram esse poluente em cada ano.

Em 1996, nenhuma das estações da RMSP e Cubatão atendeu ao critério de representatividade, devido à interrupção por um período de aproximadamente cinco meses, para a renovação da rede automática.

As figuras seguintes indicam o número de vezes em que o padrão de qualidade do ar para partículas inaláveis ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ar) foi ultrapassado na região metropolitana de São Paulo e na Vila Parisi, em Cubatão.

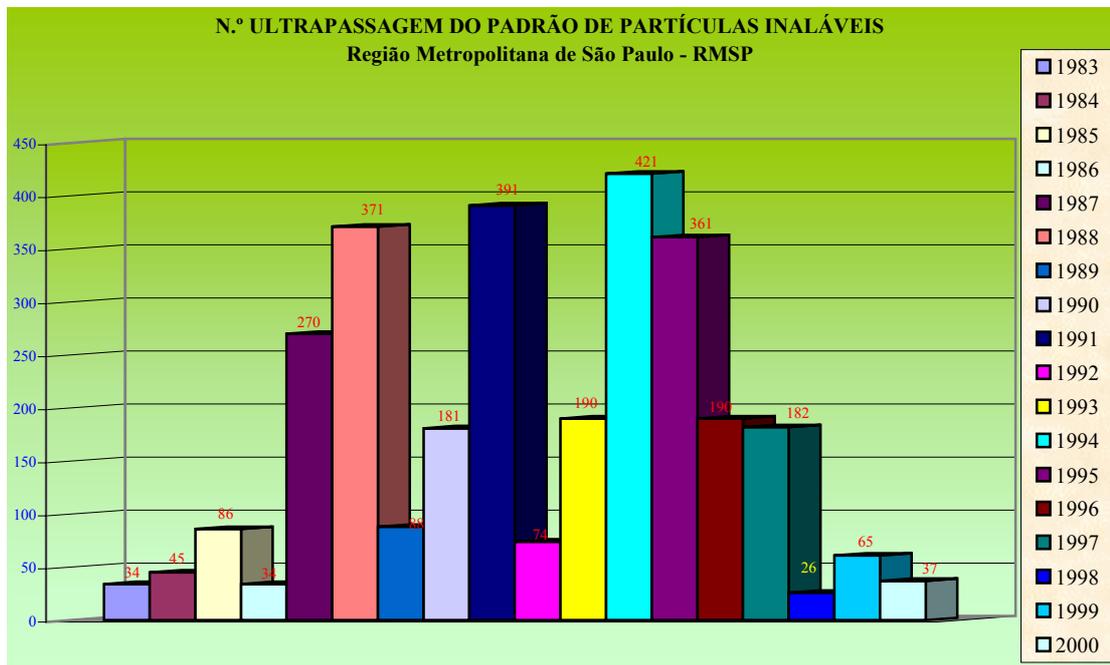


FIGURA 5 - Números de ultrapassagens do padrão de partículas inaláveis por ano na RMSP – Região Metropolitana de São Paulo (CETESB, 2002).

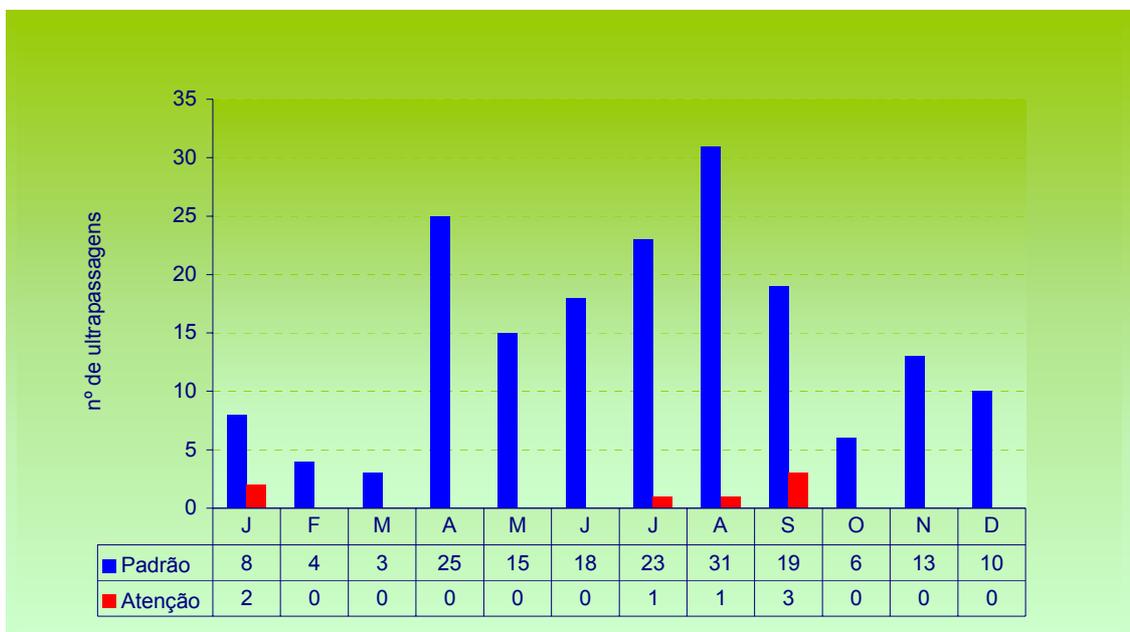


FIGURA 6 – Total de ultrapassagem do padrão de partículas inaláveis por mês (1997 a 2001) em Cubatão – Vila Parisi (CETESB, 2002).

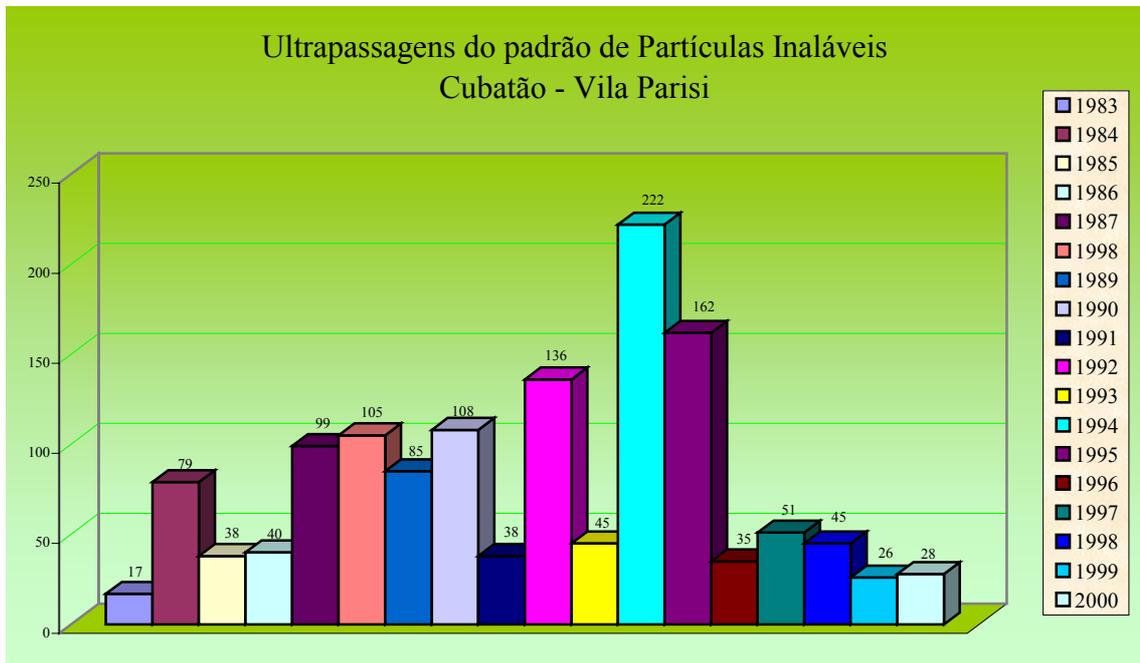


FIGURA 7 - Números de ultrapassagens do padrão de partículas inaláveis por ano em Cubatão – Vila Parisi (CETESB, 2002).

O relatório de qualidade do ar da CETESB (2001) indica, em curto prazo, uma evolução das concentrações médias anuais das máximas de ozônio (média de 1 hora), demonstrando um aumento significativo das concentrações das médias horárias a partir de 1990, mantendo-se, então, nesse patamar mais elevado.

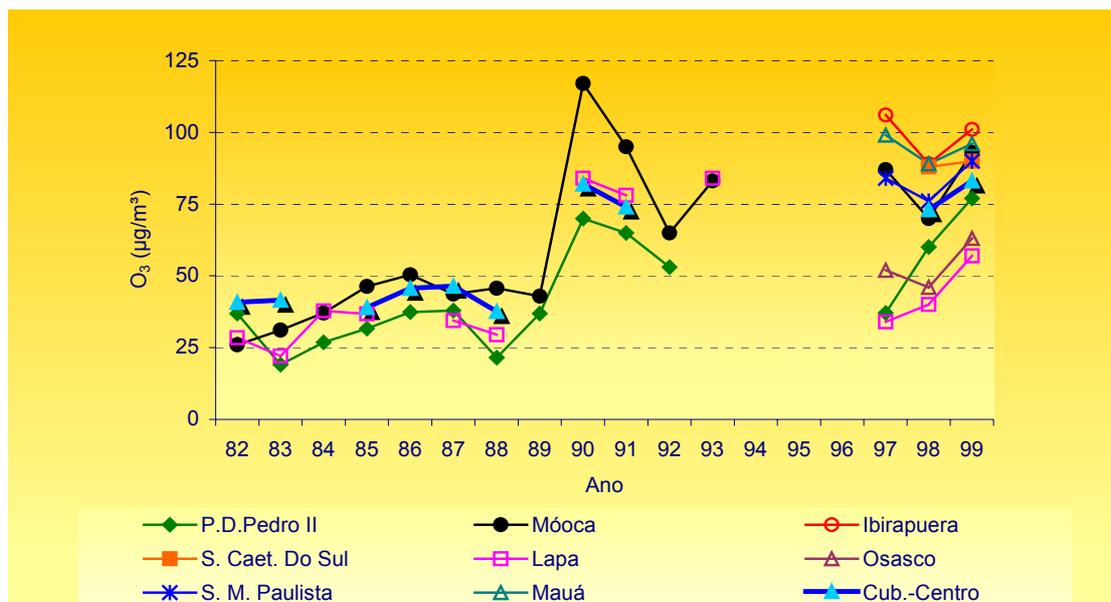


FIGURA 8 - Evolução das concentrações médias das máximas de ozônio: média de 1 hora (CETESB, 2001).

Comparando os valores das concentrações dos poluentes apresentados nos Relatórios de Qualidade do Ar da CETESB com o disposto na Legislação Federal (Resolução CONAMA n.º 3 de 28/junho/1990) e artigos 21 e 23 do Regulamento da Lei 997/76 aprovado pelo Decreto 8468/76, observa-se em Cubatão que a região denominada Vila Parisi encontra-se saturada por partículas inaláveis e a região central, por ozônio. Na região metropolitana de São Paulo (RMSP) a saturação ocorre pelo poluente ozônio.

O poluente ozônio causa diminuição da visibilidade, degradação da vegetação, irritação nos olhos e garganta, envelhecimento precoce, danos na estrutura pulmonar e diminuição da capacidade da resistência às infecções pulmonares.

As partículas inaláveis também apresentam efeitos danosos à saúde e ao meio ambiente, causam irritação nos olhos e garganta, reduzem a resistência às infecções e ainda provocam doenças respiratórias crônicas (ALONSO, 2001).

2.6.1 - Impacto ambiental representado pelo nitrogênio e ozônio

Dentro da ótica do impacto ambiental negativo provocado pela emissão de gases (óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos), o aspecto mais preocupante está ligado à formação de ozônio. A questão do ozônio é de certa forma paradoxal, pois este gás exerce papel oposto para os seres vivos, um positivo e outro negativo.

Na estratosfera, a camada gasosa que envolve o nosso planeta e que se inicia a 15 quilômetros de altitude indo até 100 quilômetros, é constituída por 90% de ozônio. Nesta região, o ozônio forma um escudo protetor que protege a Terra dos raios solares ultravioletas. Sem este escudo, não existiria vida sobre o planeta, pelo menos na forma que a conhecemos. Esta proteção impede o aquecimento global do nosso planeta.

Na troposfera, camada que vai do solo até 15 quilômetros de altitude, o ozônio é um gás tóxico, que pelo seu efeito fotoquímico destrói proteínas, lipídios e degenera células, podendo causar lesões e seqüelas no aparelho respiratório de homens e animais.

Preocupados com esse assunto, Estados Unidos, Canadá e México uniram seus esforços, fundando, em 1994, a NARSTO – North American Research Strategy for Tropospheric Ozone. Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos por esta Organização Mundial apontam o nitrogênio sob a forma de NO_x emitido nos gases como o principal formador de ozônio. Por isso, todo o esforço técnico e científico mundial está concentrado na redução dos NO_x emitidos nos processos de combustão industrial e veicular os quais, somados aos compostos orgânicos voláteis (VOC) sob a ação solar, formam ozônio na direta proporção de NO_x emitido para a atmosfera.

Como resultado dos recentes estudos realizados em 1988 pela NARSTO, a proporção da formação de ozônio é tal que, entre 1 a 3 moléculas de O_3 tem como origem apenas uma molécula de NO_x , conforme podemos observar na tabela seguinte KASIBHATLA et. al. (1988).

TABELA 5 - Concentração de ozônio na troposfera relacionado pela IMECA – (KASIBHATLA, et. al., 1988).

Concentração (ppm)	Qualidade do Ar	O_3 (1h) (ppm)
0 – 100	Satisfatório	0,11
100 – 200	Insatisfatório	0,23
200 – 300	Ruim	0,35
300 – 400	Muito ruim	0,48
400 - 500	Perigosa	0,60

Os padrões máximos estabelecidos pela IMECA – Metropolitan Air Quality Index que correspondem a 0,11 ppm de O_3 durante período de 1 hora (pág 2 – 3 do relatório da NARSTO 2000), já foram revisados pelos Estados Unidos e Canadá, os quais admitiram novos padrões NAAQS – National Ambient Air Quality Standard, diminuindo de 0,11 ppm por hora para 0,08 ppm durante períodos de 8 horas.

2.7 - Conceito Bolha

Conforme descreve LANDAU (1985) o “Conceito Bolha” é o limite imaginário colocado como artifício acima das fontes de poluição do ar. Ao invés de regulamentar uma só fonte em uma planta industrial, passa a fixar um limite máximo de emissão para diversas fontes existentes numa planta, ou grupo de plantas, do mesmo empreendimento, como se estas estivessem sob uma grande bolha, com uma única abertura no topo. Este conceito surgiu nos Estados Unidos na década de 70 e a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA - Environmental Protection Agency), obteve permissão da Suprema Corte para aplicar em âmbito nacional a partir de 1984.

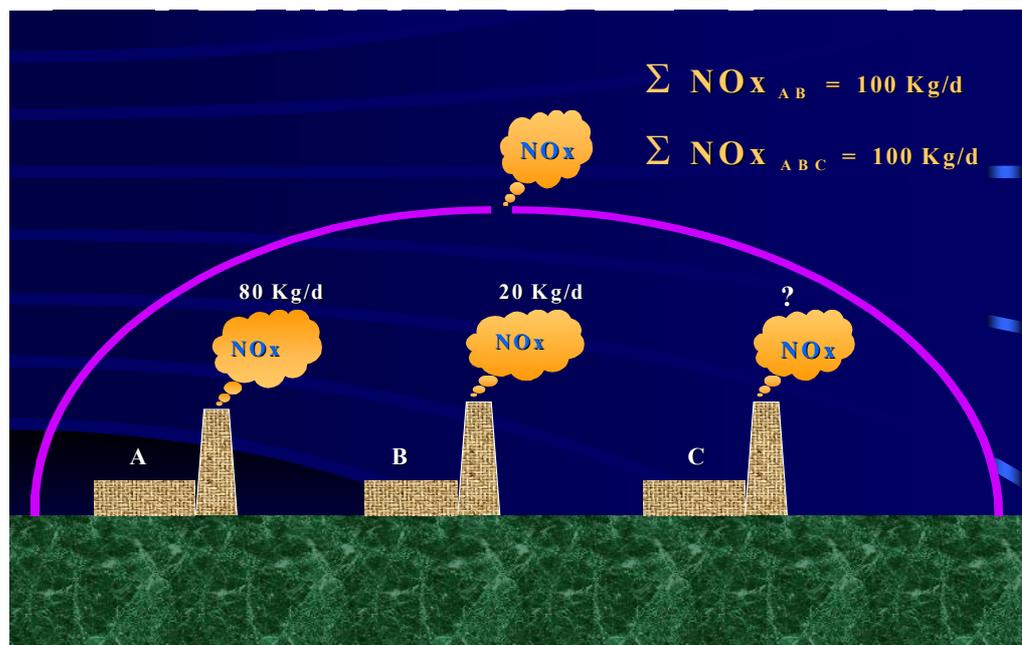


FIGURA 9 – Desenho Esquemático da Bolha.

O desenho esquemático da Figura 9 demonstra o “Conceito Bolha” aplicado na proporção 1:1 de troca de poluentes. Exemplifica a operação de duas fontes (A e B) de poluição do ar já controladas, cujo inventário apresenta uma emissão total de 100 Kg/d - ($\Sigma_{A,B} = 100\text{Kg/d}$) - de um determinado poluente tido como saturado. Neste caso, a ampliação de uma nova unidade (C), necessita compensação das taxas de emissão desse poluente.

Para atingir esse objetivo, a empresa deverá compensar esse acréscimo de emissão da Unidade (C), reduzindo emissões provenientes das unidades (A e B)

existentes dentro da bolha, ou emissões de unidades externas à bolha, desde que esta atenda aos seguintes requisitos:

- A fonte de poluição utilizada na compensação das taxas de emissão deverá estar localizada dentro da mesma bacia aérea de estabilidade atmosférica da fonte a ser ampliada.
- Os poluentes compensados apresentem as mesmas características.
- A ampliação da unidade não altere o somatório do inventário ($\Sigma_{A,B,C} = 100\text{Kg/d}$).

2.7.1 – Evolução da legislação ambiental americana e o “Conceito Bolha”

2.7.1.1 – Legislação Municipal nos EUA

De acordo com REITZE e ARNOLD (1991), a história do controle da poluição nos Estados e Municípios dos Estados Unidos da América do Norte se inicia no período compreendido entre o fim do século XVIII e a Primeira Guerra Mundial, quando houve o crescimento das cidades ligadas às indústrias, como Pittsburg, Cincinnati, St. Louis, Cleveland, Detroit, Chicago e Louisville, todas estrategicamente situadas junto a cursos d'água e, por isso, sujeitas à inversão térmica, com retenção de fumaça e material particulado, o que levou a serem chamadas de “Londrinas” na virada do século.

Com a necessidade de combustível próximo e barato, cada cidade escolheu o seu: São Francisco gás natural; Philadelphia, New York e Boston, carvão mineral e antracita; as cidades do meio-oeste escolheram o carvão betuminoso de alta porcentagem de enxofre, gerador de uma grave poluição e causa dos pioneiros movimentos de controle de poluição, como Chicago, em 1881, que proibiu emissões de fumaça densa.

Na virada do século, Cincinnati, Pittsburg, Cleveland, St. Louis e St. Paul proibiram, por lei, a perturbação pública por fumaça. A relação entre o uso de carvão rico em enxofre e a poluição foi reconhecida em 1902, quando o Secretário Municipal de Saúde de New York tentou impedir o uso de carvão betuminoso durante a greve dos mineiros do carvão de antracita. Em 1910 a mais abrangente “Carta Ringelmann” regulou emissões de fumaça em Boston e em 1912, vinte e três das vinte e oito cidades americanas com mais de 200.000 habitantes tinham programas de redução de fumaça. Os programas municipais de poluição até 1940 só visavam o controle da fumaça. Em Los Angeles, visavam também o combate ao *smog* fotoquímico. Mais ainda, a fumaça era considerada um sinal de industrialização e progresso e foi tolerada por muito tempo.

Os tribunais estaduais reformaram decisões municipais de controle, declarando-se os únicos a constitucionalmente legislar sobre o assunto. Por estas e outras razões, a lei de danos e o conceito de perturbação deixaram um saldo pouco favorável aos queixosos e vítimas da poluição, ainda em 1990.

Antes da virada do século XIX para o XX, na era progressiva, os ricos queixavam-se da poluição por fumaça nas cidades, logo seguidos por grupos cívicos e associações feministas, construtores e pequenos empresários. A seguir, os médicos ligaram a poluição aos males das vias respiratórias, além de distúrbios psicológicos devidos à “queda de forças vitais”, por falta de luz do sol, ofuscadas pelas densas nuvens de fumaça. Mais adiante, engenheiros mecânicos interessados no controle da poluição, aderiram às campanhas, pois atribuíam à emissão de fumaça a perda de energia. Associações comerciais, civicamente, apoiaram a redução das emissões, mas como membros da comunidade financeira, não queriam grandes restrições.

A Primeira Guerra Mundial (1914-1918) favoreceu a poluição, assim como a grande depressão de 1929, pois as indústrias não agüentariam mais encargos.

Em 1940 deu-se em St. Louis a Feira da Administração para o Progresso Mundial, apresentando técnicas de controle de fumaça.

A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) impediu o aperfeiçoamento dos programas de controle de poluição, apesar da tecnologia já ter obtido novas técnicas de combustão, melhoria na emissão de óxidos sulfurosos e de material particulado.

Com a substituição do carvão por petróleo, houve a redução destes poluentes, mas aparecem outros, como os óxidos de nitrogênio e oxidantes fotoquímicos, causados pela combustão a alta temperatura e pelo incremento do uso dos automóveis.

No início dos anos 60, as normas de controle de poluição eram municipais e pouco definidas quanto às fontes, materiais e intensidades, além de manterem conflitos com os Tribunais Estaduais.

O problema era agravado pela baixa dotação de verbas do Governo. A partir dos anos 60 a nação “descobriu” o meio ambiente. Até então, eram proibidas apenas as descargas muito escuras (fuligem) e mal cheirosas. A Carta Ringelmann consistia em comparar quadros coloridos desde cinza claro até preto (20 a 100%) com a cor da emissão da fonte poluidora de fumaça, um sistema simples e barato de controle de descargas visíveis, amplamente aceito nos tribunais.

Com o crescimento do programa federal do ar ambiente, o papel do governo municipal diminuiu e, após 1967 caiu mais para obedecer ao Ato do Ar Limpo, ficando limitado a regular odores, queimadas, tipos de combustível e incineradores, por exemplo.

Além da Lei de Saúde Pública, algumas cidades criaram leis de controle de poluição antes das leis federais serem aplicadas e basicamente fiscalizavam as fontes, intimando-as a se cadastrar para licenciamento, com poder de fechá-las ou privá-las de recursos ou serviços estranhos à licença.

Por sua proximidade, a lei local era eficiente. Quando cresceu o alcance do convênio União/Estado, o governo municipal tornou-se um fator de aplicação mais eficiente da lei maior.

Várias cidades criaram leis sob conceitos mais tarde adotados pelo Ato do Ar Limpo, leis então impostas às organizações industriais, que as acolheram por saber que o governo não dispunha nem de recursos nem de pessoal para aplicá-las.

Assim, as leis existiam de “direito”, mas não de “fato”. Isto, historicamente, enalteceu os esforços destas cidades. No início do Programa Federal,

Los Angeles, Boston e Cleveland dispunham de verbas e pessoal maiores do que suas agências estaduais, ficando o governo federal favorecido pela eficiência desses fatores para programar seus próprios controles. Então, com maiores salários e mais recursos, o governo federal assumiu a liderança dos programas, embora o “controle efetivo” fosse mais bem feito pelos governos municipais, pela proximidade com as fontes.

Um convênio criado entre a União/Estado foi uma garantia de prevenir emissões. Resíduos mínimos e depósitos ambientalmente saudáveis passaram a ser atributos dos municípios, o que foi em conjunto a solução para o conceito “Não no fundo do meu quintal”.

2.7.1.2 - Legislação Federal nos EUA

Ainda segundo REITZE (1991), o esforço federal para controlar a poluição do ar data do início do século XIX, quando o escritório de Minas do Ministério do Interior lançou um programa de controle de fumaça de combustão de óleo e de carvão, pouco eficiente até o fim da Segunda Guerra Mundial, quando começou a pesquisa do Ministério da Saúde, Educação e Bem Estar (HEW).

Em 1948 o governo federal foi pressionado a encarar o problema da poluição do ar após uma violenta inversão térmica em Donora, na Pensylvania e pela crônica situação na região sul da Califórnia. Em Los Angeles, o *smog* custou milhões de dólares à cidade, indústrias e ao estado, na pesquisa de suas causas. O caso de Donora foi rápido, mas resultou em paralisação do trânsito, prejuízos e mortes. Em 1949 o Serviço de Saúde Pública começou as pesquisas das causas e tratamentos da poluição do ar, porém até 1960 não houve evolução na legislação, pois os órgãos do governo acreditavam que a verdadeira poluição fosse a da água e que a poluição do ar fosse um “problema local”.

Apesar da criação da Divisão de Poluição do Ar no Serviço de Saúde Pública, em 1960, o presidente Eisenhower limitou ao mínimo a pesquisa federal quanto ao assunto. Ainda no mesmo ano, o Congresso indicou que havia a necessidade de se pesquisar o risco das emissões automotivas.

Em 1961, Kennedy nomeou A. A. Ribicoff como novo Diretor do HEW - Ministério da Saúde, Educação e Bem Estar. Neste ano já era publicado um relatório

sobre a urgência de um programa de controle eficaz da poluição do ar. Em 1962, o Congresso criava leis mais abrangentes.

A pressão popular aumentou neste ano, após a morte de 320 pessoas em Londres, derivada do *smog*, passando a ser conhecido como “smog mortal. Em 1963 ocorreram 200 mortes em New York por uma inversão térmica. Kennedy encaminhou projetos neste mesmo ano para que o estado e municípios criassem convênios e programas para controle da poluição”. Foi este programa que levou à criação do Ato do Ar Limpo (CAA) em 1963 que, após a morte de Kennedy, tornou-se Lei.

O Ato do Ar Limpo previa que, a pedido de um Estado, o HEW (Department Health Education and Welfare) podia promover audiências públicas sobre poluição, conferências regionais e finalmente, providências nos Tribunais, caso os poluidores não atendessem às normas.

Se a poluição gerada num estado atingisse outro, o HEW entraria em ação, assumindo o problema. Esta foi à primeira lei federal, com efeito, impositivo.

Em 1965, o Congresso aprovou uma Emenda ao Ato do Ar Limpo de 1963 para permitir o controle federal sobre as emissões de automóveis novos. O Depto. de Saúde, Educação e Bem Estar fixou sua aplicação aos veículos de 1968.

Em novembro de 1966, durante uma inversão térmica ocorreu a morte de 168 pessoas associadas a problemas respiratórios. Em dezembro ocorreu a 3ª Conferência sobre Poluição do Ar em Washington, que despertou a atenção geral para a necessidade de uma Lei mais abrangente para a poluição do ar. Esse fato sensibilizou o presidente Johnson que pediu a elaboração de novas leis. Em 1967 o Subcomitê do Senado para a poluição do ar e da água reuniu-se, porém, no Comitê Pleno, o presidente, Jenning Randolph (senador pela Virgínia Oeste), fez pressão e usou sua influência para proteger o *lobby* do Carvão.

O Ato da Qualidade do Ar, de 1967, fixou padrões de qualidade para toda a nação americana. O Secretário do HEW (Department Health Education and Welfare) foi designado para identificar as regiões do país segundo a atmosfera, a fim de definir as condições de controle de qualidade do ar, delimitando jurisdições.

Os critérios usados refletiam as pesquisas mais recentes para identificar os efeitos à saúde devidos aos efeitos da poluição do ar. Então os Estados foram chamados a criar os seus padrões, baseados nos padrões federais e a apresentar projetos

de aplicação e fiscalização das fontes poluidoras. O Ato da Qualidade do Ar não previa punição aos faltosos, mas o HEW podia encaminhá-los à Corte Federal. Em 21 de novembro de 1967, o presidente Johnson transformou o Ato em Lei.

Em 1968 o Congresso passou do Serviço de Saúde Pública para a Administração Nacional do Controle da Poluição do Ar (NAPCA) uma das três unidades do Departamento de Saúde, Educação e Bem Estar, centralizando o comando e alcance do controle de poluição do ar. Mesmo assim, entre 1967 e 1970, apenas 21 estados americanos tinham apresentado programas de controle e todos foram rejeitados pelo governo federal. Em 1970 o assunto “poluição do ar” era uma discussão nacional.

O Senado e a Câmara passaram a propor leis muito mais abrangentes, com total apoio da opinião pública.

O presidente Nixon assinou as Emendas ao Ato do Ar Limpo em 31 de dezembro de 1970, dando à recém criada EPA – “Environmental Protection Agency”, autoridade para criar padrões nacionais de qualidade do ar.

2.7. 2 – Origem e evolução do “Conceito Bolha”

ARNOLD e REITZE (1991), explicam que os regulamentos de Prevenção de Degradação Significativa (PSO) da Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (USEPA), em 1974, deram origem ao “Conceito Bolha” e o seu uso foi claramente aprovado em 1975 pelas Normas de Comportamento das Novas Fontes (NSPS) e tornou-se importante à USEPA em seu regimento interpretativo de emissões ramificadas para áreas de não enquadramento da qualidade do ar, abrindo caminho para as pendências do Conceito Bolha.

De acordo com LANDAU (1985), o Conceito Bolha cresceu rapidamente como resposta aos custos requeridos pelos processos de autorização do Ato de Ar Limpo. O seu critério principal é simples: nas plantas com várias fontes emissoras, os custos separados de controle serão diferentes.

Se estas diferenças forem desprezadas, o controle da poluição crescerá desnecessariamente e, se as diferenças forem reconhecidas, os custos de controle serão sensivelmente reduzidos, sem sacrificar a redução das emissões. O conceito bolha

permite às plantas enfrentar os custos de controle, ao permitir adequada redução de emissões da maneira menos onerosa possível.

Uma planta industrial pode, por exemplo, conter duas fontes primárias de emissão. Em uma, um custo individual de controle pode ser de \$ 1500 por ton./ano. Na outra, o custo é por exemplo de \$ 150 por ton/ano.

Se a agência de controle de poluição determinar uma redução de poluição de 500 toneladas por ano em cada uma das fontes emissoras da planta, como é comum acontecer, a despesa seria extremamente alta - \$ 825,000. Se a agência considerar apenas a redução da poluição agregada, colocando uma bolha imaginária sobre ambas as fontes, o resultado seria diferente. A planta industrial pode reduzir a emissão com redução do custo de controle de 1.000 toneladas/ano, sem reduzir a fonte mais custosa. O resultado no total da emissão é exatamente o mesmo, mas o preço - \$ 150,000 - é muito diferente, 80% menor.

LANDAU (1985), enfatiza que a vantagem do Conceito Bolha é que este reduz custos relacionados com o controle da poluição e que a redução de custos não é simplesmente teórica: é real e mensurável. Um estudo conhecido de custos observados em 52 plantas da indústria química Du-Pont revelou que o custo total da redução de 85% nas emissões de 548 fontes individuais nessas plantas alcançou \$ 105.7 milhões por ano.

Quando cada planta foi colocada sob uma bolha e autorizada a procurar um conjunto de controles, o custo para obter o mesmo índice de redução de poluição caiu para \$ 42.6 milhões por ano, uma economia de mais de 60%. O estudo também descobriu que quando as plantas eram autorizadas a desenvolver seu próprio conjunto de controles, a poluição total poderia ser reduzida tanto quanto 99% a um custo anual de \$ 92.4 milhões, ou seja, muito mais controle por muito menos custo. Outros estudos têm encontrado resultados ainda mais animadores.

A conclusão, portanto, é clara: quando a EPA autorizou as plantas a buscar soluções para minimizar os custos para atingir os requisitos de redução da poluição, elas puderam economizar milhões de dólares, sem sacrificar o controle da poluição. Além da economia no custo, o conceito bolha traz outras vantagens, ao incentivar a criação e o desenvolvimento de tecnologias com melhor custo-benefício.

Qualquer empresa que vise a otimização dos lucros tentará reduzir a poluição pelo melhor método custo-eficiência possível, se tiver essa opção. Quanto mais for desenvolvida a tecnologia de controle de custo-eficiência, mais reduzidos serão os custos de controle, com maior produtividade da empresa. Em rígido contraste, existe a estratégia de controle tradicional, tipo tecnologias forçadas, que na prática inibe drasticamente o desenvolvimento de novas tecnologias. Se, por exemplo, a EPA simplesmente exigir que uma empresa reduza a poluição ao "menor índice exequível", ela não terá interesse em desenvolver novos meios de reduzir a poluição, nem mesmo pesquisar novas técnicas de redução.

Analogamente, o conceito bolha encoraja as empresas a aperfeiçoar serviços e remover equipamentos gastos e contaminados, enquanto que, sob as normas de tecnologias forçadas, é permitido às firmas manterem equipamentos obsoletos em funcionamento. Em uma planta em Crown Zellerbach, por exemplo, a firma não podia instalar uma nova prensa flexográfica, sem aplicar um custoso equipamento de controle destinado a conseguir índices mínimos de poluição.

Nessas condições, a firma não progrediria. Porém, "sob a bolha", a empresa conseguiu substituir as velhas prensas por novas unidades flexográficas, mais limpas e eficientes. O resultado foi o aumento da produtividade, pois as novas prensas podiam operar em períodos maiores. A desativação das velhas prensas também resultou em conveniente redução da emissão total da planta.

Finalmente, o Conceito Bolha dá às firmas enorme economia de dinheiro, ordinariamente desviado para gastos de administração. Sob condições reguladoras tradicionais, sempre que uma planta modifica um de seus componentes operacionais, ela enfrenta um demorado e custoso processo de autorização (licença), que pode incluir submissão a padrões uniformes de controle e amostragem e acompanhamento em longo prazo. Se a EPA autorizasse a planta a medir as emissões como um todo, a modificação de uma operação seria acompanhada em outras operações da planta, produzindo uma limpeza conveniente nas emissões. A empresa não gastaria tempo nem dinheiro em aprovação prévia ou monitoramento, porque não haveria aumento da poluição. Isto, de fato, é de grande importância para as empresas americanas, condenadas a constantes mudanças nos processos, para se manterem

competitivas e lucrativas. Apesar das vantagens demonstradas, o conceito bolha sofreu considerável oposição.

Uma crítica freqüente ao Conceito Bolha é a administração onerosa para sua implantação. A medição da qualidade do ar em face das emissões de uma planta ou grupo de plantas pode, contudo, ser muito custosa. É certamente uma verdade. Mas é também verdade sob as normas vigentes que o aumento dos encargos resultante das propostas da bolha é equilibrado por uma evidente queda nos esforços antes aplicados ao licenciamento e à estruturação. Na verdade, o Escritório Geral de Contabilidade dos EUA (USGAO), em seu estudo sobre a bolha e outros modos de encarar a poluição, concluiu que as propostas para minimizar custos, não apenas favoreciam à indústria, mas também ajudariam a eficiência do Governo e economizariam os gastos com impostos.

Outra crítica ao conceito bolha é que ele reduz os avanços da nação para conseguir ar mais limpo. Equivocadamente, ele permite nova construção para evitar a rígida tecnologia de controle.

Porém, se o plano de instalação do estado comprovar um razoável favorecimento dos avanços para se alcançarem os padrões nacionais, o emprego do conceito bolha em nada prejudica.

Na verdade, sob esse argumento parece haver critérios gêmeos de que o processo de planejamento do Plano de Instalação Estadual (SIP) não tem integridade e que limites de emissão rígidos e uniformes devem ser obrigatórios, custe o que custar.

Tais critérios são contrários à lei e ao bom senso. A crítica mais fundamental ao conceito bolha é que é algo moralmente ofensivo permitir aos negócios a flexibilidade no controle da poluição de um modo custo-eficiência. Durante a última década e meia, o setor privado foi considerado um "inimigo" das causas ambientais, um inimigo que deve ser obrigado a controlar a poluição e ameaçado por sanções severas pela desobediência.

Para os críticos, autorizar o conceito bolha é como "colocar a raposa para vigiar o galinheiro".

- Os primeiros progressos do “Conceito Bolha”.

Na opinião de ARNOLD e REITZE (1991) a EPA, reagindo à pressão do lobby das indústrias e à política do Executivo, tentou aplicar o conceito bolha a cada um dos três programas de licenciamento do Ato do Ar Limpo: primeiro, o Padrão de Comportamento de Novas Fontes (NSPS); a seguir a Prevenção de Degradação Significativa (PSD); e, finalmente a Revisão da Não Melhoria a Novas Fontes.

Os esforços da EPA para incorporar o Conceito Bolha nos regulamentos do Padrão de Comportamento de Novas Fontes (NSPS) e na Prevenção de Degradação Significativa (PSD) são atualmente bem conhecidos. Entretanto, uma retrospectiva se faz necessária para se entender os problemas enfrentados pela EPA para adotar a bolha não acessível, bem como a solução desse problema na Suprema Corte, no caso *Chevron*.

- A Bolha no Padrão de Comportamento de Novas Fontes – NSPS

Quando o Conceito Bolha apareceu nos regulamentos da EPA, uma das mais difíceis tarefas do Órgão foi definir "fontes" que seriam enquadradas nos rigorosos limites de emissão.

A seção 111 do Ato definia "fontes" como "quaisquer edifícios, estruturas, meios, acessos, recursos ou instalações que emitem ou podem emitir qualquer poluente aéreo". Dependendo de como a EPA aplicasse tal definição, qualquer cano, tubo, fornalha (forno) ou chaminé seria uma fonte poluidora.

Os advogados das indústrias pediram a EPA uma definição categórica do termo, considerando "fonte" como uma "combinação de edifícios, estruturas, recursos ou instalações".

De acordo com o plano das indústrias, os agentes poluidores sob uma bolha imaginária seriam regulados somente pelas emissões agregadas. O *Padrão de Comportamento de Novas Fontes - NSPS* limitaria as emissões provenientes da bolha, mas a EPA permitiria às plantas reduzir as emissões por qualquer conjunto de estratégias menos onerosas. A EPA retardou a aplicação do conceito bolha como proposto pelos lobistas da indústria.

Ela definiu o termo "fonte" como um edifício, uma estrutura, um recurso (ou meio - entender como acessos, transporte etc.), uma instalação ou uma combinação de recursos. Mas a EPA usou tal definição apenas quando ocorria a modificação de uma fonte existente, não quando a fonte ainda seria construída. A EPA ainda exigia das novas fontes o cumprimento de padrões rígidos para cada edifício e cada forno (como fornalha, alto-forno etc.). As fontes existentes, porém, podiam acrescentar novos edifícios ou novos fornos e escapar ao *Padrão de Comportamento de Novas Fontes (NSPS)*, se elas conseguissem a redução das emissões em outras fontes dentro do mesmo grupo de recursos ou serviços sob a bolha imaginária, de modo a impedir o aumento das emissões remanescentes.

Ninguém gostou da forma cautelosa de aplicação do Conceito Bolha pela EPA. Os ambientalistas viram nela uma tentativa de enfraquecer as normas das novas fontes, incluídas no Ato do Ar Limpo. A própria EPA pouco fez para informá-los ou para estimular o seu uso.

Não foi surpresa a entrada das normas da bolha na Justiça, onde foram recebidas com hostilidade. No processo da *ASARC, Inc. v. EPA*, a Corte de Apelação da Câmara do Distrito de Columbia rejeitou o uso do Conceito Bolha como "inconsistente com a linguagem e com os propósitos do Ato do Ar Limpo". De uma "afiada" opinião emitida pelo Juiz Skelly Wright, a Corte recriminou a agência pela deturpação da própria redação do regulamento. O termo "fonte", conforme a Corte, define claramente um edifício, uma estrutura, um recurso (ou um meio) e uma instalação. A norma não menciona um conjunto desses componentes. Assim, resultou, para a Corte, que a EPA excedeu suas atribuições, ampliando sua definição além dos limites claros da redação da norma, ou estatuto.

A Corte foi mais além em sua condenação às normas da EPA. Segundo a Corte, a política da bolha contraria os verdadeiros objetivos do Ato do Ar Limpo. Textualmente, "o objetivo do Ato do Ar Limpo é melhorar a qualidade do ar e não mantê-la, simplesmente". Desde que a política da bolha permitia a novas "fontes" desobedecer ao *Padrão de Comportamento de Novas Fontes (NSPS)*, a Corte a considerou incoerente com a preocupação com a qualidade do ar.

Como se não bastasse, a Corte, então, contestou os méritos da política da bolha em si, classificando-a de inconsistente e confusa. Ao final de seu voto, os sentimentos do Juiz Wright não poderiam ser mais claros: "Nós consideramos que qualquer manifestação do conceito bolha é incompatível com a redação do Ato e contrária a seus objetivos".

A opinião do Juiz Wright foi criticada, e com razão. Embora correta, no sentido estritamente formal, a EPA acrescentou palavras ao estatuto e não interpretou os termos existentes.

A condenação do conceito bolha em forma "venenosa" foi mal fundamentada e gratuita.

O Conceito Bolha e a melhoria da qualidade do ar são completamente coerentes. O Conceito Bolha simplesmente autoriza as plantas a obter limites de emissão de modo menos oneroso. A EPA continua livre para fixar padrões de emissão, tão rigorosos quanto a Lei permita.

Não se diria que este foi um começo auspicioso para uma reforma regulamentar. Porém, tomou a rejeição ao seu regulamento da Bolha como um passo à frente. Após um ano deste desastre, a EPA incorporou novamente o Conceito Bolha num segundo conjunto de regulamentos, incluindo a Prevenção da Degradação Significativa - PSD.

- A Bolha da PSD (Prevenção da Degradação Significativa)

Como no caso do NSPS, um fato relevante oposto a EPA em seu regulamento da PSD-Prevenção da Degradação Significativa, foi a natureza das "fontes" de poluição as quais se aplicavam os requisitos complexos e onerosos. Infelizmente, o Ato do Ar Limpo estabelecia que novas "fontes" ou "modificações" de fontes existentes eram passíveis de processos de aprovação de pré-requisitos, mas falhava na definição.

Para definir o termo "fonte", a EPA (Agência de Proteção Ambiental) simplesmente copiou as definições provenientes da Seção 111, que definia a palavra pelos regulamentos do NSPS. A Agência, então, fez algo semelhante: ela ampliou a definição para incluir "qualquer edifício, estrutura, recurso, equipamento, instalação ou operação (ou combinação conseqüente)", isto é, a EPA repetiu a definição de fonte

poluidora como o conjunto de atividades sob a bolha imaginária, em lugar a uma série de unidades reguladoras individuais. Coerente com essa definição de "fonte" ampliada, a agência, então definiu, "modificação" como qualquer aumento conjunto na poluição de uma fonte.

Assim, se uma planta reduzisse uma parte de suas operações para favorecer novas emissões de uma operação recém-construída, a planta poderia dispensar os processos de permissão da PSD, não haveria qualquer aumento conjunto de emissão.

Este regulamento da bolha também foi parar na Justiça. Porém, um grupo diferente de juízes é que o reexaminou, ocasionando um resultado muito diferente daquele observado no processo da *ASARCO*. No processo envolvendo a *Alabama Power Co.* contra *Costle*, a Corte de Apelação sustentou que não apenas era permissível o conceito bolha da seção da PSD da lei, mas este era exigido.

O Juiz Wilkey, escrevendo sobre a unanimidade da corte, neste debate da definição de "fonte" do NSPS nos regulamentos da PSD, relata que o termo seria definido de forma consistente através do Ato do Ar Limpo. Porém, ele sustentou que o regulamento da Agência, ampliando esta definição, era incompatível com a Lei. De acordo com o Juiz Wilkey, a EPA não tinha autoridade para alterar a redação da definição estatutária.

Se a corte encerrasse o assunto, então ele ficaria compatível com o processo da *ASARCO*. Entretanto, o processo da *Alabama Power* foi mais longe.

Embora a EPA não pudesse ampliar a definição estatutária, a corte declarou que ela podia interpretar as palavras da definição estatutária.

Especificamente dentro da cautela da EPA estava a habilidade para definir alguns termos usados na Seção 111 do Ato do Ar Limpo, tais como: "instalação" e "recursos, meios", para incorporar àqueles conceitos de plantas inteiras.

A corte aventurou-se mais. Ao discutir o emprego do termo "modificação", usado pela EPA, ressaltou que o regulamento da PSD que não incluísse o Conceito Bolha seria "irracional e contrário aos propósitos expressos nos requisitos do Ato do Ar Limpo", entre os quais havia referências à garantia de que o desenvolvimento

econômico deveria ocorrer dentro do planejamento ambiental analisado em termos de custo-benefício.

Isto é claro, contradisse a versão do Juiz Wright de que "qualquer versão do Conceito Bolha é incompatível" com o Ato do Ar Limpo. A corte estava inquieta com esta discrepância e não mediu esforços para limitar os resultados do processo da *ASARCO* e diferenciar a *ASARCO* da *Alabama Power*. Realmente, ela não podia conciliar a condenação da *ASARCO* com o Conceito Bolha. Como muitos comentaristas concluíram, os dois processos são incompatíveis.

- As áreas Bolhas sem melhoria

Logo em seguida à publicação da decisão sobre o processo da *Alabama Power*, a EPA começou a replanejar os regulamentos da PSD. De acordo com as diretrizes da *Alabama Power*, ela publicou normas definindo a palavra "fonte" em exatos termos legais e interpretou estes termos para facilitar e permitir o uso do conceito bolha.

Aparentemente encorajada pela sentença da corte e estimulada pelos entusiastas pelas reformas dos regulamentos no governo Carter, a EPA considerou a aplicação do conceito bolha em novo campo, ou seja, no regulamento das áreas sem melhoria. Nelas, há dois conceitos para emprego do conceito bolha: primeiro, a EPA autorizaria seu uso pelas indústrias existentes, em atenção aos limites impostos pelo plano de implantação estadual; segundo, mais adequado a EPA, ela permitiria seu uso para indústrias novas ou em expansão, objetivando evitar processos de licenciamento custosos, mas sem agravar os índices de poluição. A EPA aplicou o Conceito Bolha aos dois programas normativos.

Em 1979, a EPA adotou a declaração de uma política do Conceito Bolha, conhecida como "Política Alternativa de Reduções Opcionais de Emissão", que permitiu aos planos de implementação estadual a definição de fontes existentes como plantas completas ou grupos de plantas. Esta política habilitou tais fontes existentes a propor às autoridades estaduais de controle de qualidade do ar, métodos de custo-benefício melhores, para reduzir as emissões, desde que a emissão total dessa fonte não excedesse os limites definidos pelo Plano de Implementação Estadual respectivo.

Diferente de seus antecessores, esta aplicação da política da Bolha não resultou em demandas judiciais. Ela não deixou as fontes poluidoras escaparem dos rigorosos procedimentos de inspeção; ela, simplesmente, as habilitava a obedecer aos limites existentes, de maneira menos custosa. Realmente, a publicação desta política foi acolhida com entusiasmo e chamada por uma destacada personalidade de "sonho de uma economia".

No mesmo ano, a EPA se esforçou para aplicar o Conceito Bolha à regulamentação das novas fontes, extensiva às áreas sem melhoria. Este esforço, em contraste com a política da bolha em vigor, não despertou tanto entusiasmo. Na verdade, ela criou uma controvérsia que terminou após cinco anos, e mesmo assim sob uma decisão da mais alta Corte Nacional.

- Normas para fiscalização das novas fontes

Em suas normas, publicadas em 1979 e promulgadas em consequência do processo da *Alabama Power*, a EPA relutou em aplicar o novo conceito de fiscalização da NSR para as áreas das novas fontes - Revisão da Não Melhoria de Novas Fontes. "Ao contrário das cláusulas da *Prevenção de Degradação Significativa*", a agência explicou, "as previsões para as áreas sem melhoria, não apenas para prevenir aumento excessivo das emissões, mas para reduzir as emissões".

Esta diferença fundamental de objetivos requer uma abordagem diferente para definir as fontes que serão submetidas ao Regulamento de Novas Fontes – NSR".

Como resultado deste sentimento, a EPA deixou de usar a mesma definição para ambas as normas. Enquanto a EPA considerava as fontes da PSD como plantas inteiras, definia as fontes da "NSR" tanto como plantas inteiras quanto peças de um equipamento. Esta "dualidade de definição" praticamente impossibilitou a adoção do Conceito Bolha para aumentar a abrangência dos rigorosos regulamentos de áreas que não atendam ao padrão de qualidade do ar.

A EPA foi imediatamente levada à Justiça. Enquanto isto houve mudanças no governo, resultando um novo elenco de agentes regulamentadores mais agressivo. Em março de 1981, a EPA propôs adaptar a definição de fonte da NSR com a definição de fonte da PSD, tornando o Conceito Bolha aplicável aos dois programas.

A "dualidade de definição" era complexa, argumentou a agência, desencorajava a substituição dos equipamentos obsoletos e contaminados, além de ser excessivamente onerosa. Os ambientalistas sentiram-se ultrajados pela clamorosa guinada da agência. Mas a EPA não voltaria atrás. Em 14 de outubro de 1981, a Agência fez sua proposta final. O Conceito Bolha era agora uma opção para os Estados escolherem as normas, tanto para novas fontes de poluição, quanto para aquelas existentes.

- Processo da NRDC contra Gorsuch

No processo do Conselho de Defesa dos Recursos Naturais (NRDC) contra Gorsuch, os grupos ambientalistas argumentaram que a nova aplicação do Conceito Bolha era ilegal e que a redação e o histórico legislativo do Ato do Ar Limpo pediam a volta da dualidade de definição da fonte. A agência e os diretores de algumas indústrias defenderam uma definição mais incisiva de "fonte". A EPA, diziam, deveria ser mais cautelosa para aplicar os complexos dispositivos do Ato do Ar Limpo, além do que, queriam as novas normas perfeitamente adaptadas ao Ato, o que implicava à EPA a concessão de liberdade de ação aos Estados na elaboração de programas de controle para atingir padrões de qualidade do ar. Assim, estava montado o cenário para mais um confronto legal quanto a ser o Conceito Bolha legalmente uma ferramenta para a redução de custos.

A tarefa atribuída aos membros da Corte de Apelação não foi exatamente fácil. Perante a corte, havia uma decisão da EPA; reverter sua própria interpretação de uma palavra não definida na legislação, porém objeto de estrutura judicial conflitante. A corte reconheceu que a redação do Ato do Ar Limpo e seu histórico legislativo "eram altamente contraditórios". Mesmo assim, sob a perspectiva da corte, a demanda foi facilmente resolvida.

De acordo com o Juiz Ginsburg, relator, a solução estava num teste da linha brilhante, assentada nas opiniões da Câmara dos Juizes do processo da ASARCO e Alabama Power: em cada caso a corte enfocou o objetivo que o Congresso abriu para o programa em exame. A ASARCO declarou o Conceito Bolha ilícito, pois o objetivo do Congresso era melhorar, mais do que simplesmente manter a qualidade do ar existente.

Já a Alabama Power manteve precisamente o conceito adequado ao objetivo do Congresso, pois a intenção era mais a de manter do que melhorar a qualidade do ar. Em outras palavras, o conceito bolha é adequado em programas destinados a manter a qualidade do ar, mas não nos programas de melhoria desta qualidade.

Uma vez estabelecida a prova da linha brilhante, a solução da demanda não foi simples para a corte. A razão principal do programa da Bolha é a melhoria da qualidade do ar da nação, a fim de satisfazer os padrões federais, dentro dos prazos legais. Assim, a corte disse que "este dispositivo coloca o regulamento de "não melhoria" da qualidade do ar, ao lado "de melhoria" da qualidade do ar, traçada por Alabama Power e ASARCO". Conseqüentemente, a corte decidiu que a Bolha sem melhoria era ilegal.

Certamente, *ASARCO* e *Alabama Power* não mostraram a "prova da linha brilhante" e a corte chegou a tal interpretação, apenas descartando extensos argumentos de ambas as partes.

Por exemplo, o Juiz Wright nunca disse no processo da *ASARCO* que o Conceito Bolha contradizia o objetivo do programa NSPS. Ele sustentou que o Conceito Bolha violava os objetivos de todo o Ato do Ar Limpo. Mais do que isto, o objetivo do programa NSPS dificilmente poderia ser considerado só como melhoria da qualidade do ar. Os padrões de comportamento das novas fontes aplicam-se tanto ao programa PSD quanto as área sem melhoria. De fato, se eles são semelhantes a algum outro programa, este será o PSD. Ambos, os limites de comportamento de novas fontes e o PSD, tentam minimizar os efeitos adversos da qualidade do ar, em qualquer construção. Nenhum dos programas busca reduções em emissões existentes.

Mais importante, a corte no processo *Gorsuch* falhou completamente ao estabelecer o seu escopo de revista. Mais precisamente do que enfrentar o litígio legal, como um desafio ao uso da cautela da EPA, a corte se baseou num precedente e no teste da linha brilhante, que o precedente supostamente criou. Sem surpresas, houve apelação contra esta grosseira super simplificação do precedente. Em 31 de maio de 1983, a Suprema Corte concordou em rever a decisão do processo *Gorsuch*, agora agendado como *Chevron USA* contra o *Conselho de Defesa dos Recursos Naturais*.

- Chevron, contra o NRDC - Conselho de Defesa dos Recursos Naturais.

Pedindo a revisão do processo *Gorsuch* estavam a EPA e um grupo de indústrias, muitas das quais com suas próprias propostas, aguardando a aprovação dos Estados, pendentes até o resultado do litígio. Na verdade, quando a sentença do processo *Gorsuch* foi publicada, trinta e um estados tinham adotado a definição de fonte como "planta inteira", autorizada pelas disputadas normas de não melhoria da EPA. O NRDC defendeu a decisão da corte, porém, como veremos, não defendeu seus fundamentos.

- Argumentos das partes

A EPA e os apelantes das indústrias argumentaram insistentemente que os julgadores do processo *Gorsuch* substituíram erroneamente seu julgamento pelo da EPA. Os princípios básicos da lei administrativa requeriam que a corte acatasse a cautela da autoridade da EPA, a menos que a ação desta última fosse evidentemente contra a lei. A própria corte admitiu que a lei era confusa e a corte só podia confirmar o razoável emprego da cautela da agência.

Como alternativa, os requerentes argumentaram que a definição da planta inteira de novas fontes de áreas sem melhoria era perfeitamente compatível com a redação, à história e os objetivos do Ato do Ar Limpo. Quanto à linguagem, a Norma das Novas Fontes - NSR confirmava a redação da Seção 111 do Ato do Ar Limpo, que era a única definição da palavra "fonte" nas emendas do Ato. Quanto ao histórico legislativo, os apelantes reconheceram que o Congresso jamais mencionou a bolha ou a definição de "fonte de planta inteira", mas tiveram alívio com uma coleção de transcrições de relatórios e debates em plenário, nos quais vários congressistas louvavam os objetivos de crescimento econômico das emendas. Finalmente, quanto aos objetivos do Ato, os requerentes argumentaram que o Foro de *Gorsuch* havia super simplificado as metas da legislação. O Ato, eles insistiram, era extraordinariamente complexo e não podia ser reduzido a uma simples proposta. Contrariamente, o Ato de 1977 eliminou vários objetivos paralelos e até conflitantes, entre os quais: redução da poluição, estímulo à economia e preservação da flexibilidade e cautela do Estado.

O Conselho de Defesa dos Recursos Naturais e os outros litigantes apoiaram a sentença no processo *Gorsuch*, porém não os seus fundamentos. Para os requeridos, a resposta estava não no teste da linha brilhante, mas nas próprias palavras da lei. Para eles, a definição de “fonte” na Seção 111, com suas referências específicas a edifícios e estruturas, claramente individualizada, bem como referências genéricas a recursos, serviços e instalações levaram à dualidade da definição de "fonte". Mais ainda, eles ofereceram suas próprias referências selecionadas quanto ao histórico legislativo do Ato do Ar Limpo, especialmente discorrendo quanto ao exame da nova fonte e à necessidade de controle cuidadoso das novas fontes. Finalmente, os requeridos apresentaram razões de política que exigiam a rejeição do conceito bolha, incluindo a deslealdade de autorizar a algumas fontes escapar dos processos de autorização do NSR, por meio de escamoteação semântica.

Quanto à cautela da EPA, os requeridos argumentaram que a EPA era deferido pouco respeito, em vista de sua arrasadora mudança de rumo, inspirada numa simples mudança na administração política.

- A decisão da Corte

A Suprema Corte, por decisão unânime, reverteu a decisão da Corte de Apelação. Com uma rara sentença concisa (sucinta) para um litígio ambiental, o Ministro Relator do Supremo, Stevens, afirmou que a definição de "planta inteira" como fonte, era aceitável e compatível com o Ato do Ar Limpo.

A Suprema Corte disse que o problema com a Corte de Apelação não foi à criação de um teste de linha brilhante ou sua cobrança perante os objetivos do Ato.

Acontece que a Corte de Apelação falhou ao julgar a verdadeira natureza do problema. De acordo com a Suprema Corte, a resposta relativa à validade da definição de "fonte" como "planta inteira" da EPA se prende em determinar se a EPA agiu como uma Agência Administrativa agiria, e não pelos méritos inerentes ou pelas desvantagens da definição em si. Em outras palavras, a Corte de Apelação havia falhado ao planejar e aplicar o adequado padrão de exame. Contrariamente, ela refugou seu próprio julgamento, ou melhor, baseou-se num precedente igualmente falho.

Ao examinar a interpretação do estatuto de uma agência administrativa, a Corte decidiu que a função do judiciário era muito limitada. Se o Congresso expressasse claramente interesse na redação ou no histórico legislativo da lei, a Corte decidiria o quanto à interpretação da agência coincide com a intenção do Congresso. Esta é uma tarefa simples, desde que o Congresso mostre claramente seus objetivos.

Se, entretanto, o Congresso tratasse de forma ambígua o assunto ou, mais grave, deixasse de conduzi-lo inteiramente, a tarefa das cortes de revisão seria muito diferente. Não há como atender ao objetivo do Congresso sem conhecer a íntegra da informação. Então, o Congresso deve autorizar a EPA a interpretar a lei como lhe convém, desde que tal interpretação seja razoável, coerente.

Voltando ao litígio em tela, a Suprema Corte rejeitou os argumentos do NRDC de que a lei atinente à definição adequada da fonte era clara e inequívoca. Ao contrário, a Corte notou que o próprio Ato do Ar Limpo peca pela ambigüidade do objetivo do Congresso neste assunto. O Ato não se refere ao Conceito Bolha. Ele também não define o termo "fonte" dentro dos propósitos de não melhoria. Igualmente, a Corte observou que o histórico legislativo é pouco esclarecedor.

Numerosos testemunhos enfatizaram um crescimento econômico acomodável. Mas um número igual de testemunhos genéricos chamou a atenção para a importância de estudos cuidadosos e abrangentes das novas fontes. A corte comentou estas opiniões genéricas "não foram feitas a este estrito objetivo em mente e não se pode dizer que traduzam um desejo do Congresso".

Sem qualquer diretriz definida pelo Congresso, a Corte acatou a racionalidade da "planta inteira" da EPA como definição de fonte. Ao determinar a racionalidade da definição, a Corte enfatizou que o seu papel não era alterar o seu próprio julgamento sobre a melhor forma de tratar o vazio legislativo deixado pelo Congresso. Mais que isto, seu papel era resolver se a decisão da agência era aquela a que o Congresso negaria a aprovação.

Para determinar a racionalidade do uso do Conceito Bolha pela EPA, a Corte insistiu na redação do estatuto. A Corte não encontrou nada no Ato do Ar Limpo que contestasse a definição de "fonte" da EPA. Ela encontrou, apenas, referências ambíguas, que podiam ser interpretadas de forma a permitir várias definições de fonte.

Sob tais circunstâncias, concluiu, a redação podia ser interpretada como favorável à “planta inteira” como definição de “fonte”. Realmente, mesmo que qualquer intenção do Congresso possa ser apreciada por tal redação, pareceria que o histórico de termos ilustrativos e coincidentes eram destinados mais a alargar do que estreitar o alcance do poder da EPA para regular fontes individuais, a fim de efetivar a política do Ato do Ar Limpo. A Corte também procurou eventuais restrições no histórico da legislação. Nada encontrou de inconsistente com o Conceito Bolha, apenas critérios genéricos. Um destes critérios era a expectativa de um razoável crescimento econômico e o regulamento da agência certamente ultrapassou esta declarada preocupação.

Finalmente, a Corte considerou o problema como um fracasso administrativo da EPA, ao definir as fronteiras do conceito bolha. Era verdade, a Corte reconheceu que a agência adiantou várias interpretações sobre o mesmo termo nos últimos dez anos. Entretanto, esta instabilidade não era uma falha só da agência, que tinha a missão de interpretar difíceis dispositivos legais e, ao mesmo tempo, que tinha que se manter em campo com decisões mutáveis às vezes conflitantes, com as decisões da Corte de Apelações. Além do mais, a Corte acrescentou que a mudança de posição da agência não necessariamente indica que sua decisão seja irracional.

Uma decisão preliminar da agência não pode ser oficializada. Ao contrário, a agência, para enquadrar-se na legislação vigente, deve analisar interpretações variáveis do seu conteúdo para aplicação fundamentada na continuidade.

Mais além, o fato de a EPA adotar várias decisões, em contextos diferentes, reforça o argumento de que a definição, por si, é flexível, particularmente porque o Congresso jamais manifestou rejeição de uma leitura flexível ao estatuto.

Ao avaliar a moderação da EPA na aplicação da política da bolha, a Corte expressamente desistiu de analisar a sabedoria desta reforma regulamentar especial. “Os argumentos desta aplicação”, disseram, “são mais apropriados para legisladores ou administradores, não para juízes”.

Ao final, a Corte não encontrou provas de que a definição expandida de “fonte” fosse irracional. Como resultado, ela sustentou a definição da EPA da palavra “fonte”, sendo esta uma estruturação válida do estatuto; que procurou adaptar a redução progressiva da poluição do ar com o crescimento econômico.

2.7.3 – Aplicação do Conceito Bolha no Estado de São Paulo

2.7.3.1 – Consideração:

No Brasil, o Estado de São Paulo foi pioneiro na aplicação do Conceito Bolha, cujo início data de 1985 no Município de Cubatão, em plena vigência do Programa de Controle de Poluição desenvolvido pela CETESB. A expectativa era que as reduções significativas das cargas poluidoras nas fontes emissoras diminuiriam, na mesma proporção, as concentrações dos poluentes na atmosfera, permitindo o enquadramento da qualidade do ar da Região aos padrões legais vigentes.

Essa hipótese ganhou corpo entre as entidades da sociedade civil, levando os empresários a pleitear a introdução de novos empreendimentos industriais ou ampliações dos existentes. O momento político da época se caracterizava pela participação intensa da população nas decisões governamentais, o que aumentou a pressão no sentido do desenvolvimento industrial, pois na área se encontravam indústrias de base que sempre atraem empresas satélites.

Como nos Estados Unidos a Agência de Proteção Ambiental (EPA), no final da década de 80, já havia implantado o Conceito Bolha, como mais uma alternativa de desenvolvimento em áreas consideradas saturadas, e a administração por Bacias Aéreas adotadas naquele país já era realidade em Cubatão, a CETESB passou a adotar a mesma política, tendo nos engenheiros Fernando Guimarães, João Baptista Galvão Filho e Benedito da Conceição Filho seus grandes idealizadores.

O Conceito Bolha foi adotado com um conjunto de normas que objetivavam evitar os erros cometidos pela EPA, pioneira no assunto. As normas principais eram as seguintes:

- Entrada de novas fontes na base de 1:1. Só eram admitidas novas fontes se houvesse uma redução nas emissões residuais existentes, dotadas da melhor tecnologia prática disponível. Essa redução poderia ser feita em fontes do empreendedor ou em fontes de outras empresas da mesma Bacia Aérea.

- Para as novas fontes de poluição não era permitida a troca de emissões de material particulado de menor granulometria (mais prejudicial à saúde) por emissões com maior granulometria.
- Não era permitida a troca de poeiras fugitivas de novas fontes por emissões pontuais de fontes existentes.

A administração das duas Bacias aéreas (Cubatão Centro e Cubatão Vila Parisi) incluiu o Conceito Bolha associado a outras Políticas:

- Melhor tecnologia prática disponível.
- Melhoria razoável e progressiva na qualidade do ar.
- Diminuição progressiva do inventário de fontes.
- Proibição da entrada de novas fontes de poluentes saturados ou fitotóxicos.

Diversas solicitações para implantações de novos empreendimentos foram feitas, sendo parte delas aprovadas por atender os requisitos estabelecidos. Com o tempo e com o melhor conhecimento da Bacia Aérea, a CETESB notou que os resultados esperados na qualidade do ar não aconteceram, demonstrando a necessidade de mudanças na aplicação do “Conceito Bolha”. O micro clima local apresentava uma influência na qualidade do ar muito maior do que se pensava.

Uma alternativa seria a alteração da razão de troca na compensação dos poluentes (alterando a proporção de 1:1 por 1:2, por exemplo). Nesse caso, estaria garantida a redução progressiva e contínua do Inventário das fontes de poluição. O maior entrave, entretanto, era o aumento vertiginoso do custo de implantação dessas novas fontes, considerando-se que na sua totalidade já dispunham de sistemas de controle de poluentes. Foi quando os técnicos passaram a entender que a única alternativa para melhorar a qualidade do ar em Cubatão seria a remoção de algumas fontes de poluição existentes, em especial as granulações de fertilizantes, responsáveis pela saturação da Bacia Aérea de Vila Parisi, transferindo para áreas com condições de

dispersão mais favoráveis, contando, inclusive, com melhoria tecnológica, tudo isso financiado por Órgãos Internacionais.

Isso abriria caminho para novas tipologias de processos menos poluentes, como, por exemplo, a implantação do pólo metalo-mecânico, com empresas de potencial poluidor mínimo, tais como produtoras de estruturas metálicas, tubos, etc.

Essa alternativa deveria ser negociada no alto escalão do Governo e nas empresas envolvidas, pois haveria necessidade de se captarem recursos e planejar a retirada das fontes, principalmente quanto ao prazo. Nada disso ocorreu e com o passar do tempo os técnicos que participaram do Programa de Controle Ambiental foram substituídos por outros de menor experiência e o Conceito Bolha sequer passou a ser aplicado na forma que se pretendia.

Não existe na CETESB qualquer registro ou norma aprovada pela sua diretoria quanto à aplicação do Conceito Bolha. O resultado dessa falta de política pública, no sentido de melhorar a qualidade do ar em Cubatão está registrado nos próprios relatórios de qualidade do ar da CETESB, que revela após 18 anos de controle de poluição, uma região com grau de saturação muito acima do padrão preconizado na Resolução CONAMA n.º 3, e sem qualquer perspectiva de melhora.

A aplicação do Conceito Bolha só é possível quando se administram Bacias Aéreas, determinando normas de acordo com o grau de saturação existentes, a preservação necessária e a proteção desejada da Saúde, Fauna, Flora, Patrimônio Cultural, Culturas Agrícolas e Materiais.

São necessárias ferramentas técnico-administrativas, como inventários precisos, dados meteorológicos da região, modelos previsivos de impactos, com características internacionais, além de uma rede de Qualidade do Ar efetiva. O envolvimento das indústrias e o monitoramento contínuo das principais fontes também são importantes, além do acompanhamento efetivo dos resultados (CONCEIÇÃO FILHO, B., 2002).

2.7.3.2 – Licenciamento Ambiental no Estado de São Paulo e o “Conceito Bolha”

Observa-se nos documentos apensados aos Procedimentos Investigatórios do Ministério Público do Estado de São Paulo, que os Estudos e Relatórios de Impacto Ambientais, apresentados pelos empreendedores à Secretaria de Meio Ambiente para obtenção da licença prévia, são analisados sem a adoção de um critério único.

Em alguns casos, a análise do Órgão Ambiental se baseia na compensação das taxas de emissão, trocando as emissões de poluentes de um empreendimento já existente pelas emissões dos poluentes, advindos da entrada de um novo empreendimento.

Nestes casos, a falha está na obtenção do inventário das fontes de poluição. A fiscalização das fontes de poluição do ar é apoiada nos dados de amostragem de chaminé. Essas amostragens são realizadas pela própria indústria ou por firmas especializadas, sob a auditoria da CETESB.

Este tipo de monitoramento não retrata a realidade do dia-a-dia de operação da fonte emissora, pois, segundo o Ministério Público, a fiscalização é realizada com data pré-determinada, o que propicia as empresas ajustarem no dia da amostragem o seu sistema de controle de poluentes e o seu processo industrial às condições ideais de atendimento ao padrão Legal.

Para eliminar essa não conformidade, haveria necessidade do monitoramento contínuo, o que levaria as empresas a manterem seus sistemas de controle em perfeitas condições de manutenção e operação, garantindo, assim, a regularidade nas operações e, conseqüentemente, a manutenção do padrão de emissão por tempo indeterminado, e não apenas no momento da amostragem. Como resultado, haveria uma melhora significativa no *padrão de qualidade* do ar e uma confiabilidade nos inventários das fontes emissoras, sem maiores problemas quando da aplicação da compensação ambiental das taxas de emissão requerida no Conceito Bolha.

Em outros casos, onde não existe nenhum empreendimento que possa justificar a compensação das taxas de emissão, o Órgão Ambiental busca, na aplicação de modelagem matemática, a justificativa para avaliar a liberação da licença. Porém, em ambos os casos o fazem de forma errônea, quer pela má interpretação do artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76, quer pela inobservância da Lei Federal n.º 6938, de 31

de agosto de 1981. Em determinados casos, aplicam modelagem matemática, levando em consideração somente à emissão de poluentes advinda do novo empreendimento, desprezando as demais fontes emissoras existentes no entorno do empreendimento. Para agravar mais a situação sequer são realizados estudos da qualidade do ar, conforme procedimento ocorrido no Município de Americana, por ocasião da aprovação da Licença Prévia, para implantação da Usina Termelétrica Carioba II (SMA, 2002).

De acordo com ANDRADE (2001), a aplicação do Modelo Matemático RPM-IV utilizado na avaliação do potencial de formação de Ozônio troposférico, resultante das emissões de seus precursores pela Usina Termelétrica Carioba II, aponta diversas incertezas:

“Incertezas residem na questão da existência de dados de entrada que possam ser considerados confiáveis. Encontramos três grandes incertezas: os dados de concentrações de poluentes no ar ambiente, o perfil de emissão de outras fontes na trajetória da pluma, e os dados meteorológicos para descrição da trajetória da pluma”.

Outro exemplo marcante da falta de critério de licenciamento de novos empreendimentos encontra-se no Município de Paulínia, onde a empresa DEGUSA HULLS está implantando sua Unidade de Produção de Negro de Fumo. Trata-se de uma região saturada pelo poluente ozônio e, portanto, necessitaria de compensação das taxas de emissão dos poluentes precursores do ozônio.

O empreendedor indicou o “Flare” como alternativa de controle da poluição do ar, sendo aceito pela Secretaria do Meio Ambiente e CETESB, apesar de não ser considerado um equipamento de controle de poluição do ar. O “Flare” é tido como equipamento de segurança para atuar em situações de emergência ou eventuais purgas de equipamentos, permanecendo, portanto, fora de operação na maioria do tempo. Além disso, ao contrário dos equipamentos de controle de poluentes de melhor tecnologia, cuja eficiência estão acima de 99,99%, o “Flare” apresenta baixa eficiência (<98%) de destruição dos poluentes e gera outros poluentes, entre os quais dióxido de nitrogênio e hidrocarbonetos, precursores da formação de ozônio na baixa camada da atmosfera, o que o torna uma fonte de poluição, principalmente no caso em tela, onde a queima dos gases residuais se dará de forma ininterrupta 24hs/dia (MPESP, 2001).

2.7.3.3 – Artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 do Estado de São Paulo.

De acordo com a CETESB (2000_b) o Regulamento da Lei Estadual 997/76 no seu Artigo 42 - Fontes novas de poluição do ar, que pretendam instalar-se ou funcionar, quanto à localização serão:

I - Obrigadas a comprovar que as emissões provenientes da sua instalação ou funcionamento não acarretarão, para a Região ou Sub Região tida como saturada aumento nos níveis de poluentes que a caracterizem como tal.

II - Proibidas de instalar-se ou funcionar quando, a critério da CETESB, houver risco potencial a que alude o inciso V do artigo 3º deste Regulamento, ainda que as emissões provenientes de seu processamento estejam enquadradas nos incisos I, II, III e IV do mesmo artigo.

O que diz o inciso V;

Inciso V - que, independentemente de estarem enquadrados nos incisos anteriores, tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

Quanto ao artigo 42, observa-se que:

- Em relação a novas fontes de poluição do ar, não leva em consideração as fontes móveis.
- Não define procedimentos para as regiões saturadas (como por exemplo, a aplicação da compensação das taxas de emissão).
- Na época de sua elaboração, somente eram considerados os poluentes primários, pois a definição de poluentes secundários veio alguns anos após a publicação da lei, de forma que, estender a sua aplicação pode tornar inviável o desenvolvimento de algumas áreas, pois os mecanismos

que regem a formação de poluentes secundários ainda não são totalmente esclarecidos e não se pode somente atribuí-los às emissões das fontes fixas em determinadas áreas.

- Não contempla o critério a ser utilizado na comprovação do aumento nos níveis de poluentes considerados saturados, dando margem a várias interpretações.

- Não contempla os poluentes precursores de reações secundárias na atmosfera, como, por exemplo, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, precursores do ozônio, obrigando as autoridades ambientais a recorrerem ao inciso Art. 3º e seu inciso IV que explicita: Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar e no solo: Inciso IV - com intensidade, em quantidade ou concentração ou com características que, direta ou indiretamente, tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do meio ambiente.

3 – METODOLOGIA

Segundo MORAES (1994), muitos dos trabalhos referentes às questões ambientais esbarram em problemas metodológicos. Poucos são os autores que buscam demonstrar a metodologia utilizada em seus estudos, diferenciando dos procedimentos técnicos operacionais.

Ross, *apud* MORAES (1994), observa que a metodologia deve representar a espinha dorsal de qualquer trabalho. Qualquer que seja o caráter da pesquisa, essa deve apoiar-se em um tripé fundamental que se define:

- Pelo domínio do conhecimento específico-teórico e conceitual.
- Pelo domínio da metodologia a ser aplicada.
- Pelo domínio das técnicas de apoio a serem aplicadas.

Destacou-se, na metodologia adotada, a análise crítica do “Conceito Bolha”, utilizado pela USEPA Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos e pela CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Agência Ambiental de Cubatão, como critério de compensação ambiental na implantação de empreendimentos industriais em áreas saturadas de poluentes atmosféricos.

Nessa etapa foram realizadas consultas às seguintes entidades: Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB; Ministério Público do Estado de São Paulo - Promotorias de Justiça de Cubatão, Paulínia e Americana e Consultores Ambientais na busca de informações sobre os processos de Licenciamento Ambientais e aplicação do Conceito Bolha no Estado de São Paulo.

Foram ainda consultadas “sites” e literaturas referentes às seguintes entidades Americanas: United States Environmental Protection Agency - USEPA e a Environmental Law Northwestern School of Law Lewis & Clark College na busca de informações sobre o “Conceito Bolha”.

Na elaboração do trabalho, foram realizadas as seguintes atividades:

- Levantamento bibliográfico dos aspectos históricos jurídicos, envolvendo a aplicação do Conceito Bolha como critério de compensação ambiental nos Estados Unidos e no Estado de São Paulo, visando verificar seus aspectos positivos e negativos ao meio ambiente.
- Análise das legislações ambientais vigentes no Brasil e no Estado de São Paulo, comparando com as ações e aspectos técnicos da área de controle da poluição ambiental.
- Consulta aos dados disponíveis no Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo, publicado anualmente pela CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental Órgão responsável pelo controle da poluição no Estado de São Paulo.
- Estudos de caso envolvendo o licenciamento de novos empreendimentos industriais nos Pólos Industriais de Cubatão, Paulínia e Americana, com descrição dos empreendimentos Industriais, levantamento das fontes emissoras, estimativa de emissão dos principais poluentes, características dos poluentes primários, secundários, qualidade do ar e a tecnologia utilizada no controle das fontes de poluição.
- Visita as instalações industriais das seguintes empresas: Companhia Siderúrgica Paulista - COSIPA; Petróleo Brasileiro S.A. – Petrobrás RPBC; Ultrafertil JSM; Companhia Petroquímica Brasileira – COPEBRÁS; Petrobrás REPLAN e BASF, objetivando verificar as principais fontes de poluição e as tecnologias utilizadas no controle das emissões dos poluentes atmosféricos.
- Visita as Estações Automáticas de Monitoramento da Qualidade do Ar - Estação Telemétrica da CETESB situadas nos bairros Cubatão Centro e Vila Parisi e a Central Telemétrica da CETESB situada na cidade de São Paulo, objetivando um melhor conhecimento da tecnologia e metodologia utilizada na análise dos poluentes atmosféricos.

Com o objetivo de verificar a percepção das pessoas envolvidas direta ou indiretamente com as questões ambientais, optou-se por realizar uma enquête com cerca de 52 pessoas. Foi escolhida a Companhia Petroquímica Brasileira – COPEBRÁS, existente no pólo industrial de Cubatão para apresentação do critério de compensação ambiental utilizando o Conceito Bolha na forma em que vem sendo aplicado pelos Órgãos Ambientais e as mudanças propostas pelo autor da pesquisa. Imediatamente após as explicações foram distribuídos os questionários.

O mesmo procedimento foi aplicado aos representantes do Órgão Ambiental, Consultores Ambientais, Promotores de Justiça, ONGs e alunos dos cursos de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental da Universidade Santa Cecília. A grande maioria dessas pessoas já tinha conhecimento da aplicação do “Conceito Bolha”, o que tornou relevante as suas respostas.

4 – ESTUDOS DE CASO

Realizou-se 3 (três) estudos de caso envolvendo o licenciamento de duas termelétricas proposta para serem instaladas respectivamente no Município de Cubatão e Americana e de uma planta de Negro-de-Fumo, instalada no Município de Paulínia.

4.1 – Usina Termelétrica da Central de Cogeração de Energia da Baixada Santista

O primeiro estudo de caso refere-se ao projeto da usina de cogeração de energia com capacidade para produzir 950 MW e prevista para ser implantada na área da Petrobrás RPBC, no município de Cubatão SP. O local previsto para esse empreendimento está situado na bacia aérea de Cubatão centro, região considerada como saturada por ozônio.

4.1.1 - Características da Região

O Município de Cubatão apresenta uma área de 162 Km² e 100000 habitantes e está localizado no litoral, a cerca de 44 Km da cidade de São Paulo e a 12 Km de distância da cidade de Santos.

A região, que se estende ao longo da Costa, é contornada por colinas e montanhas em forma de U e coberta por uma floresta tropical classificada como Atlântica úmida (CETESB, 1988).

Na figura 10 é mostrada a região de Cubatão onde se encontra destacado o local previsto para implantação da Usina Termelétrica. Esse local encontra-se situado dentro da bacia aérea de Cubatão Centro onde, devido à tipologia do processo produtivo, predomina as emissões de gases e vapores, em especial hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio, gerando uma atmosfera saturada por ozônio.

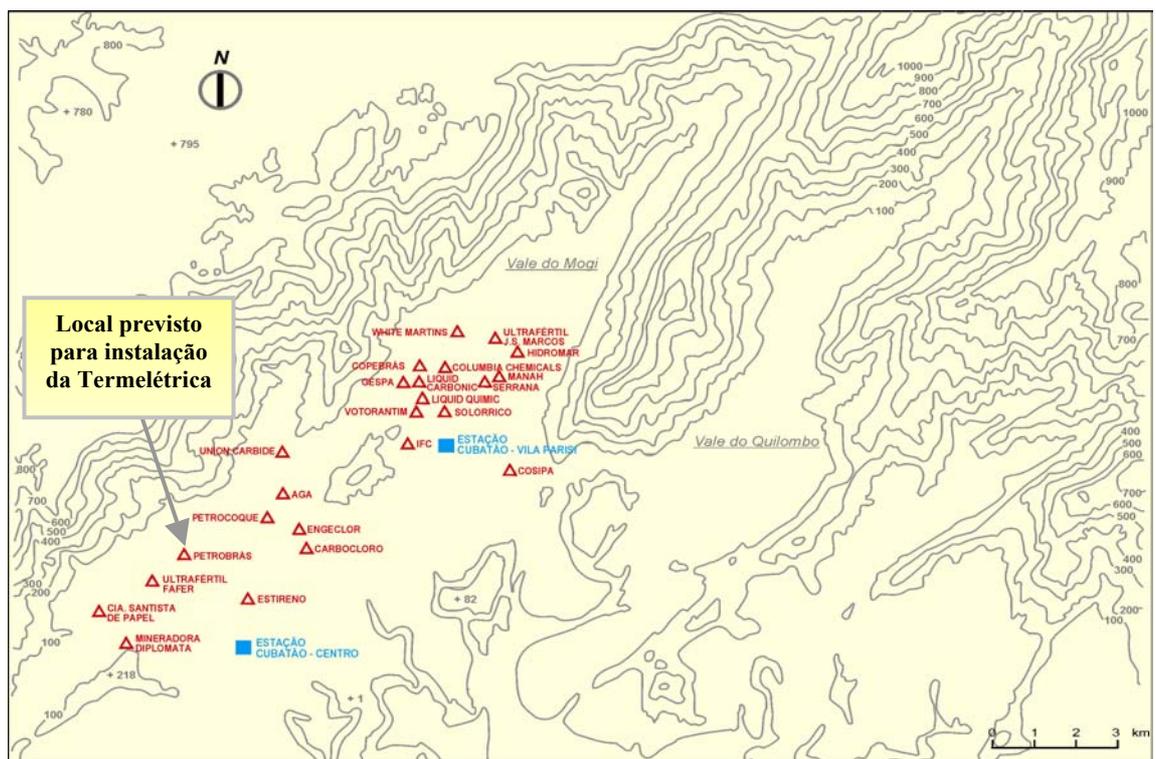


FIGURA 10 - Mapa esquemático de Cubatão com localização das indústrias, estações de monitoramento da qualidade do ar, detalhando o local escolhido para implantação da usina termelétrica – Adaptado (CETESB 2000_a).

Segundo dados constantes no Relatório de Qualidade do Ar da CETESB, o Município de Cubatão apresenta uma outra região considerada saturada de poluentes.

Trata-se da bacia aérea de Piaçagüera (Vila Parisi), região saturada por material particulado, onde se localizam seis indústrias de Fertilizantes, cinco unidades de negro-de-fumo, uma indústria de beneficiamento de gesso, uma siderúrgica e uma indústria de cimento, conforme ilustrado na figura seguinte.



FIGURA 11 – Foto aérea com detalhe das indústrias de fertilizantes e cimento situadas na região de Piaçaguera em Cubatão (2002).

Devido à tipologia dos processos produtivos, predomina nessas indústrias a emissão de material particulado, gerando uma atmosfera saturada por poeiras inaláveis. Em vista dessa limitação, os licenciamentos de novos empreendimentos ou ampliações de novas unidades em empreendimentos já existentes necessitam compensar as taxas de emissão dos poluentes tidos como saturados.

Pode-se citar, como exemplo de licenciamento, envolvendo a compensação das taxas de emissão de material particulado, a implantação da Unidade de Asfalto da Firma Terracom – Transporte Terraplanagem e Comércio Ltda. - Processo n. ° 25/00031/96 (CETESB, 1996).

norte e ao sul de Cubatão, obedecendo a uma conformação geomorfológica designada por “pinça de caranguejo”, expressão introduzida por Fernando Flavio Marques de Almeida em 1953. Esta disposição topográfica induz à circulação dos ventos, propiciando a ocorrência de condições não muito favoráveis à dispersão de poluentes.

Nesta região, a vertente Atlântica da Serra do Mar, os espigões avançados e os morros isolados são constituídos por granitos e gnaisses muito fraturados e decompostos. O manto de rocha alterado ou regolito é espesso e de estabilidade precária, assentando-se sobre a vertente com declividades superiores a 25° e, ocasionalmente, 55°. Nos morros e escarpas, ocorrem solos do tipo latos solos e podzólicos vermelhos amarelos, sendo nas encostas predominantemente arenosos, mas nem sempre com boa aeração.

Esta área apresenta clima tipo Af – clima tropical chuvoso de selva, sem temporada de seca bem definida. O clima é condicionado por três tipos de correntes atmosféricas:

- a) – Tropical Atlântica (leste nordeste) quente e úmida, mais atuante no verão.
- b) – Massa Polar Atlântica (sul-sudoeste) fria, geralmente úmida e mais atuante no inverno.
- c) – Massas Equatorial Continental e Tropical Continental (de noroeste). A primeira quente e úmida; e a segunda, quente e seca. Ambas sopram ocasionalmente do Planalto Paulista para a Baixada Santista.

A umidade relativa do ar em Cubatão é muito elevada, com média mensal superior a 80%. A condensação do ar saturado junto à Serra causa nevoeiros, neblinas ou fortes cerrações. O regime de chuvas é basicamente tropical, com total médio anual superior a 3300 mm e normalmente com estação mais seca entre os meses de abril a setembro. A pluviosidade varia espacialmente, segundo fatores topográficos: as chuvas aumentam da costa para o interior, sendo que na porção mais elevada das escarpas da Serra, onde a condensação é maior, registram-se os maiores índices. A precipitação da região é predominantemente de caráter orográfico e deve-se ao avanço de sistemas frontais.

Observações realizadas ao amanhecer, no fundo do Vale do Mogi, mostram que a massa de ar estável, com a maior parte das emissões das indústrias de fertilizantes, desloca-se da base da montanha até a Região Central de Cubatão (área urbana). O aquecimento solar dos declives resulta no desenvolvimento de ventos anabáticos e de brisas marítimas, facilmente visualizadas pela trajetória das plumas da chaminé, conforme observado na figura 13.



FIGURA 14 – Foto Aérea do Complexo Industrial da COSIPA (2002).

Estes ventos são geralmente associados ao aumento da concentração de poeira na Vila Parisi. Durante o inverno, pela manhã, há formação de camadas de inversões térmicas de superfície de diversas espessuras e de diferentes intensidades. Não ocorre, com frequência, a formação de inversões no período da tarde, em todas as estações do ano. Estudos da CETESB revelam que, no período de inverno, as condições meteorológicas não são favoráveis à dispersão e diluição dos poluentes na atmosfera.

Assim, a emissão de poluentes deveria ser a mínima nesta estação.

Nesta região, a média anual de calmaria é de 30%, sendo mais elevada entre os meses de fevereiro a agosto. É interessante ressaltar que, embora as calmarias

sejam grandes entre fevereiro a abril, estas não devem ser aceitas como indicadoras de uma situação crítica para dispersão, por ser uma época de totais pluviométricos muito elevados e condições altamente estáveis. Entre os meses de maio a setembro, a taxa de calmaria torna-se bastante significativa, uma vez que os índices de velocidade de vento são mínimos - CETESB (1984).

Finalmente, a grande variação da pluviosidade na região é controlada pelas circulações de vento mar-terra e montanha-vale, havendo uma grande influência da convergência da brisa marítima de mesoescala na variação diurna de precipitação sobre Cubatão.

4.1.2 - Qualidade do Ar de Cubatão

O nível de poluição do ar ou a qualidade do ar é medido pela quantificação das substâncias poluentes presentes neste ar atmosférico. Segundo a Legislação Ambiental, considera-se poluente do ar qualquer tipo de substância presente no ar atmosférico e que, pela sua concentração, possa tornar este ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

A variedade de substâncias que podem estar presentes na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Entretanto, pode-se iniciar este processo dividindo os poluentes em duas categorias:

- Poluentes primários.
- Poluentes secundários.

Segundo dados do Relatório de Qualidade do Ar da CETESB, os poluentes que excedem o padrão de qualidade do ar em Cubatão (Região Central e Piaçagüera), objeto desse estudo, são respectivamente, ozônio e material particulado.

Na Região Central de Cubatão as emissões de óxidos de nitrogênio (NO_x) e Hidrocarbonetos (HC) são superiores às da Região de Vila Parisi, gerando na atmosfera uma maior quantidade do poluente secundário ozônio (O_3) e demais oxidantes fotoquímicos, que ocorrem segundo as seguintes reações secundárias:

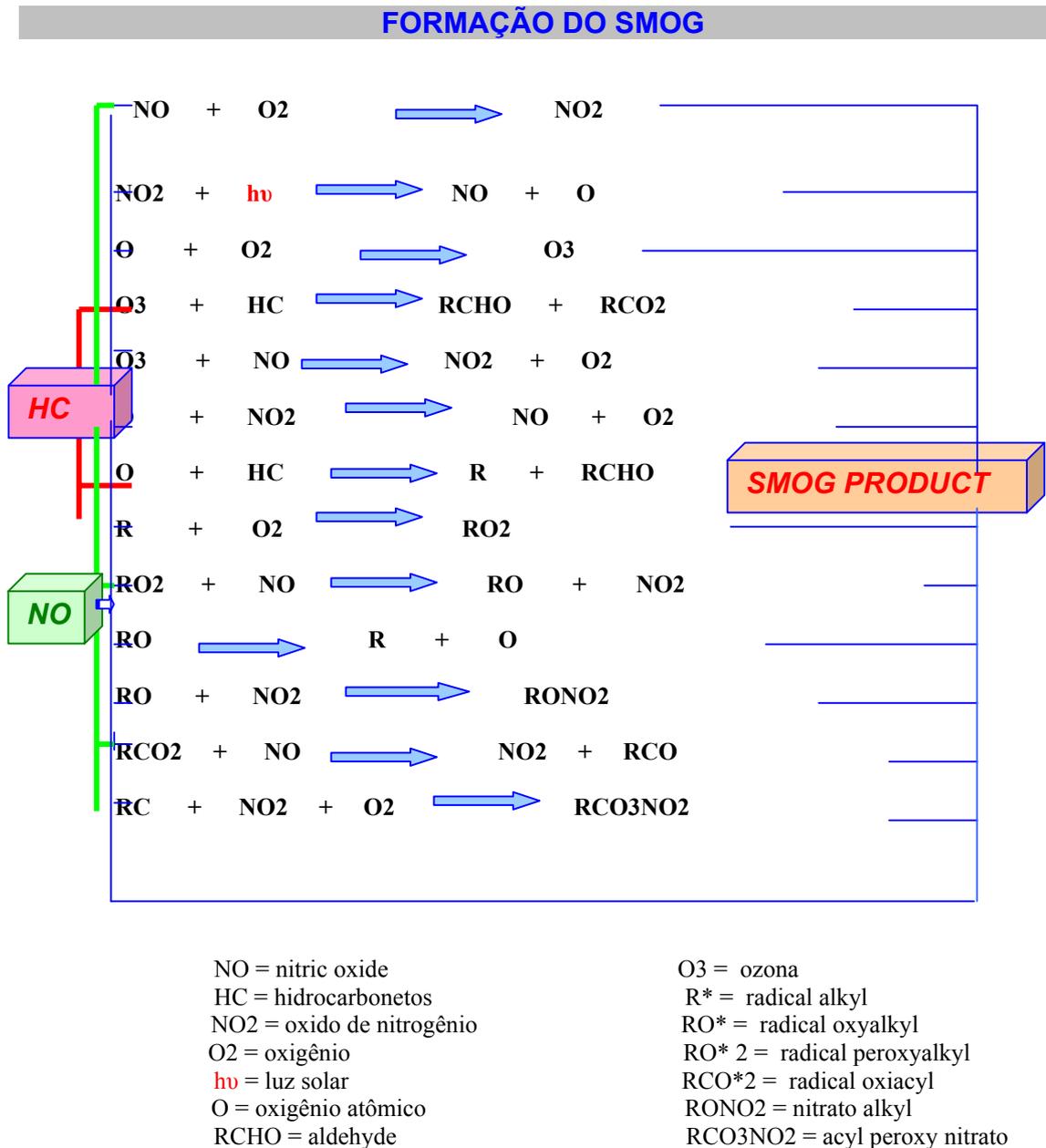


FIGURA 15 – Mecanismos generalizados das reações fotoquímicas (PERKINS, 1974).

O Óxido de nitrogênio (NO) é oxidado prontamente na atmosfera para NO₂ (poluente secundário). Este, por sua vez, por absorver fortemente a faixa ultravioleta (300 a 400 μm), é decomposto pela luz solar, fornecendo o NO e Ozônio (O₃). De acordo com KLOCKOW et. al. (1997), o ozônio induz danos as plantas mais sensíveis.

Na bacia aérea de Cubatão Centro (região urbana/industrial) se localizam as seguintes indústrias: refinação de petróleo, petroquímicas e químicas, gerando uma quantidade maior de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos e uma menor quantidade de material particulado. Na região de Piaçagüera (Vila Parisi) se localizam as indústrias de fertilizantes, cujas tipologias de processo geram uma quantidade maior de material particulado e menor de óxidos de nitrogênio e Hidrocarbonetos.

Essa característica, aliada à topografia e clima da região, classificou duas bacias aéreas bem definidas: Cubatão Centro (saturada por O₃) e Cubatão Vila Parisi (saturada por MP), conforme representada nas figuras seguintes.

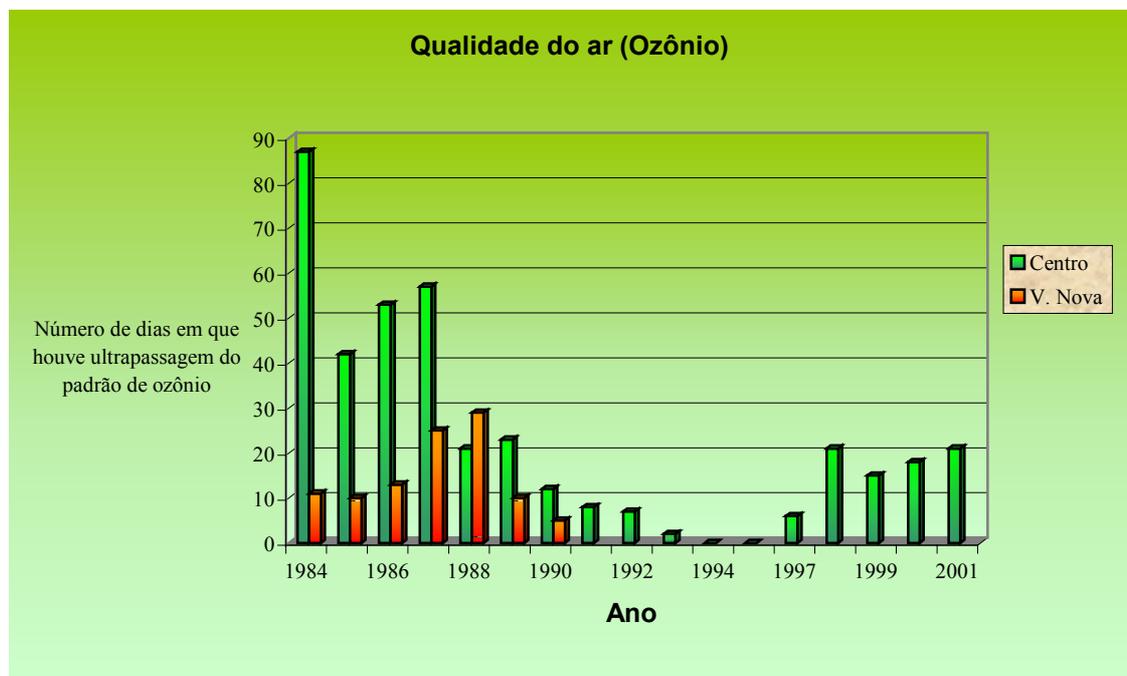


FIGURA 16 – Número de dias em que houve ultrapassagem do padrão (160 ppm) de ozônio na Região de Cubatão Centro (CETESB, 2001).

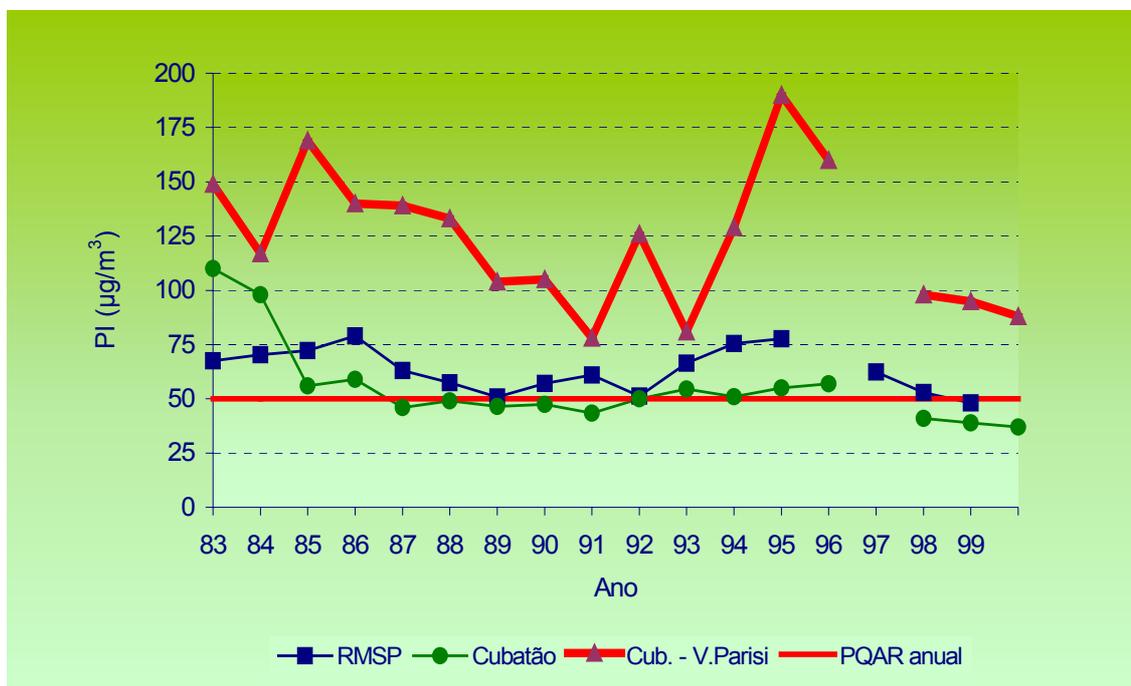


FIGURA 17 – Concentração de poeiras inaláveis (CETESB, 2000_a).

O complexo industrial de Cubatão situa-se numa área com topografia desfavorável à dispersão dos poluentes. Este complexo é formado atualmente por cerca de 20 indústrias de grande porte, onde se destacam as de fertilizantes, químicas, petroquímicas, refinação de petróleo e siderúrgica. Os núcleos residenciais podem ser divididos entre Cubatão Centro e aqueles periféricos, situados na região de Piaçagüera, Vale dos Pilões e bairros Cotas.

O rápido desenvolvimento industrial experimentado por Cubatão trouxe sérios problemas de poluição para a cidade. De 1970 a 1980, Cubatão cresceu a um índice de 4,43% ao ano e chegou a 1985 com suas indústrias produzindo algo ao redor de 3% do PIB Brasileiro.

Em contrapartida, em 1984, as mesmas indústrias lançavam mensalmente na atmosfera cerca de 30(trinta) mil toneladas de poluentes químicos, compostos de 50,8% de gases inorgânicos; 37% de material particulado; 11,8% de gases e vapores orgânicos; e 0,4% de ácidos (névoas e gases), produzindo níveis de poluição absolutamente críticos. - Relatório Degradação da Vegetação (CETESB, 1984).

Essas emissões de poluentes incidindo sobre a Serra do Mar degradaram a vegetação e, conseqüentemente, ocasionaram vários escorregamentos e corridas de lamas, conforme observado na figura seguinte.



FIGURA 18 – Degradação da Mata Atlântica na Serra do Mar em conseqüência da poluição industrial (GUTBERLET, 1996).

Como forma de diminuir esse impacto de poluentes na atmosfera, foi desencadeado, em 1983, um Plano de Controle da Poluição Industrial, em Cubatão, dividido em projetos, iniciando-se com o controle de fontes da poluição do ar, água e solo de maior potencial poluidor (fontes primárias) no período de 1983 a 1989.

Paralelamente, em 1984, desenvolveu-se um plano especial de trabalho, denominado Operação Inverno, para os períodos de maio a agosto, objetivando evitar a ocorrência de episódios críticos de poluição do ar.

Em 1985, iniciou-se um novo plano, conjuntamente com a Comissão de Restauração da Serra do Mar, denominado Operação Verão, para os períodos chuvosos de novembro a março, devido aos riscos de deslizamento de encostas da Serra do Mar.

De acordo com PASCHOAL (1988), ao término do prazo para controle das fontes primárias, em dezembro de 1989, cerca de 205 (89%) das 230 fontes de poluição atmosférica autuadas estavam controladas, reduzindo em 369.732 Kg/dia a emissão global de poluentes. A carga total remanescente foi de 187.412 Kg/dia e, dentre todos os poluentes, o único a não atingir as metas propostas foi o material particulado (poeiras). Em relação aos óxidos de nitrogênio, as ações de controle se restringiram apenas às fontes provenientes das fábricas de ácido nítrico. Quanto aos óxidos de enxofre provenientes da queima de combustível, a substituição de óleo combustível de alto teor de enxofre pelo de baixo teor já havia reduzido, preliminarmente, 81000 Kg/dia (32%) desse poluente, o que resultou numa redução total de 69%.

A diminuição dos poluentes, aliada à ação permanente de fiscalização diária das fontes de emissão e das condições meteorológicas realizadas durante o período de inverno (operação inverno), fez com que houvesse uma redução gradativa dos episódios de poluição do ar e de odor a partir de 1984. Em 1989, final da etapa primária de controle, não foi registrado nenhum episódio de poluição e, em relação aos episódios de odor, foram registrados apenas 7, contra os 198 registrados em 1985.

No entanto, apesar do grau de controle atingido, em 1990, 1991 e 1994, a concentração dos poluentes atingiu novamente os níveis considerados críticos, devido à falta de ventos e à concentração elevada de material particulado, o pólo industrial ficou, mais uma vez, em estado de emergência. Este fato poderá se repetir mais vezes por causa das condições topográficas e meteorológicas locais e de problemas operacionais nos equipamentos de controle das fontes de poluição. O mesmo pode ocorrer em relação aos incômodos causados à população pela emissão de odores desagradáveis, principalmente porque as principais fontes geradoras de odor (Petrobrás e Estireno) estão localizadas em áreas urbanas.

Imediatamente após o término da fase primária de controle, foi instituído o plano de operação e manutenção dos sistemas de controle de poluentes instalados e no mesmo ano iniciou-se o controle de Poeiras Fugitivas, para reavaliação do perfil das emissões que estabelecem a qualidade do ar da região e o controle da opacidade (CETESB, 1984).

Os programas de controle da poluição resultaram em investimentos superiores a 1 bilhão de dólares na implantação de equipamentos e sistemas de controle de poluentes. O resultado foi a diminuição desses poluentes na atmosfera e a melhora na qualidade do ar.

Contudo, passados 18 anos, a Região ainda não conseguiu se enquadrar aos padrões de qualidade do ar, em relação aos parâmetros de ozônio (O₃) e poeiras inaláveis (PI), preconizados na resolução CONAMA N.º 3 (CETESB, 2000_a).

Mesmo diante dessa grave situação de poluição, os Órgãos Ambientais Estaduais desenvolvem políticas em detrimento da melhoria da qualidade do ar em regiões saturadas. Pode-se citar o licenciamento ambiental de uma Usina termelétrica no Município de Cubatão, onde o Parecer Técnico n.º 382/2000 (Processo SMA 13698/98), elaborado pelo Departamento de Avaliação de Impacto Ambiental da Secretaria do Meio Ambiente, concluiu pela viabilidade Ambiental da Usina Termelétrica de Cogeração de Energia e Vapor (MPESP, 2001_a)

4.1.3 - Descrição do empreendimento

De acordo com as informações constantes no EIA/RIMA, apresentadas à Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e ao Ministério Público Estadual, o projeto da Usina Termelétrica da Central de Cogeração da Baixada Santista (CCBS) apresenta uma capacidade final de 950 MW e 400 t/h de vapor, com implantação prevista na área de propriedade da Petrobrás RPBC Petróleo Brasileiro S. A - Refinaria Presidente Bernardes de Cubatão.

A energia elétrica produzida na CCBS deveria alimentar a própria Refinaria da Petrobrás em Cubatão, com 45 MW, outras unidades da Petrobrás com 55 MW e o restante com 850 MW seria comercializado com terceiros. Apresentava como fonte energética uma mistura de gás natural proveniente do sistema integrado (Bolívia, Argentina, Bacia de Campos, Plataforma Marítima de Merluza e Santa Catarina).

Haveria, ainda, a queima suplementar de gás residual de refinaria nas caldeiras de recuperação (EIA/ RIMA CCBS, 2000).

O processo industrial constava com um ciclo combinado com geração de energia, integrando um ciclo de turbina e combustão a gás (sistema Brayton) e um ciclo de turbina a vapor (sistema Rankine).

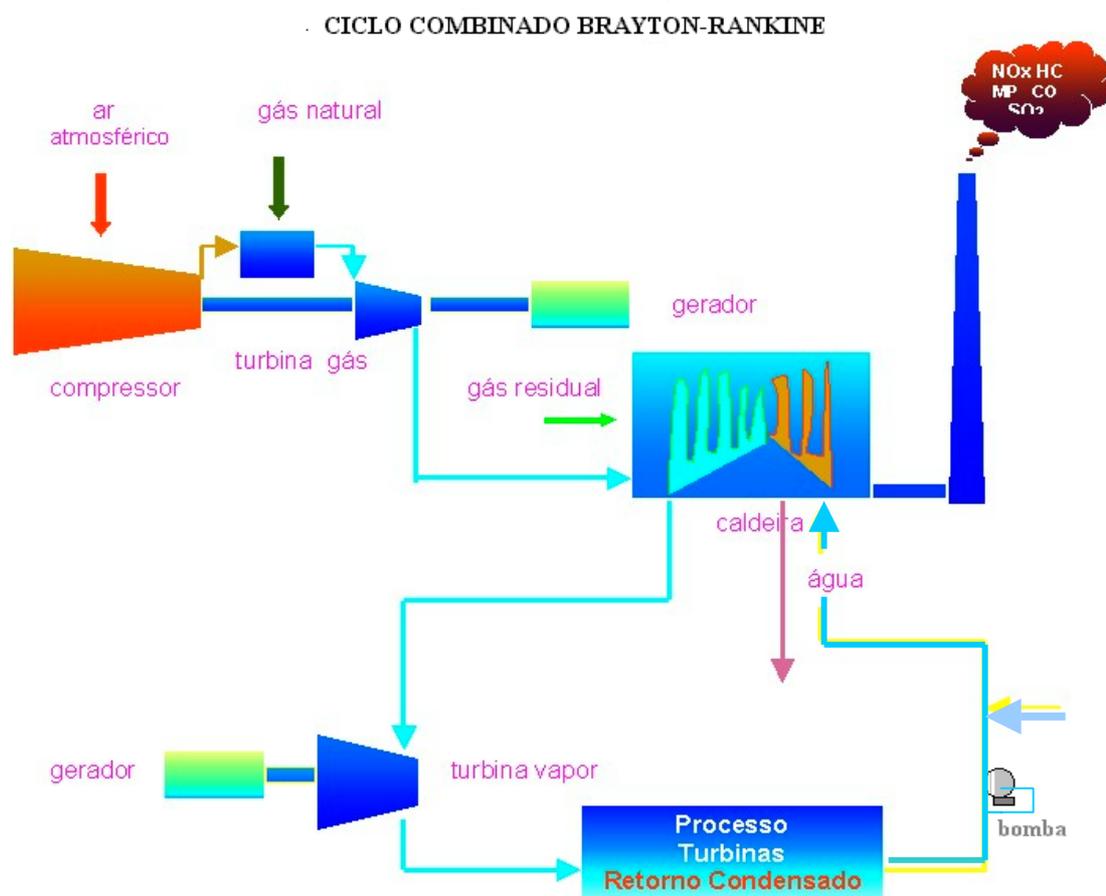


FIGURA 19 – Ciclo de geração de energia (adaptado do EIA/ RIMA CCBS, 2000).

O projeto do empreendimento previu as seguintes fases de implantação:

- Fase 1 - produção de 185 MW de energia elétrica e 320t/h de vapor, com operação combinando 1(uma) turbina a gás, 1(uma) caldeira de recuperação e 1(uma) turbina a vapor;

- Fase 2 - produção de 265 MW de energia elétrica e 80 t/h de vapor, com estudo da alternativa de se instalar 1(uma) turbina a gás e 1(uma) caldeira de recuperação, trabalhando em conjunto com a caldeira a vapor do módulo 1, ou ainda a implantação de um módulo completo (uma turbina a gás, uma caldeira de recuperação e uma turbina à vapor).

OBS: nessa fase seriam desativadas todas as caldeiras a óleo combustível da Petrobrás RPBC.

- Fase 3 - produção de 500 MW de energia elétrica, com operação dos quatro módulos, sendo que os módulos 1 e 2 estariam utilizando queima suplementar de gás de refinaria nas caldeiras de recuperação e os módulos 3 e 4 com gás natural.

OBS: A capacidade nominal na fase três (4 módulos e 2 caldeiras) seria de 950MW de energia elétrica e 400t/h de vapor.

A operação da fase 2 (dois) da usina acarretaria um acréscimo na captação de água para uso em circuito semi-aberto de 200m³/h, atingindo 520m³/h na fase 3, devido à perda por evaporação nas torres de resfriamento. O consumo de água para geração de vapor seria de 400m³/h, o mesmo atualmente utilizado na geração de vapor pelas caldeiras da Petrobrás RPBC.

A geração de efluentes líquidos na fase 3 (três) seria de: 11m³/h de efluentes industriais, 130m³/h das drenagens das torres de resfriamentos e 2m³/h de esgotos sanitários.

Diversas alterações no processo de utilidades e industriais, atualmente existentes na Petrobrás RPBC, deveriam ocorrer para viabilizar a implantação e operação da Unidade de cogeração de energia.

4.1.4 – Emissões de poluentes

Os dados constantes na análise técnica do empreendimento demonstravam a seguinte situação na troca da taxa de emissão de poluentes.

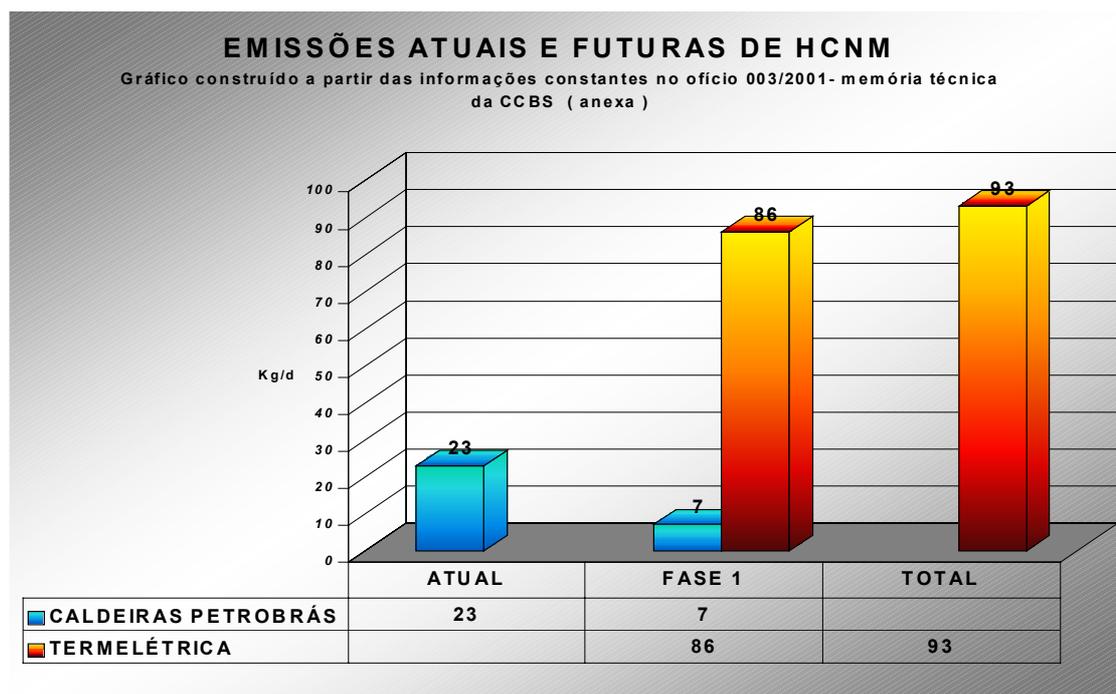


FIGURA 20 – Emissões de HCNM – Hidrocarbonetos Não-Metanos (MPESP, 2001a).

A emissão atual das seis caldeiras da Petrobrás é de 23 Kg/d de hidrocarbonetos não metanos (HCNM), poluentes precursores do Ozônio. Com a desativação das três caldeiras da Petrobrás e a operação da Fase 1 da Termelétrica, as emissões de poluentes passariam a ser provenientes dos seguintes equipamentos: 1 turbina, 1 caldeira de recuperação e 3 caldeiras restantes da Petrobrás, o que representaria uma emissão, somente neste sistema, de 93Kg/dia de hidrocarbonetos não metanos na atmosfera de Cubatão.

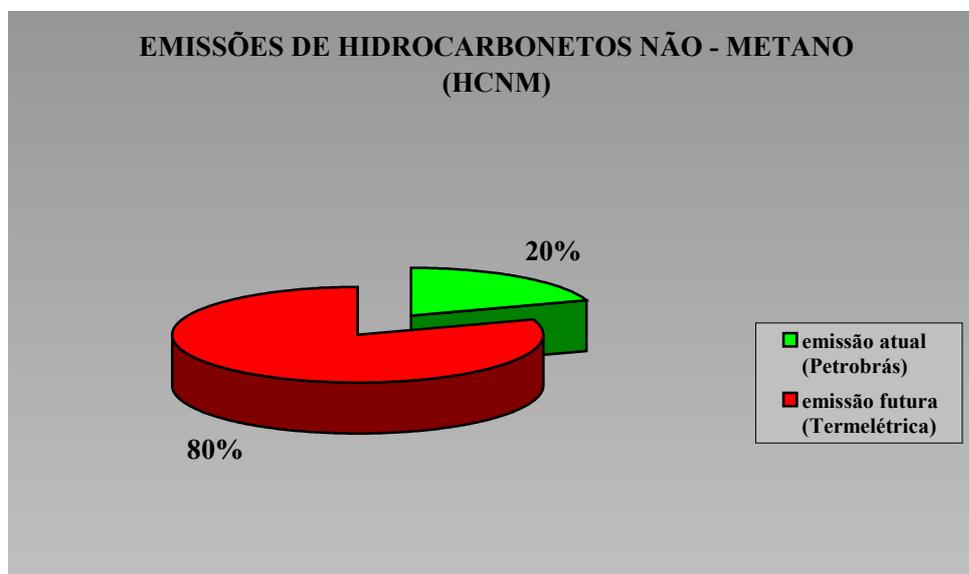


FIGURA 21 - Porcentagem de HCNM (Adaptada do EIA/ RIMA CCBS, 2000).

A figura acima demonstra que a implantação da Termelétrica iria acrescentar na atmosfera de Cubatão, uma quantidade de hidrocarbonetos metano 80% superior a emitida pelas caldeiras da Petrobrás, o que ensejaria compensação da taxa de emissão desse poluente.

Fato similar acontece com as emissões de Hidrocarbonetos Metano (HCM), conforme indicado na figura seguinte.

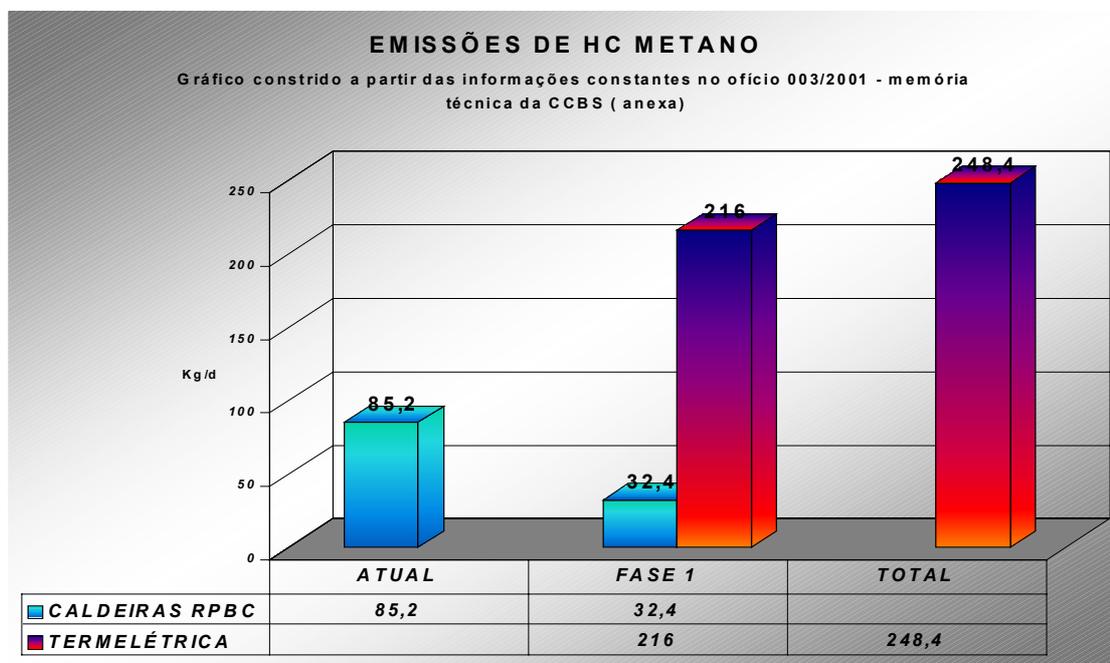


FIGURA 22 – Emissões de HCM – Hidrocarbonetos Metanos (MPESP, 2001_a).

Nota-se nesse caso, que a emissão das seis caldeiras da Petrobrás era de 85,2 Kg/d de Hidrocarbonetos metanos (HCM), precursores do Ozona ou Ozônio. Com a desativação das três caldeiras da Petrobrás e a operação da Fase 1 da Termelétrica, cuja emissão da turbina representaria um acréscimo de 216 kg/d, haveria emissões de poluentes provenientes dos seguintes equipamentos: 1 turbina, 1 caldeira de recuperação e 3 caldeiras restantes da Petrobrás, o que representaria uma emissão, somente neste sistema, de 248,4 Kg/dia de hidrocarbonetos metanos na atmosfera de Cubatão.

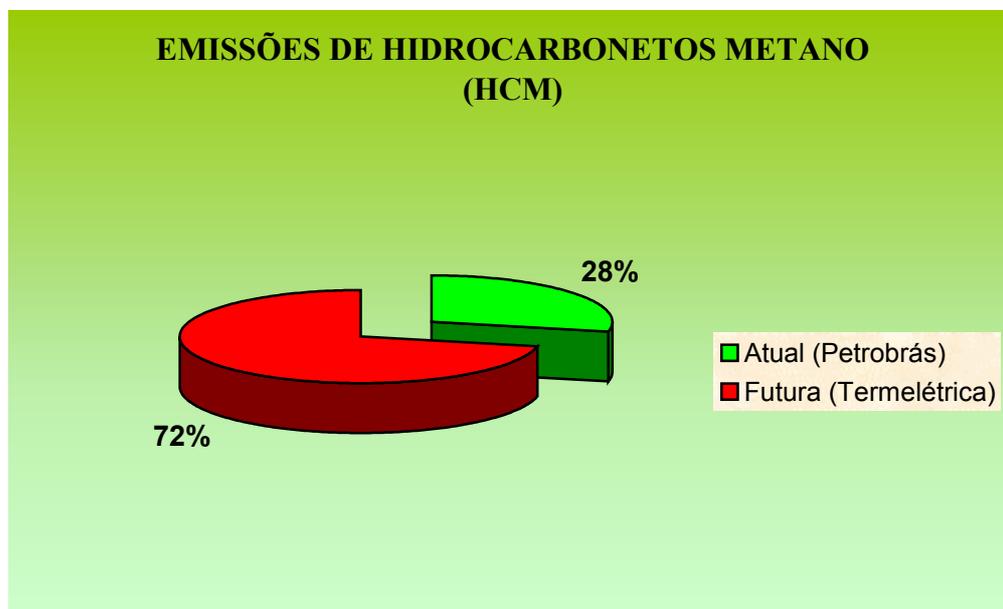


FIGURA 23 - Representação percentual entre as emissões de HCM das caldeiras da Petrobrás e turbinas da Termelétrica (Adaptada do EIA/ RIMA CCBS, 2000).

Observa-se nesse caso, que a implantação da Termelétrica representaria uma emissão adicional de hidrocarbonetos metano na atmosfera da ordem de 72% das emissões da Petrobrás, o que ensejaria compensação da taxa de emissão desse poluente.

Na figura seguinte uma visão global comparativa entre as principais emissões de poluentes da termelétrica e das caldeiras da Petrobrás.

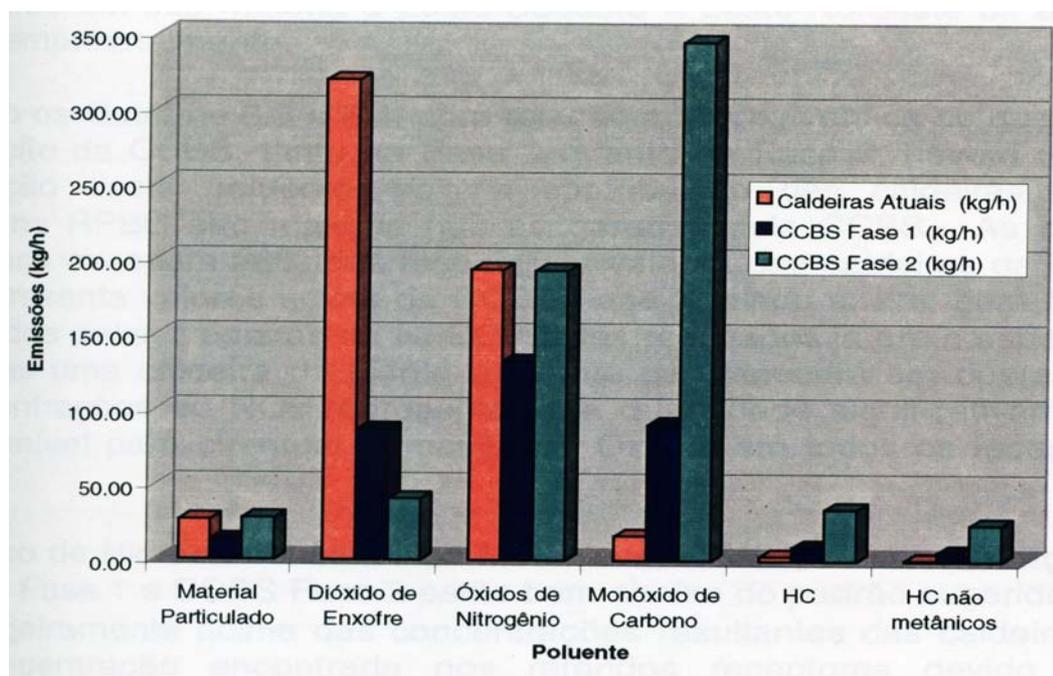


FIGURA 24 – Comparação entre as emissões da Termelétrica e Caldeiras da Petrobrás (EIA/ RIMA CCBS, 2000).

Analisando a figura 24 observa-se que o ganho na taxa de emissão ocorreria somente com o poluente dióxido de enxofre, ficando os poluentes de maior interesse na análise da compensação ambiental, como óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, ambos precursores da formação do ozônio, sem nenhum ganho na taxa de emissão.

Para o poluente material particulado e óxidos de nitrogênio, a compensação ocorreria na proporção 1:1, não atendendo aos dispositivos da Lei Federal 6938 que prevê a melhoria e recuperação do meio ambiente. Para as outras emissões de poluentes indicadas, como no caso dos hidrocarbonetos não metano e monóxido de carbono, a compensação das taxas de emissão também não ocorreria, conforme observado na figura seguinte.

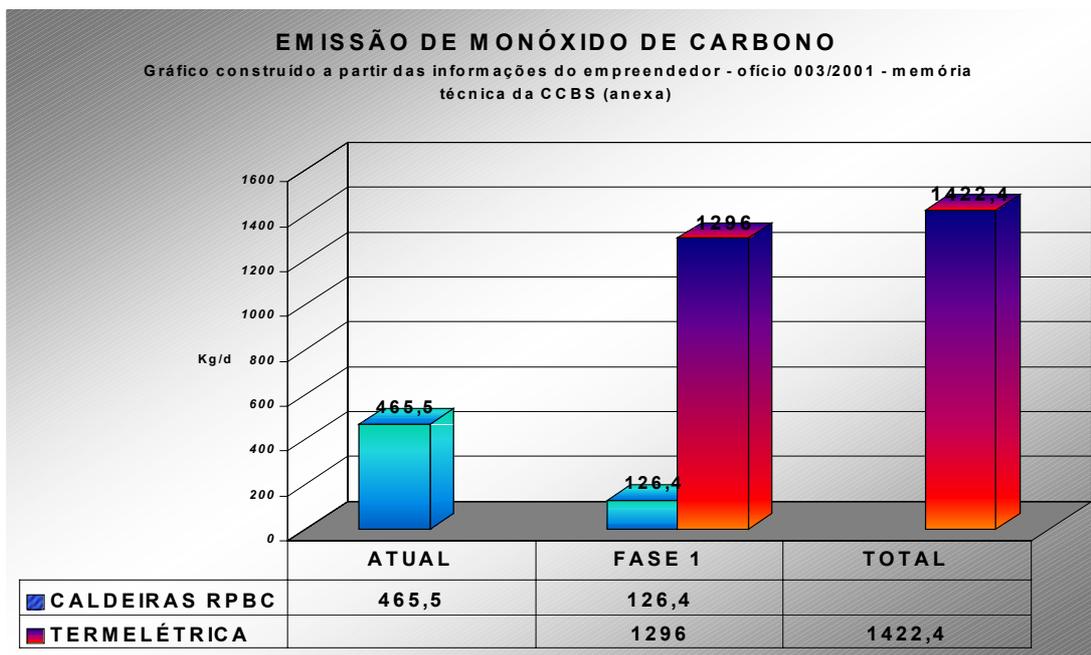


FIGURA 25 – Emissões (kg/dia) de monóxido de carbono (MPESP, 2001_a).

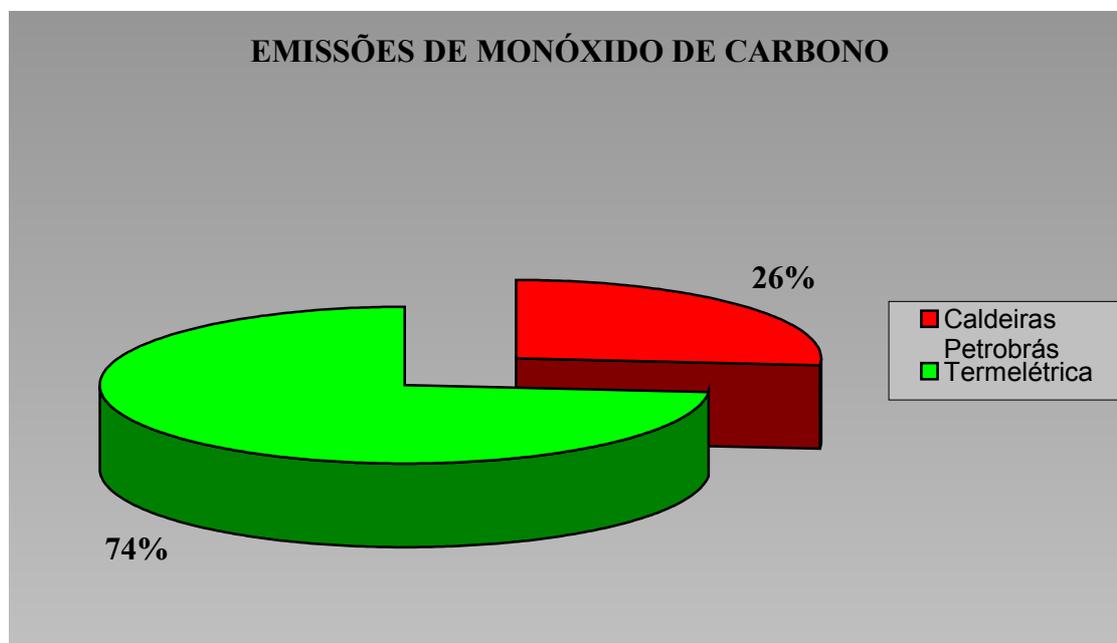


FIGURA 26 – Representação percentual entre as emissões das caldeiras da Petrobrás e turbinas da Termelétrica (Adaptada do EIA/ RIMA CCBS, 2000).

Observa-se, na Fase 1 do empreendimento, que as emissões de monóxido de carbono, provenientes da termelétrica, seriam 74% superiores as atualmente emitidas por todas as caldeiras da Petrobrás RPBC (1296 Kg/d). Esta diferença tende a aumentar, na fase 2, para 2592 Kg/d, e, na fase 3, para 3629 Kg/d.

Embora não sendo o Monóxido de Carbono um poluente saturado na região de implantação do empreendimento, observa-se, na Lei Federal n.º 6938 de 31 de Agosto de 1981, que preventivamente haveria necessidade de controle para esse poluente, todavia não contemplado no projeto do empreendimento.

Sendo Cubatão uma região saturada de ozônio, apresentando uma condição topográfica e climática prejudicial à dispersão dos poluentes na atmosfera, inclusive devido às constantes inversões térmicas, e considerando os dados de emissão de poluentes provenientes das fontes de poluição existentes no interior da bolha imaginária colocada sobre a Petrobrás RPBC e o acréscimo dessa emissão de poluentes, caso ocorresse a implantação da termelétrica sob essa mesma bolha; fica configurado que o modelo de compensação ambiental (Conceito Bolha) não foi atingido, sequer na proporção de 1:1, transgredindo o disposto no Artigo 2º da Lei Federal n.º 6938, de 31 de agosto de 1981 que prevê a melhoria, recuperação e preservação da qualidade ambiental.

4.1.5 – Análise Crítica

A análise do processo de licenciamento da Termelétrica Central de Cogeração da Baixada Santista revela uma série de falhas técnicas, legais e conceituais que seriam determinantes para impedir a implantação do empreendimento ou condicionar seu licenciamento à compensação das taxas de emissão dos poluentes, quais sejam:

- Não foi adotado na íntegra o critério de compensação ambiental (Conceito Bolha) aplicado anteriormente pela Agência Ambiental da CETESB em Cubatão, no licenciamento de novas unidades industriais.

- A região central de Cubatão é legalmente saturada por ozônio e entre as emissões de poluentes previstas na operação da termelétrica encontram-se os óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos não-metano, ambos precursores de oxidantes fotoquímicos.
- O projeto da termelétrica foi concebido para operar com turbinas de baixa emissão de NO_x, porém sem os necessários equipamentos de controle de poluentes para as emissões subseqüentes, largamente empregados nos Estados Unidos.
- No geral, observa-se que o critério adotado pela CETESB em Cubatão nos demais casos de licenciamento, com base no Conceito Bolha, mesmo que fosse aplicado na íntegra, trocaria as taxas de emissão de poluentes na proporção de 1:1, deixando de atender a Legislação Brasileira (Lei Federal n. ° 6938 de 31 de agosto de 1981), que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente. Em síntese, o que se nota é a manutenção das taxas de emissão de poluentes tidas como saturadas, sem qualquer avanço no sentido de reduzi-las dentro da bolha imaginária.
- As estimativas das emissões de monóxido de carbono das turbinas e das caldeiras de recuperação da Termelétrica, são superiores as emissões das caldeiras que seriam desativadas na área da Petrobrás.
- As emissões de óxidos de nitrogênio apresentadas pelo empreendedor foram questionadas pelo Ministério Público por terem sido obtidas dos fabricantes das turbinas. Somente as demais emissões (monóxido de carbono, hidrocarbonetos, material particulado e dióxido de enxofre) foram estimadas através de dados oficiais da Agência Ambiental dos Estados Unidos.

4.2 – Unidade de Produção de Negro de Fumo de Paulínia

O segundo caso estudado refere-se à Unidade de produção de Negro de Fumo da empresa Degussa Hulls, implantada no Município de Paulínia – SP. Dos três casos estudados este é o único cujo empreendimento obteve a licença de instalação e operação da CETESB, foi construído e encontra-se em funcionamento.

4.2.1 – Características da Região

Localizada a nordeste do Estado de São Paulo, Paulínia dista apenas 118 km da Capital, possuindo por isso situação geográfica privilegiada. Suas raízes remontam originalmente da doação, pelo reino de Portugal em 1796, de uma sesmaria no local por onde passam os rios Atibaia e Jaguari.

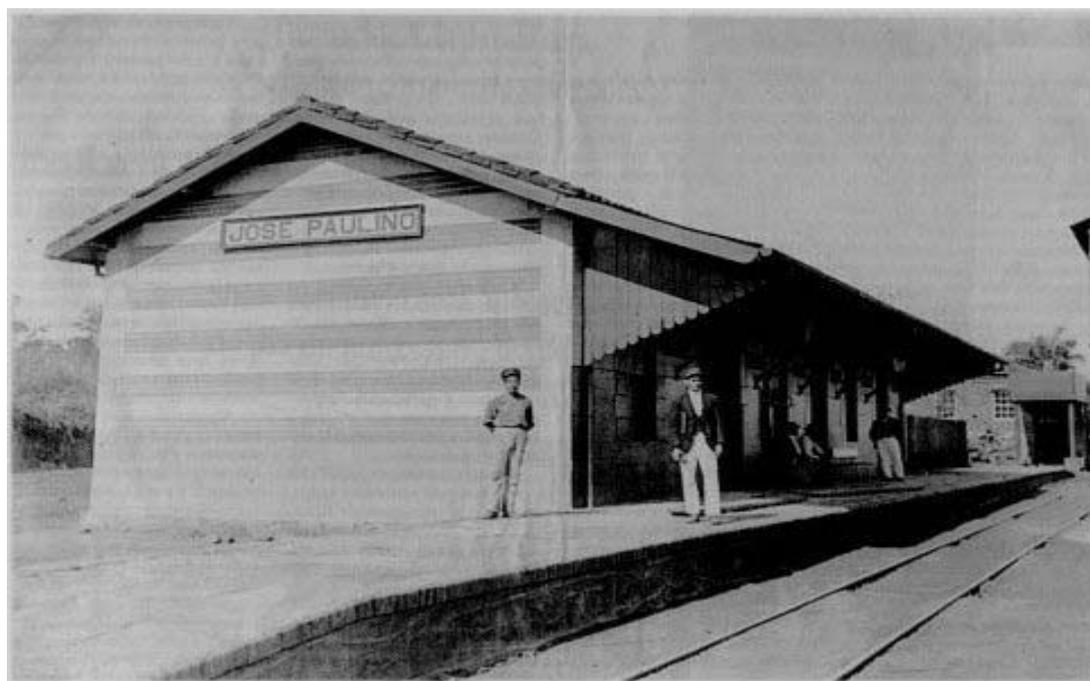


FIGURA 27 – Estação Ferroviária José Paulino (PMP, 2004)

Devido à antiga estação ferroviária José Paulino, da estrada de ferro Sorocabana, cuja inauguração data de 1899 e por onde era feito o escoamento da produção cafeeira até o porto de Santos, deu-se início o povoado de Paulínia, permanecendo até a sua emancipação, em 28 de Fevereiro de 1964.

A inauguração da Refinaria de Paulínia, (REPLAN) em 12 de maio de 1972, atraiu várias outras empresas para a região. Segundo dados da Prefeitura de Paulínia, existem aproximadamente 107 indústrias no Município.

Dentre as principais indústrias de Paulínia, nos setores químico, petroquímicos e refino de petróleo podem ser citadas:

- Rhodia Brasil Ltda e Rhodiaco Indústrias Químicas Ltda.
- Petróleo Brasileiro S/A – REPLAN.
- Galvani S/A.
- Bann Química Ltda.
- Orsa S/A – Papel, Papelão e Embalagem.
- Du Pont do Brasil Ltda.
- Zeneca do Brasil S/A.
- Chevron do Brasil Ltda.
- Hércules do Brasil – Produtos Químicos Ltda.
- Companhias distribuidoras de gás liquefeito de petróleo.
- Companhias distribuidoras de derivados líquidos de petróleo.

O Município de Paulínia é hoje considerado como uma das regiões mais industrializadas do interior do Estado de São Paulo, pois possui grandes empreendimentos nos setores químicos, petroquímicos, refino e distribuição de petróleo.

No setor comercial, Paulínia dispõe de aproximadamente 580 estabelecimentos, dentre os quais se destacam:

- Asfaltos Vitória Ltda.
- Distribuidora Brasileira de Asfalto S/A – DISBRAL.
- Ipiranga Asfaltos S/A.
- Cia. Ultragás S/A.
- Copagas Distribuidora de Gás Ltda.
- Minasgás S/A - Distribuidora de Gás Combustível.
- Onogás S/A Comércio e Indústria.
- Petrogás Distribuidora de Gás S/A.
- Supergasbrás Distribuidora de Gás Ltda.

- Exxon Química Ltda.
- Shell Brasil S/A.
- Companhia Brasileira de Petróleo Ipiranga.
- Esso Brasileira de Petróleo Ltda.
- Hudson Brasileira de Petróleo Ltda.
- Petrobrás Distribuidora S/A.
- Texaco do Brasil S/A Produtos de Petróleo.

No município de Paulínia, estão instaladas cerca de 380 propriedades Agrícolas, dentre as quais se destacam:

- Agrícola Monte Carmelo S/A.
- Cacique Agrícola S/A.

De acordo com o censo do IBGE em 2000, a população residente em Paulínia foi estimada em 51242 habitantes, sendo 50677 em zona urbana e 25 646 em zona rural.

4.2.2 – Qualidade do ar da região de Paulínia

De acordo com a empresa de consultoria JGP (1999), para caracterização da qualidade do ar no município de Paulínia, foi realizada uma campanha de medição, somente para os poluentes fumaça e dióxido de enxofre, no período compreendido entre 02 de junho a 14 de agosto de 1988.

Paulínia apresentou média anual para o poluente dióxido de enxofre (SO₂) que oscilaram ligeiramente acima da metade do referido padrão. O padrão primário diário foi atendido por larga margem nesse período, de forma que a qualidade do ar, com referência ao SO₂ pode ser qualificada como boa.

A CETESB também realizou uma campanha para avaliação da qualidade do ar no município de Paulínia, visando a esclarecer alguns aspectos de poluição do ar da região através da medição de parâmetros não monitorados sistematicamente pela rede de avaliação de qualidade do ar do interior do Estado de São Paulo. Os resultados indicaram ultrapassagens dos padrões de qualidade do ar para o poluente ozônio (O₃)

em três ocasiões 1989, 1992 e 1998. O ozônio foi ultrapassado em 19 dias, com qualidade inadequada em 12 dias e má em 7 dias, e o padrão diário de partículas inaláveis ultrapassado por 9 dias, com qualidade inadequada. O valor máximo encontrado ultrapassou o padrão primário ($160\mu\text{g}/\text{m}^3$), enquadrando o parâmetro de qualidade do ar em Má ($>200\ \mu\text{g}/\text{m}^3$).

A origem das altas concentrações de Ozônio na baixa camada da atmosfera de Paulínia é atribuída às fontes de emissão de hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio provenientes de Campinas e as existentes na própria região, neste caso representadas primordialmente pelas emissões de da Petrobrás e Rhodia.

Clemente (2000) realizou avaliação da qualidade do ar baseado no modelo matemático ISC3 na área de influência das fontes de Paulínia e constatou a existência de regiões críticas (Jardim Leonor, Alto de Pinheiros e CDHU), cujas concentrações dos poluentes dióxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio ultrapassam o limite do Padrão Nacional de Qualidade do Ar em termos de concentrações médias anuais.

A região central de Paulínia, a região de pastagem e a região de cultura anual, denotadas por C, D, E, respectivamente, (indicadas na figura seguinte), sempre ultrapassam o limite do padrão de qualidade do ar, em termos de máxima concentração na média horária, para o poluente óxido de nitrogênio.

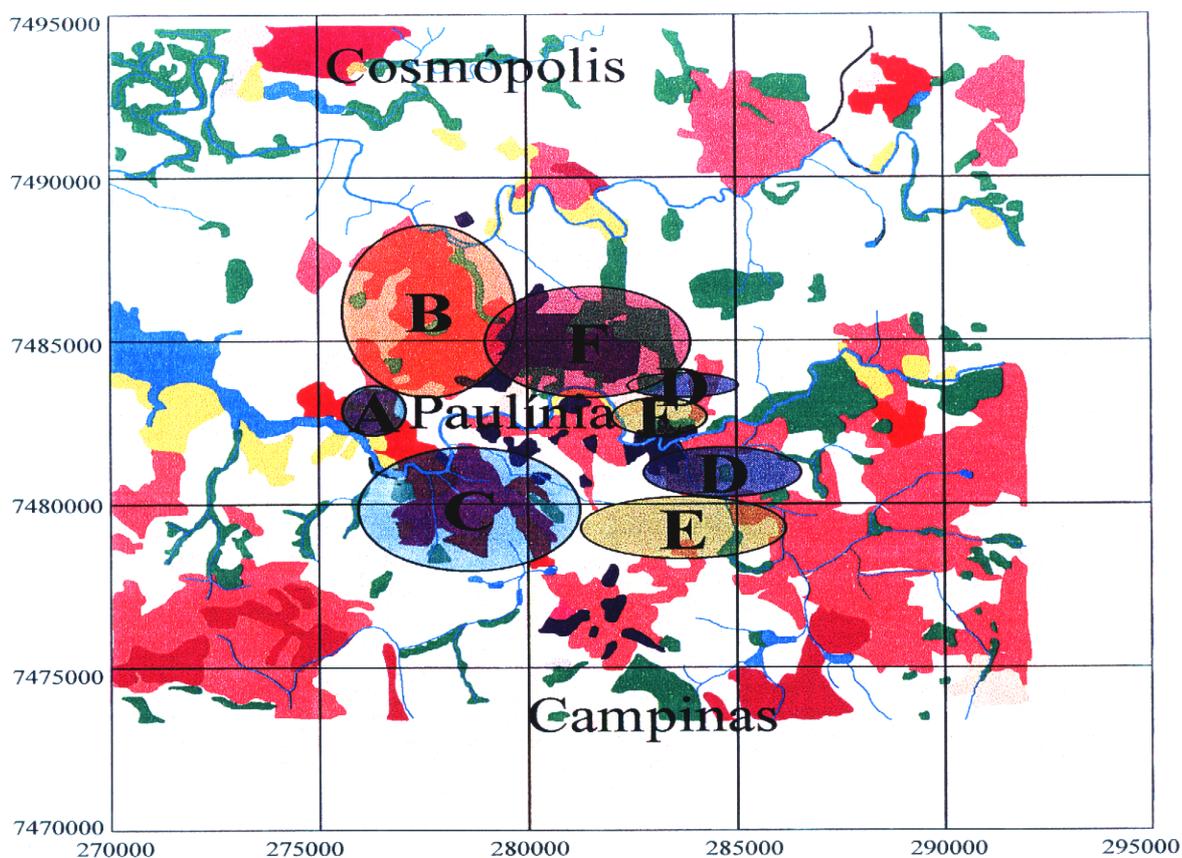


FIGURA 28 – Mapa de uso e ocupação do solo do Município de Paulínia dividido em sub-áreas (CLEMENTE, 2000).

4.2.3 – Descrição do empreendimento

A unidade de produção de Negro de Fumo da empresa Degusa Huls, foi implantada na localidade denominada “Sítio Tambaú”, no bairro Monte Alegre, dentro do perímetro urbano do Município de Paulínia. O terreno do empreendimento possui uma superfície total de 272.430,00 m², dos quais 20.000 m² correspondem à área construída. Tem capacidade de produção de 50.000 t/ano de Negro de Fumo, utilizando como matéria prima principal óleo raro e gás natural, fornecido através dos dutos da Refinaria da Petrobrás REPLAN em Paulínia, e de um ramal de gasoduto Brasil-Bolívia GASBOL, respectivamente. A unidade de Negro de Fumo foi implantada a partir do ano de 2000, entrando em operação em 2002.



FIGURA 29 – Fábrica de Negro de Fumo instalada no Município de Paulínia (2002).

De acordo com a JGP (1999), o negro de fumo é produzido através da decomposição térmica dos hidrocarbonetos, processo conhecido como craqueamento.

Neste sistema, o ar de combustão passa por um pré-aquecedor, antes de entrar na câmara de combustão do reator. Por sua vez, o óleo, inicialmente estocado em tanques de armazenamento, também passa por um pré-aquecedor, seguindo ao reator.

A reação é realizada em altas temperaturas obtidas pela combustão do gás natural. Completando a reação de craqueamento, o Negro de Fumo é carregado pela corrente de gás e resfriado por injeção direta de água. Cerca de 50% de enxofre contido no óleo fica incorporado ao produto.

Uma vez reduzida à temperatura para 280°C, a corrente de produto passa por um conjunto de filtros de tecido, de onde os efluentes gasosos são transferidos aos secadores, para utilização como combustível e parte encaminhada ao “Flare”, para queima e emissão final na atmosfera.

De acordo com a SMA (2000), a principal fonte geradora de efluente líquido será proveniente da limpeza de áreas de trabalho, uma vez que no processamento não há emissão.

Os resíduos sólidos de negro de fumo podem ser classificados como não inertes – Classes II, segundo a Norma NBR – 10.004/87 da ABNT.

4.2.4 - Emissões de poluentes

As fontes de emissão atmosférica do processo de fabricação de Negro de Fumo estão presentes nos reatores, secadores, transportadores pneumáticos e secadores de duas linhas de produção, gerando efluentes contendo vários poluentes, entre os quais dióxido de enxofre, monóxido de carbono, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos.

As principais fontes de poluição são os reatores das duas unidades de Negro de Fumo, cujos efluentes são enviados continuamente para queima no Flare.

A estimativa de emissão de poluentes, constante no Memorial de Caracterização do Empreendimento da CETESB, são representadas na tabela seguinte.

TABELA 6 – Caracterização das fontes de poluição do ar das unidades de Negro de Fumo (Adaptada do EIA/RIMA JGP, 2000).

PROCESSO NEGRO DE FUMO	FONTES DE POLUIÇÃO	POLUENTES	EMIÇÃO (t/ano)	CHAMINÉS
LINHA 1	REATOR	NO _x	14,75	1
		HCNM	5,5	
		SO ₂	994,37	
		Mp	10,88	
		Co	456,9	
LINHA 2	REATOR	NO _x	9,88	5
		HCNM	3,71	
		SO ₂	831,95	
		MP	9,23	
		CO	299,0	
LINHA 1/2	SECADORES DAS LINHAS ½	NO _x	203,29	2/6
		HCNM	7,62	
		SO ₂	999,71	
		MP	10,72	
		CO	20,3	
LINHA 1	SECADOR 1	MP	0,33	3
LINHA 1	TRANSPORTE PNEUMÁTICO 1	MP	11,83	4
LINHA 2	SECADOR 2	MP	0,28	7
LINHA 2	TRANSPORTE PNEUMÁTICO	MP	1 0,32	8

Com o objetivo de melhor ilustrar as cargas (kg/d) de poluentes lançados na atmosfera, foram construídos os seguintes gráficos:

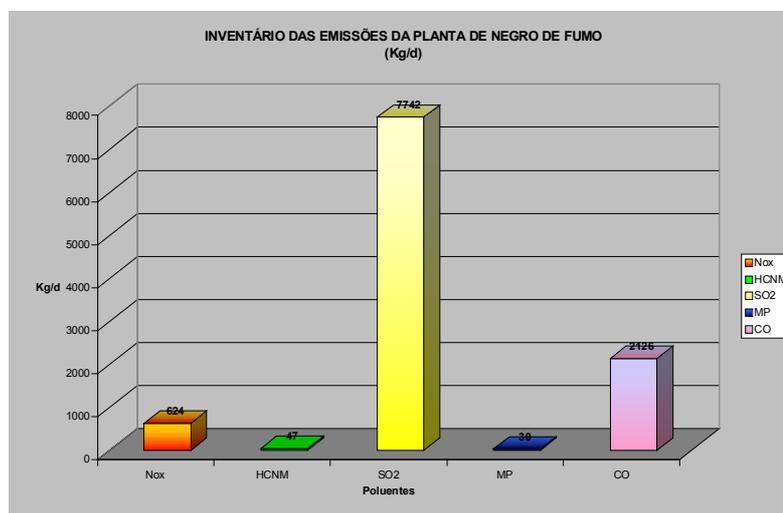


FIGURA 30 – Estimativa das emissões de poluentes da Unidade de Negro de Fumo (adaptada da JGP, 2000).

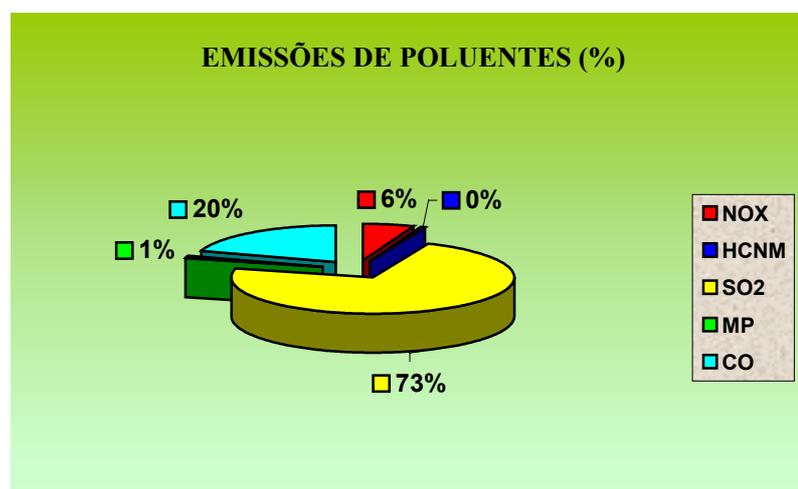


FIGURA 31 – Porcentagem das emissões de poluentes da Unidade de Negro de Fumo (Adaptada da JPG 2000).

Observa-se que o empreendimento apresenta emissões de poluentes percussores da formação de ozônio (óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos).

Segundo a consultoria JGP (1999), o processo de Licenciamento da Unidade de Negro de Fumo da empresa Degussa Hulls, junto à Secretaria do meio Ambiente do Estado de São Paulo, iniciou-se através de um Relatório Ambiental Prévio (RAP), concluído em 1988. Nele os principais impactos associados ao empreendimento foram detalhados em nível compatível com o EIA.

Os estudos de dispersão de poluentes para a nova planta apoiaram-se no Modelo Matemático de Dispersão de Poluentes ISC3 View, aceitos pela USEPA e normalmente usados em processo de licenciamento ambiental dos Estados Unidos.

Os resultados indicaram que, mesmo em situação mais crítica de dispersão, a contribuição da Degusa será inferior ao Padrão de Qualidade do Ar, segundo critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA 3/90, apresentada na tabela 3 do item 2.6.

De acordo com o Parecer Técnico Complementar da Secretaria do Meio Ambiente, elaborado em atendimento ao questionamento efetuado pelo Ministério Público sobre as emissões de óxidos de nitrogênio, haverá um incremento de emissão de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos advindos da instalação da Degussa e embora não sejam significativos em relação às emissões existentes em Paulínia, podem levar a um leve aumento nas concentrações de ozônio.

Como forma de viabilizar implantação de um empreendimento que irá contribuir com o aumento dos níveis de emissão de óxidos de nitrogênio, a Secretaria do Meio Ambiente exigiu do empreendedor, a aplicação de 2% (dois por cento) do valor a ser investido na planta industrial, para implementação de programas que visem acompanhar a qualidade do ar e das águas superficiais da região.

4.2.5 – Análise crítica

A análise do processo de licenciamento revela uma série de falhas técnicas, legais e conceituais que seriam determinantes para impedir a implantação do empreendimento ou condicionar seu licenciamento à compensação das taxas de emissão dos poluentes, primordialmente óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, quais sejam:

- A área escolhida para implantação do empreendimento encontra-se em região saturada por ozônio, no entanto, este poluente e os seus

percussores (óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos) não foram contemplados no EIA/RIMA, exigindo estudos complementares em função dos questionamentos do Ministério Público;

- Os estudos complementares indicaram um acréscimo de emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) e Hidrocarbonetos, advindo da instalação da Unidade de Negro de Fumo, que poderiam levar a um leve aumento nas concentrações de ozônio na atmosfera. Mesmo diante desse impeditivo legal, a Secretaria do Meio Ambiente considerou o empreendimento ambientalmente viável, infringindo desta forma o disposto no artigo 42 do Regulamento da Lei Estadual 997/76 e a Lei Federal 6938.
- O empreendimento (Unidade de Negro de Fumo) apresenta emissões de óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, poluentes precursores do ozônio. Não foi exigida a compensação ambiental desses poluentes.
- O empreendedor indicou o “Flare” como alternativa de controle da poluição do ar, sendo aceito pela Secretaria do Meio Ambiente e CETESB, apesar de não ser considerado um equipamento de controle de poluição do ar. O “Flare” é tido como equipamento de segurança para atuar em situações de emergência ou eventuais purgas de equipamentos, permanecendo, portanto, fora de operação na maioria do tempo. Além disso, apresenta baixa eficiência (98%) de processamento dos poluentes e gera outros poluentes entre os quais dióxido de nitrogênio e hidrocarbonetos, precursores da formação de ozônio na baixa camada da atmosfera, o que o torna uma fonte de poluição potencial, principalmente no presente caso, onde a queima de gás se dará de forma ininterrupta 24h/dia.
- O estudo de dispersão de poluentes na atmosfera (modelo matemático de simulação da qualidade do ar ISCST3 - Industrial Source Complex Short Term – Versão 3, contemplado no EIA/RIMA, foi realizado somente para os poluentes (dióxido de enxofre e material particulado), poluentes não saturados e, portanto, não determinantes no processo de licenciamento de área saturada por ozônio. O modelo indicou que as

concentrações máximas de SO₂ e Material Particulado encontram-se abaixo do padrão de qualidade e, equivocadamente, esses foram considerados como poluentes determinantes para aprovação do empreendimento;

- A Secretaria do Meio Ambiente, a CETESB e o Empreendedor não procuraram verificar a existência de estudos realizados pelas Universidades. CLEMENTE (2000) realizou através da UNICAMP, uma avaliação da qualidade do ar de Paulínia, baseado no modelo matemático ISC3 na área de influência das fontes de Paulínia e constatou a existência de regiões críticas (Jardim Leonor, Alto de Pinheiros e CDHU), cujas concentrações dos poluentes dióxidos de enxofre e óxidos de nitrogênio ultrapassam o limite do Padrão Nacional de Qualidade do Ar, em termos de concentrações médias anuais. A região central de Paulínia, a região de pastagem e a região de cultura anual ultrapassam o limite do padrão de qualidade do ar em termos de máxima concentração na média horária para o poluente óxido de nitrogênio. Este estudo reforça a necessidade de compensação das taxas de emissão de óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e até mesmo de dióxido de enxofre.
- A compensação ambiental exigida pela Secretaria do Meio Ambiente se limitou à aplicação pelo empreendedor de 2% (dois por cento) do valor a ser investido na planta industrial, para implementação de programas que visem acompanhar a qualidade do ar e das águas superficiais da região. A compensação tem por objetivo minimizar o impacto ambiental, o que só é conseguido pela redução das taxas de emissão dos poluentes na atmosfera e não pelo monitoramento da qualidade do ar e das águas, conforme proposto pelo Órgão Ambiental. Neste caso não foi aplicada a compensação das taxas de emissão “Conceito Bolha” e a compensação ambiental exigida pela SMA deixa a impressão de venda de licença.

4.2.6 – Simulação

Fazendo uma simulação da aplicação do Conceito bolha, compensando as emissões acima da proporção de 1:1 (no caso 1:2, como proposto pelo autor) e, levando em consideração os poluentes saturados observados no estudo da CETESB e UNICAMP, obteve-se o seguinte cenário de compensação:

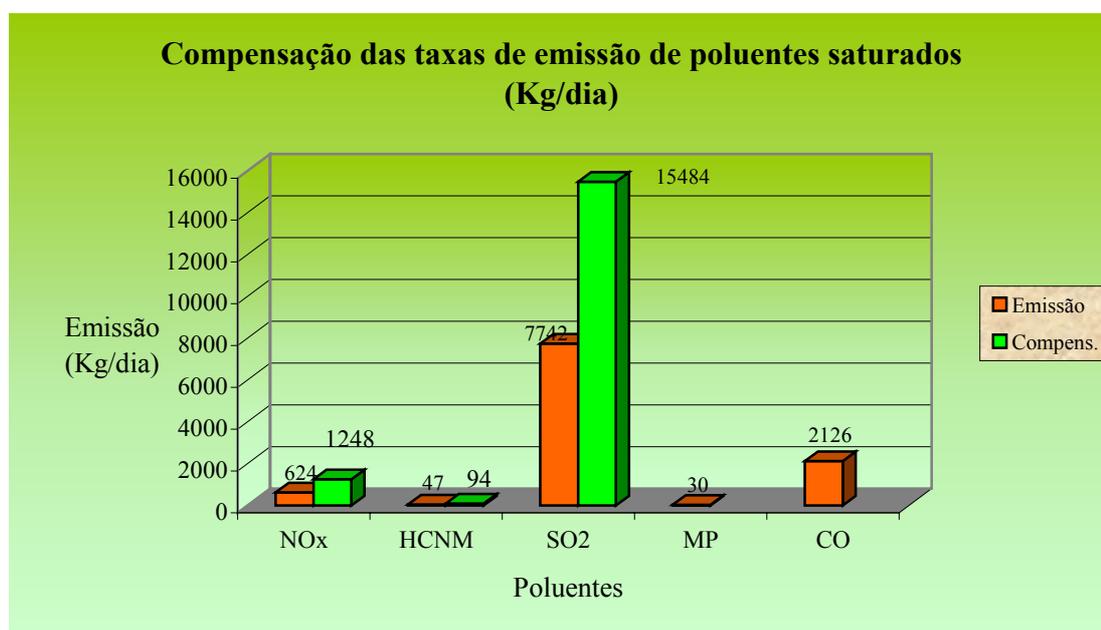


FIGURA 32 – Aplicação do “Conceito Bolha” na planta de Negro de Fumo.

OBS: Por tratar-se de um empreendimento novo, portanto sem a existência de créditos para compensação das taxas de emissão de poluentes, haveria necessidade do empreendedor recorrer ao comércio das emissões com outros empreendimentos situados na mesma bacia aérea. Essa troca de emissão deveria ser realizada entre poluentes similares. Pela legislação como a bacia aérea não é saturada em SO₂ a compensação seria feita em NO_x e Hidrocarbonetos.

4.3 – Usina Termelétrica Carioba II de Americana

O terceiro estudo de caso, refere-se ao projeto da usina de cogeração de energia para produção de 945 MW, anteriormente (1999) apresentada para produção 1200 MW de energia, pelo Consorcio SHELL Brasil, INTERGEM e a Companhia Paulista de Força e Luz.

4.3.1 – Características da Região

A cidade de Americana originou-se de um núcleo rural do Município de Santa Bárbara D' Oeste, situado a oeste do Ribeirão do Quilombo, afluente do Rio Piracicaba. Com a inauguração da estação ferroviária, em 27 de Agosto de 1875 pela Companhia Paulista, o bairro passou a se desenvolver, dando origem à cidade de Americana.

Ainda nesse ano, Antônio e Augusto de Souza Queiroz e Willian Putney Ralston, inauguraram uma tecelagem de algodão situada na fazenda São Domingos, atual Carioba. Esta fábrica, uma das três primeiras tecelagens do estado de São Paulo, foi o embrião do parque de vocação têxtil da cidade.

Os obstáculos representados pela ferrovia e pelo ribeirão levaram o município a crescer em direção de Santa Bárbara d'Oeste, ultrapassando os limites do município, iniciando um processo de conurbação, caracterizado pela junção das duas áreas urbanas.

Atualmente, as duas cidades compõem umas manchas urbanas contínua, cujos principais eixos de ligação são constituídos pela Rodovia Luiz de Queiroz e a Avenida Santa Bárbara.

De acordo com o IBGE o Município de Americana apresentou em 1996 uma população total de 167.965 habitantes.

Segundo o Cadastro Central de Empresas do IBGE, em 1996 operavam no município de Americana cerca de 6710 empresas, das quais, 6507 eram nele sediadas. Apesar do parque industrial ser bastante diversificado (indústria dos setores mecânicos, metalúrgicos, mobiliários, químicos, gráficos, etc.) os grandes destaques são do setor têxtil e o setor de confecções.



FIGURA 33 – Vista do Município de Americana com detalhe do local de implantação da Usina Termelétrica Carioba II (ERM, 2001).



FIGURA 34 – Detalhe da proximidade existente entre a zona industrial e residencial de Americana. (PMA, 2004).

4.3.2 - Qualidade do ar da região de Americana

A área de influência direta do empreendimento possui uma estação manual de monitoramento da qualidade do ar, situada no centro do município de Americana. Esta estação faz parte da rede manual de monitoramento da CETESB, composta de 19 estações instaladas no interior e litoral do Estado para acompanhamento de dióxido de enxofre e fumaça.

Ressalta-se que os poluentes: partículas totais em suspensão (PTS), monóxido de carbono (CO), Ozônio (O₃), partículas inaláveis (PI) e dióxido de nitrogênio (NO₂) são os parâmetros regulamentados que compõem os padrões nacionais de qualidade do ar, fixados na Resolução CONAMA n.º 3, de 28/06/90, mas não são contemplados pela rede de monitoramento.

De acordo com ERM (2001) no EIA/RIMA da Usina Termelétrica Carioba 2 foram utilizados dados obtidos do Relatório de Qualidade do ar da CETESB de 1998, referente ao parque D.Pedro II em São Paulo, distante cerca de 130 Km do local escolhido para implantação do empreendimento.

TABELA 7 – Dados de monitoramento da qualidade do ar no parque D. Pedro II - Adaptado do EIA/RIMA da Usina Termelétrica Carioba II (ERM, 2001).

Poluentes/ ano	94	95	96	97	98
PTS	125	116	112	116	93
CO	5,4	5,1	-	3,3	2,9
O ₃	-	-	-	37	60
PI	67	89	64	60	55
NO ₂	-	-	-	62,0	64

De acordo com os documentos constantes no EIA/RIMA, a partir de janeiro de 2000, o empreendedor implementou um programa de monitoramento da qualidade do ar no entorno do local apontado como alternativa locacional da Usina Termelétrica Carioba II, para determinação das concentrações dos seguintes poluentes: material particulado ou sólido totais em suspensão (TSP), dióxido de enxofre (SO₂) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

Após 21 de julho de 2000 foram iniciadas as medições contínuas de ozônio (O₃). Os equipamentos para coleta de amostra foram instalados em três pontos designados A, B, C, definidos em função da direção predominante dos ventos da região.

- Ponto A – localizado na fazenda Moinho Azul, em ponto situado a 1950 metros ao norte e 4500 metros à leste da área de implantação do empreendimento;
- Ponto B – localizado na Usina Hidrelétrica de Cariobinha, em ponto localizado a 1900 metros ao sul e 4000 metros à leste da área de implantação do empreendimento;
- Ponto C – pátio da escola municipal (Rua Austrália, esquina com Rua China), em ponto localizado a 2000 metros ao sul e a 2775 à leste da área de implantação do empreendimento.

Esse monitoramento foi iniciado em 19 de janeiro de 2000 nos pontos A e B, e posteriormente, em 24 de fevereiro de 2000, iniciaram-se as coletas nos pontos C.

A frequência de coletas, em cada ponto, foi efetuada de 06 em 06 dias até meados de abril e, a partir daí, optou-se pela mudança dos equipamentos entre os pontos monitorados, e foi redefinida a periodicidade a cada 30 dias.

A partir de 21/07/2000 foi iniciada a medição contínua de ozônio nos pontos mencionados. Todos os dados obtidos pelo empreendedor mostraram-se inferiores ao Padrão de Qualidade do ar. Estes dados não foram aceitos pela CETESB.

De acordo com a ERM (2001), o fato de o Município de Americana não dispor de estações de monitoramento para caracterização do clima e da análise das condições meteorológicas levou a utilizar dados de estações situadas no Município de Piracicaba, Nova Odessa e Limeira.



FIGURA 35 – Mapa de localização do empreendimento e das respectivas estações meteorológicas (Adaptada do EIA/RIMA da Termelétrica Carioba II - ERM, 2001).

4.3.3 – Descrição do Empreendimento e emissão de poluentes

De acordo com a SMA (2000), a Usina de Geração de Energia Carioba II iria operar com 4 turbinas a gás, queimando gás natural em ciclo combinado, sem queima suplementar, com geração máxima de 945 MW. As estimativas das taxas de emissão apresentadas pela empresa foram baseadas em dados referentes às emissões garantidas pelo fabricante das turbinas.

TABELA 8 – Estimativa (kg/h) de emissão de poluentes das Termelétricas (Adaptada do EIA/RIMA - ERM, 2001).

CENÁRIO	POTENCIA (MW)	NO _x (1)	SO ₂	MP	CO	HC total (2)	HCNM
CARIOBA I	36	8,32	202,96	71,42	13,81	2,87	2,10
CARIOBA II	945	113,6	24,1	34,8	54,7	26,8	5,2

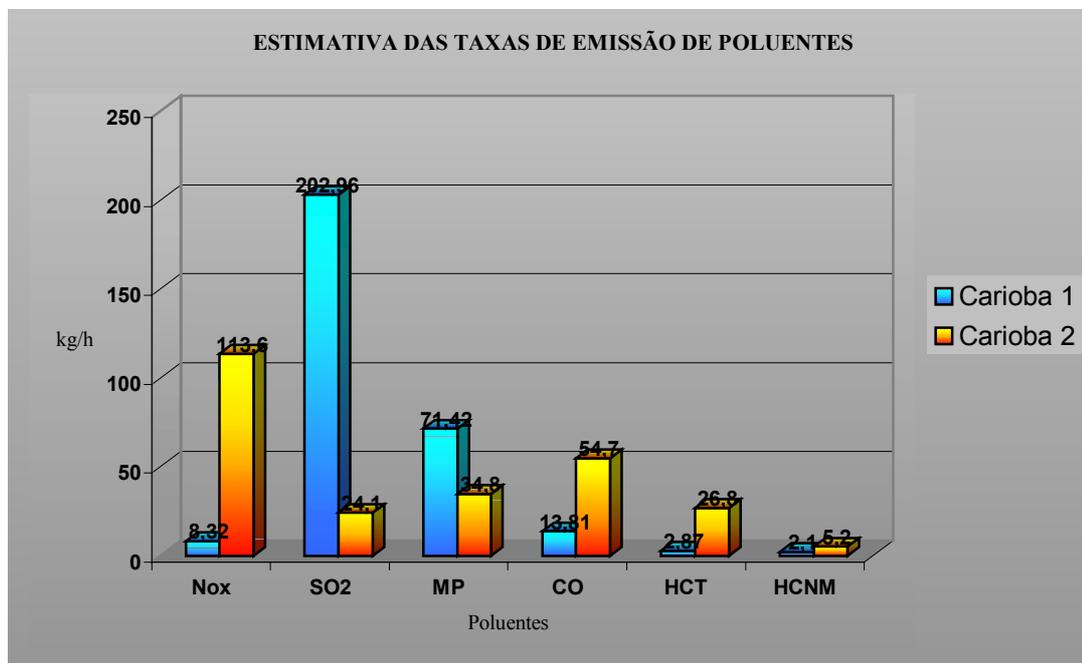


FIGURA 36 – Ilustração gráfica entre as emissões das Termelétricas Carioba I e Carioba II (Adaptado do EIA/RIMA - ERM, 2001).

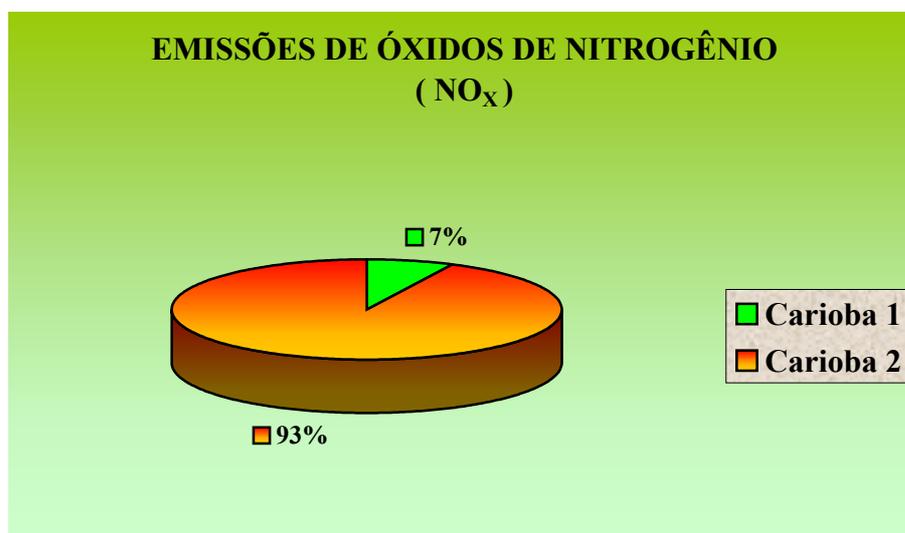


FIGURA 37 – Comparativo percentual das emissões das Termelétricas Carioba I e Carioba II (Adaptada do EIA/RIMA - ERM, 2001).

Comparando as emissões de Carioba I com as de Carioba II da figura 35, observa-se que as emissões de material particulado e dióxido de enxofre sofreram um decréscimo, enquanto que os demais parâmetros aumentaram.

Os resultados apresentados no estudo de dispersão de poluentes da Usina Carioba I e do empreendimento em licenciamento, Usina Carioba II, demonstram acréscimo de 93% na concentração do poluente óxido de nitrogênio.

De acordo com o Ministério Público, as estimativas de emissões apresentadas pelos empreendedores levaram em consideração os dados fornecidos e garantidos pelos fabricantes, os quais se basearam em resultados de testes feitos nos Estados Unidos, utilizando-se a queima de gás natural, cuja composição química não foi anexada ao Relatório EIA-RIMA.

Este aspecto assume especial importância técnica, pois os produtos resultantes da queima estão diretamente interligados à qualidade do combustível utilizado.

Sabe-se, por exemplo, que o gás natural importado da Bolívia possui mais do que o dobro de nitrogênio (cerca de 1,42 %) do que o gás natural da Bacia de Santos (cerca de 0,64%) (MPESP, 2001_b)

Estas limitações técnicas, para uma avaliação mais consistente, inclinam a concentrar atenções nos valores estimados a serem lançados pelas chaminés, e não tanto nas concentrações atmosféricas medidas sobre a cidade, cujas metodologias são distintas.

Nesta ótica, observa-se que as várias Termelétricas nos Estados Unidos, que adotaram equipamentos atenuadores de emissões, já estão operando em faixas de 2,5 ppm a 5 ppm, conforme informação da CEPA - Califórnia Environmental Protection Agency, ilustrada no Quadro 2.

Em contrapartida o modelo proposto para a UGE Carioba II ainda não incorpora todos os recursos referentes à “melhor tecnologia disponível”, conforme as exigências das leis brasileiras (Artigo 41 do Regulamento da Lei 997/76), apesar dos turbogeradores especificados serem de última geração.

QUADRO 2 – Controle requerido para emissão de óxidos de nitrogênio (NO_x) em ciclo combinado de geração de energia em turbina a gás (Adaptado da CEPA, 1999).

Nome da Usina Característica da Turbina a gás	Método de controle (NO_x)	Limite de Emissão (NO_x)
Sutter Power Plant Westinghouse 501F com dois queimadores auxiliares 170 MMBtu/h HRSG produzindo 170MW e Turbina a vapor produzindo 160MW	Combustão com baixo NO _x + Redução catalítica seletiva	2,5 ppmvd@ 15% O ₂ (média 3 hs)
Crockett Cogeneration General Eléctric PG7221 Turbina a gás com 349 MMBtu/hr e queimador auxiliar HRSG produzindo 240MW.	Duto de queima com baixo NO _x e combustão seca com baixo NO _x + Redução Catalítica Seletiva	5 ppmvd @ 15% O (média 3hs)
Portland General Electric Company General Electric (Frame 7FA) Turbina a gás com 99,8 MMBtu/hr Queima auxiliar HRCG produzindo 42MW	Combustão seca com baixo NO _x + Redução Catalítica Seletiva	4,5 ppmvd @ 15% O (média 24hs)

Segundo SEVÁ e FERREIRA (2001), na atmosfera de Americana já estão presentes os efeitos de milhares de processos de combustão de origem local e os ocorridos nas vizinhanças, como Nova Odessa e Santa Bárbara. Essas emissões são provenientes de fontes fixas das pequenas médias e grandes indústrias, além de combustão de fontes móveis, com origem nas áreas urbanas e nas duas principais rodovias e vias de acesso.

Além disso, existem massas de ar e chuvas já poluídas que atingem Americana trazendo os mesmos tipos de poluentes primários e secundários provenientes de outros processos de combustão em regiões próximas, por exemplo: Hortolândia, Sumaré, Monte-Mor, ou o mais freqüente, poluição da área norte de Campinas, Paulínia, Jaguariúna e Cosmópolis. Em certas ocasiões também recebem massa de ar poluída vinda de Limeira, Araras, Santa Bárbara e Piracicaba.

Os poluentes liberados nos processos de combustão – monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado, óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos, estão na origem de vários impactos na saúde pública e no meio ambiente. No caso dos óxidos de nitrogênio, emitidos em grande quantidade durante a operação da turbina a gás, depois que são lançados pela chaminé podem ter reações secundárias e terciárias com outros compostos presentes no seu trajeto pela atmosfera, levando a formação de ozônio na baixa camada da atmosfera e a chuva ácida.

A vazão de combustível queimada numa termelétrica deste tipo, a gás e a vapor, não está determinada automaticamente por sua potência elétrica total, pois depende exatamente da combinação que se faça entre: turbinar gases quentes nas turbinas a combustível, aproveitar estes gases na caldeira, e ou queimar mais combustível na caldeira de recuperação, e turbinar mais ou menos vapor nas turbinas a vapor. Numa usina do porte da proposta inicialmente para Americana, a potência elétrica de 1200MW (posteriormente reduzida para 950MW) só poderia ser atingida se fosse queimada uma vazão total de combustível da ordem de 164 toneladas por hora, em oito pontos de queima, ou seja: nas quatro turbinas a gás e na queima suplementar das quatro caldeiras de recuperação.

Outro ponto negativo é a localização proposta para sua implantação; bem ao lado de outras fontes de poluição de grande porte.

Para a potência de 1200 MW era prevista no EIA/RIMA uma queima de até 164 toneladas/hora de gás natural quando estivesse operando em plena carga, o que seria um dos maiores focos individuais de queima de combustíveis fósseis de todo o Brasil e, certamente, o maior de toda a região. Basta dizer que o somatório, das queimas de combustíveis realizados nas indústrias de Paulínia, chega à cerca de 159 toneladas/hora.

4.3.4 - Análise crítica

A análise do processo de licenciamento ambiental da SMA para implantação de uma usina termelétrica de 945MW e as considerações constante no parecer técnico dos professores SEVÁ e FERREIRA, sobre o projeto de uma usina termelétrica de 1200MW, revelaram uma série de falhas técnicas, legais e conceituais que seriam determinantes para impedir a implantação do empreendimento ou, condicionar o seu licenciamento à compensação das taxas de emissão dos poluentes atmosféricos, primordialmente óxidos de nitrogênio e hidrocarbonetos não-metanos, quais sejam:

- O EIA/RIMA não contemplou um estudo de alternativas locais, conforme previsto no Artigo 5º da Resolução 001/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- O EIA/RIMA utilizou dados de uma estação de monitoramento situada fora da zona de influência do empreendimento – Praça D. Pedro II, em São Paulo – S.P.
- Os dados obtidos no local de influência direta do empreendimento, além de não serem oficiais, não obedeceram ao critério técnico de representatividade, por exemplo: o ozônio e os demais parâmetros não foram medidos continuamente por um período de um ano.
- A justificativa apresentada na súmula da SMA para concessão da licença enfatiza o crescimento da demanda e necessidade de novas fontes de

energia; a importância da participação da iniciativa privada; a importância da geração termelétrica operando em complementaridade com a hidroeletricidade, deixando no segundo plano o acréscimo das emissões de óxido de nitrogênio e hidrocarbonetos, objeto principal da análise ambiental envolvendo a operação da termelétrica e o seu impacto na qualidade do ar.

- Embora o empreendedor utilize a desativação da Usina Carioba I como um ganho ambiental, não houve compensação da taxa de emissão dos poluentes Óxidos de Nitrogênio, hidrocarbonetos e Monóxido de Carbono, do empreendimento a ser implantado, pelo empreendimento a ser desativado. O motivo deveu-se ao fato de o novo empreendimento (Usina Carioba II) ter emissão muito superior ao empreendimento já existente (Usina Carioba I).
- A SMA não aceitou os dados da qualidade do ar apresentados pelo empreendedor, porém, aceitou os dados da modelagem matemática considerada incerta.
- Segundo ANDRADE (2001), a aplicação do Modelo Matemático RPM-IV utilizado na avaliação do potencial de formação de Ozônio troposférico, resultante das emissões de seus precursores pela Usina Termelétrica Carioba II, apontam diversas incertezas, conforme transcrevemos na íntegra: “Incertezas residem na questão da existência de dados de entrada que possam ser considerados confiáveis. Encontramos três grandes incertezas: os dados de concentrações de poluentes no ar ambiente, o perfil de emissão de outras fontes na trajetória da pluma e os dados meteorológicos para descrição da trajetória da pluma”.
- Entrada de dados – Neste tipo de modelagem simulada, qualquer erro no inventário das emissões utilizado como entrada no modelo desvia significativamente o resultado final. Tal erro ocorreu de fato, pois os dados utilizados para a entrada não contemplaram nem NO_x , nem VOCs

da região e tão somente os valores estimados para a UGE Carioba II. Como as emissões de Usina Carioba II são predominante de NO_x , evidentemente faltariam moléculas de VOCs para a formação de Ozônio na pluma resultante. Isto representa um erro crasso, pois foram desprezadas todas as emissões locais da frota de veículos e da Refinaria de Paulinia (uma das maiores do País e da América Latina) cujas emissões são trazidas diretamente para Americana, devido à direção preferencial dos ventos. O resultado, por isso, jamais pode representar uma situação real. Tal falha grosseira causa dúvidas se os técnicos que calcularam o modelo tenham realmente visitado a região, pois as emissões de uma refinaria do porte de Paulinia jamais poderiam ter sido desprezadas, num cálculo dessa envergadura.

- Nas modelagens de poluição o EIA/RIMA utiliza dados diários de hidrocarbonetos emitidos pelas chaminés como combustíveis não queimados, desprezando as emissões provenientes de vários pontos do circuito, que é um dos itens mais importantes da mensuração dos gases quando se analisa a indústria do petróleo e gás natural.
- Uso da Tabela Rural – Não bastasse este grave equívoco, o relatório assumiu os dados da tabela rural ao invés da tabela urbana, o que desvia mais uma vez o resultado da situação real *in loco*, pois o empreendimento dista apenas 750 metros do núcleo urbano mais próximo, sendo, portanto a tabela urbana a mais adequada para o cálculo.
- As avaliações técnicas do Ministério Público (Julho e Setembro 2001) haviam se concentrado nos impactos provocados especialmente pelos NO_x e VOCs por serem estes os principais precursores na formação de Ozônio de baixa altitude. As atenções foram concentradas nas emissões de NO_x porque estas, além de estarem acima dos limites máximos permitidos, no caso do modelo proposto para a UGE Carioba II, representam um inimigo potencial à saúde pública, com efeito duplo: a noite o NO_x pode reagir com a umidade do ar (H_2O) gerando a chuva

ácida pela reação: $\text{N}_2 \text{O}_5 + \text{H}_2 \text{O} = 2 \text{HNO}_3$. Durante o dia o NO_x reage com os VOCs sob a ação dos raios ultravioletas do Sol, resultando na formação do Ozônio de baixa altitude.

4.3.5 – Simulação

Simulando a aplicação do Conceito bolha, compensando emissões acima da proporção de 1:1 (no caso 1:2, como proposto pelo autor) obteve-se o seguinte cenário:

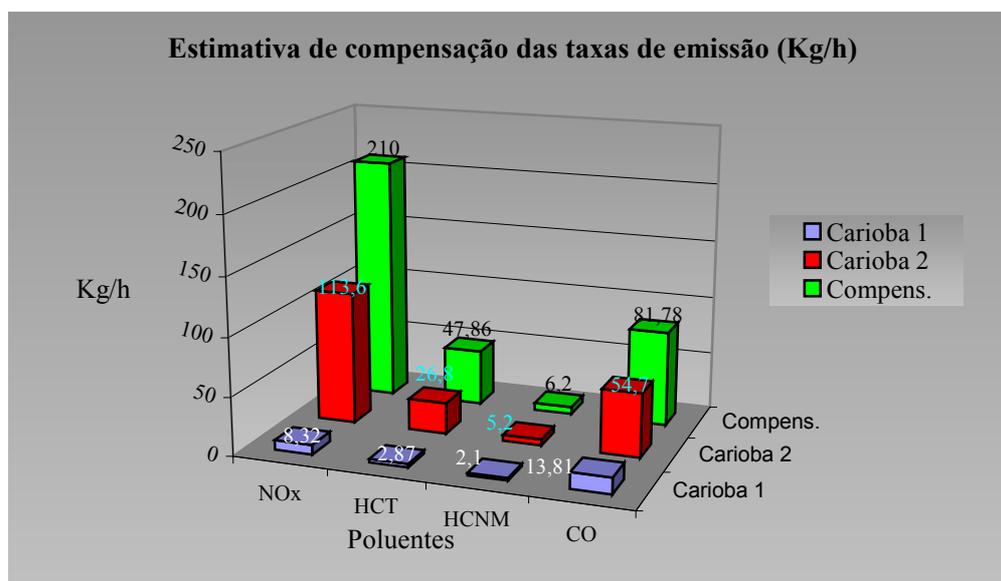


FIGURA 38 – Gráfico da simulação do “Conceito Bolha” aplicado na Usina Carioba II

Neste caso particular, não haveria como o empreendedor compensar as emissões da futura Usina Carioba II, utilizando as emissões da Usina Carioba I, pois estas são muito inferiores a Carioba II.

A viabilização do novo empreendimento (Carioba II), utilizando o “Conceito Bolha” como critério de compensação ambiental, só seria possível com a adoção de um comércio de emissões com outros empreendimentos externos à Bolha, porem, situados na mesma bacia aérea e desde que houvesse similaridade entre as emissões desses poluentes.

5 – RESULTADOS DAS ENTREVISTAS SOBRE O CONCEITO BOLHA

A seguir são apresentados os resultados na forma de gráficos, da enquête realizada no ano de 2003 com os funcionários da Companhia Petroquímica Brasileira, técnicos da área de controle ambiental da CETESB, consultores ambientais, estudantes do curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Engenharia de Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental da Universidade Santa Cecília, Promotores de Justiça e Organizações Não-Governamentais.

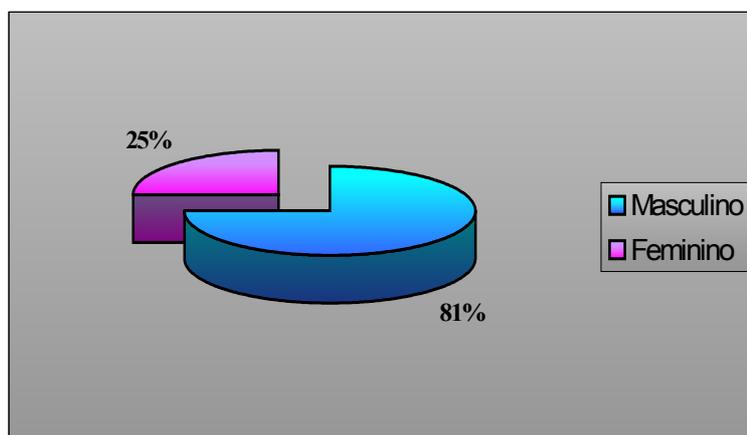


FIGURA 39 – Enquadramento social dos entrevistados.

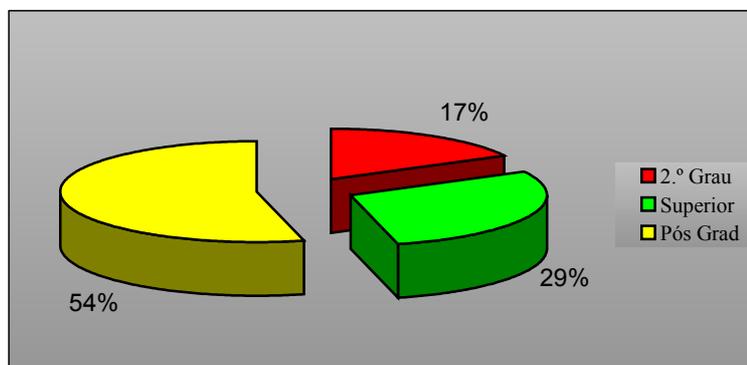


FIGURA 40 – Distribuição dos entrevistados por grau de instrução

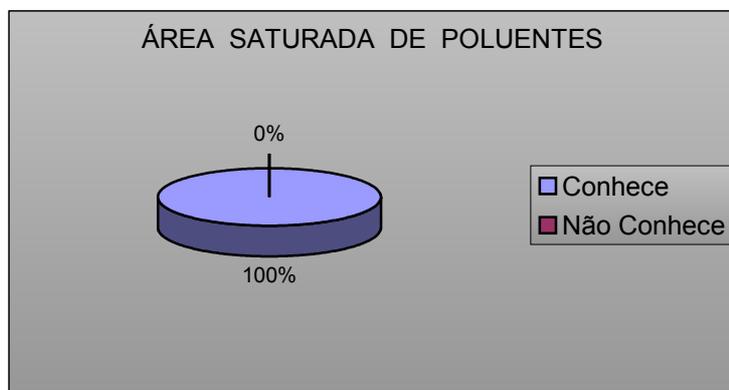


FIGURA 41 – Conhecimento sobre áreas saturadas de poluentes.

Observa-se que 100% dos entrevistados tem conhecimento sobre o que vem a ser uma área saturada de poluentes atmosféricos.

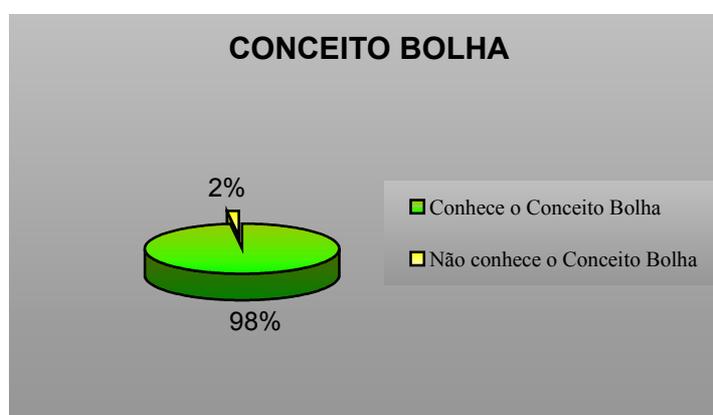


FIGURA 42 - Conhecimento sobre o Conceito Bolha.

Apenas 2% dos entrevistados apresentam desconhecimento sobre a utilização do Conceito Bolha, como critério de compensação ambiental.

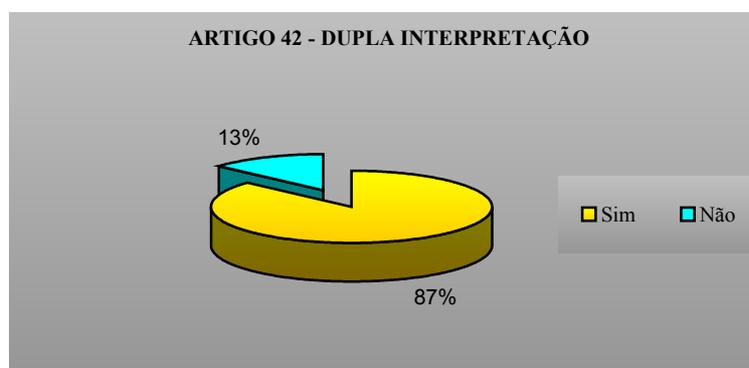


FIGURA 43 – Opinião sobre o Artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 aprovada pelo Decreto 8468/76 do Estado de São Paulo.

A opinião de 87% dos entrevistados revelou que o artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 dá margem dupla interpretação, havendo necessidade de mudanças nesse artigo. (A dupla interpretação ocorre entre os que defendem o licenciamento mediante compensação das taxas de emissão dos poluentes considerados saturados e os que defendem que essa compensação só deverá ocorrer quando for comprovada que a emissão do poluente saturado provocou alteração na qualidade do ar). A segunda interpretação tem provocado cada vez mais a inserção de poluentes em áreas saturadas, deixando de promover a recuperação da qualidade do ar.



FIGURA 44 – Opinião sobre o Conceito Bolha aplicado na proporção 1:1

A pesquisa revelou que 94% dos entrevistados concordam que o Conceito Bolha, aplicado na proporção de 1:1, deverá inserir mais poluentes na atmosfera.

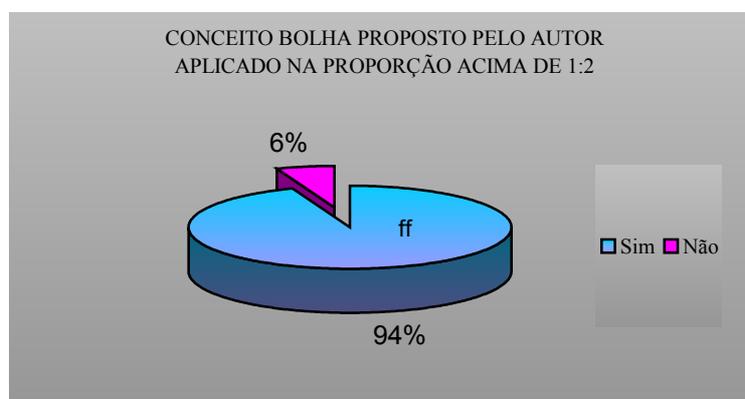


FIGURA 45 – Conceito Bolha aplicado na proporção acima de 1:1

Observa-se que 94% dos entrevistados são favoráveis à mudança no “Conceito Bolha”, com base na proposta do autor da pesquisa, aplicando a compensação de troca de poluentes na proporção acima de 1:1 (por exemplo: 1: 2, ou outro valor que promova e sustente a melhoria da qualidade do ar).

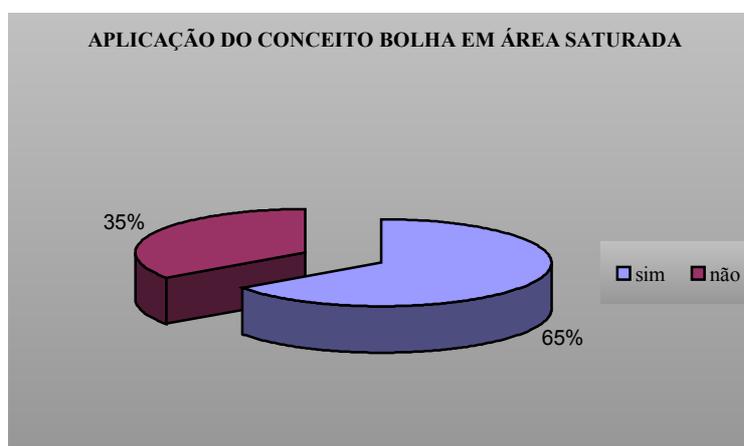


FIGURA 46 – Aplicação do Conceito Bolha em áreas saturadas

A opinião dos entrevistados demonstra que 65% são favoráveis à aplicação do Conceito Bolha em áreas saturadas de poluentes atmosféricos.

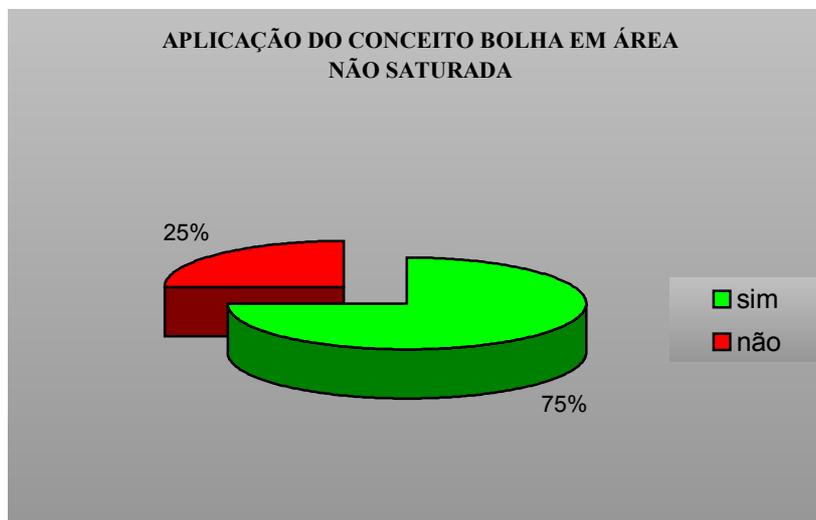


FIGURA 47 – Aplicação do Conceito Bolha em áreas não saturadas

A pesquisa revelou que 75% dos entrevistados são favoráveis à aplicação do Conceito Bolha em áreas não saturadas de poluentes atmosféricos.

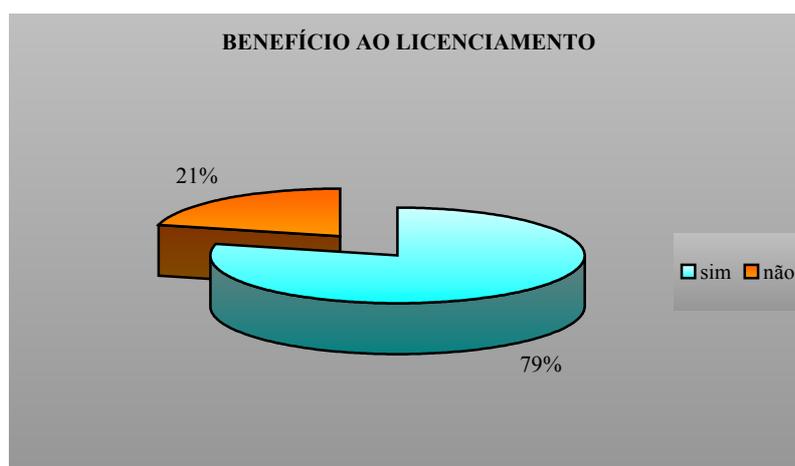


FIGURA 48 – Benefícios do Conceito Bolha à implantação de empresas em regiões saturadas

A opinião de 79% dos entrevistados revelou que a aplicação do “Conceito Bolha” trará benefícios para as empresas que pretendam se instalar em áreas saturadas de poluentes atmosféricos.

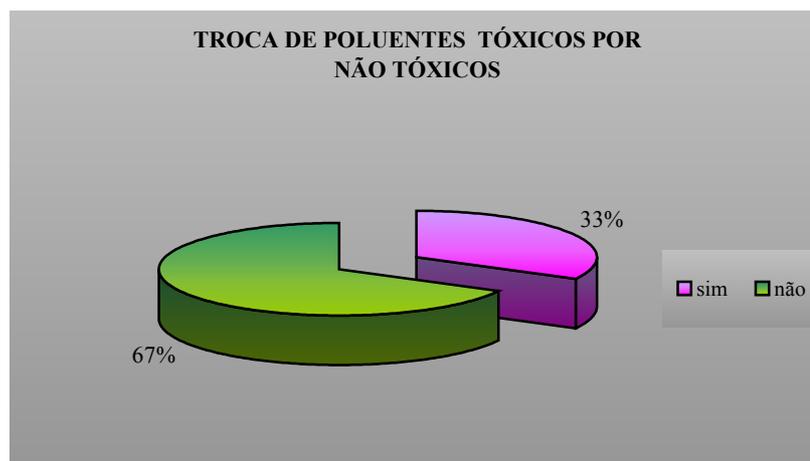


FIGURA 49 – Troca de poluentes tóxicos por não tóxicos

Cerca de 67% dos entrevistados discordam que o Conceito Bolha deva permitir a trocar poluentes tóxicos por poluentes não tóxicos.

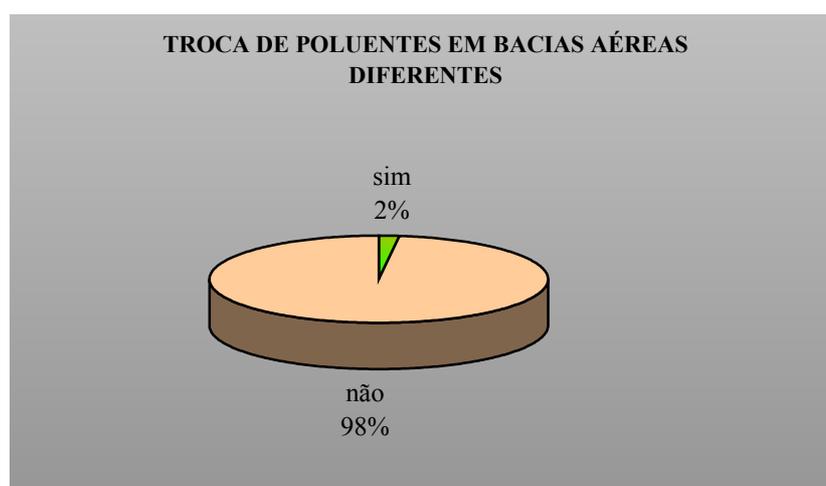


FIGURA 50 – Troca de poluentes entre bacias aéreas diferentes

O gráfico acima indica que 98 % dos entrevistados são contrários à troca de poluentes entre bacias aéreas diferentes.

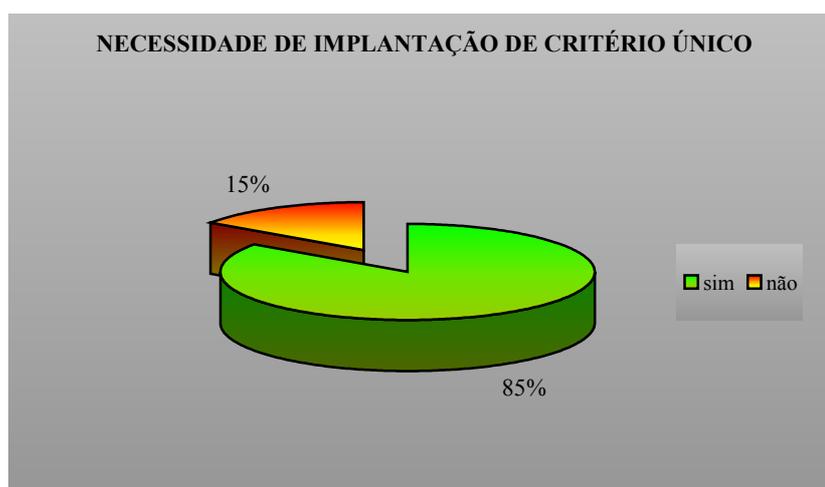


FIGURA 51 – Necessidade de aplicação de um critério de compensação ambiental único, em âmbito nacional, que leve em consideração à melhoria e recuperação da qualidade ambiental.

As respostas revelaram que 85% dos entrevistados são favoráveis à implantação de um critério único, em âmbito nacional, utilizando compensação das taxas de emissão de poluentes na proporção acima de 1:1, buscando com isso promover a melhoria e recuperação da qualidade ambiental, conforme previsto na Lei Federal 6938.

Observa-se que as respostas apresentadas no questionário seguem uma tendência de mudança no critério de compensação ambiental atualmente aplicado pelo Órgão Ambiental, sendo a maioria dos entrevistados favoráveis à adoção de um critério único de compensação ambiental, com base no Conceito Bolha, conforme proposto pelo autor do trabalho.

6 – DISCUSSÃO

Na aplicação do Conceito Bolha, tanto nos Estados Unidos como no Brasil, o que se nota não é apenas a manutenção da taxa de emissão de poluentes tidos como saturados, sem qualquer avanço no sentido de reduzi-los dentro da bolha. Pior que isto, são os novos acréscimos de poluentes desconsiderados na análise de licenciamento desses novos empreendimentos, como, por exemplo:

- Se, antes, a indústria operava com uma unidade, na ampliação passa a operar com duas, o que representa um incremento no potencial poluidor devido ao aparecimento de problemas de operação e manutenção, inerentes aos equipamentos de processo e de controle da poluição.
- Ao operar com duas unidades, a indústria passou a receber mais matérias primas, insumos básicos e expedição de uma maior quantidade de produtos elaborados, o que representa um novo acréscimo de emissão de poluentes (fontes áreas).
- Aumento da capacidade de armazenamento e manuseio, gerando problema de poluição difusa, principalmente pelo arraste de poeiras fugitivas (fontes áreas) e emanações.
- Incremento da poluição difusa, representada pela emissão de poluentes provenientes do aumento do número de caminhões, operando no recebimento de matérias primas, insumos básicos e expedição de produtos elaborados.
- Aumento do número de paradas e partidas das unidades, que comprovadamente nessa fase emitem mais poluição.

Outro aspecto a ser considerado é a não utilização de créditos de emissões fugitivas para aumentar a emissão de fontes pontuais, o que poderia agravar a situação de controle, ou mesmo a troca de poluentes de mesma natureza, como, por exemplo, material particulado com diâmetros diferentes de partículas (como mais grosseiros por inaláveis) ou poluentes menos tóxicos por outros mais tóxicos.

O depósito, crédito ou venda de emissões de poluentes não permite que haja uma redução real das emissões locais, apenas uma diminuição matemática da poluição.

O comércio de emissões deve ser evitado entre bacias aéreas diferentes, principalmente, entre áreas saturadas, pois poderia não representar um ganho ambiental, dependendo da situação.

Da mesma forma, o conceito de BACT (Best Available Control Technology), o qual pode ser traduzido como Melhor Tecnologia Prática Disponível, vem sendo aplicado no Estado de São Paulo, levando em consideração a eficiência do equipamento de controle de poluição do ar, sem se ater à sua emissão, uma vez que a legislação não contempla padrões de emissão de poluentes para todas as fontes, diferentemente do conceito aplicado pela Agência de Controle Ambiental Americana.

Como a emissão residual ainda pode ser alta, em áreas saturadas, isso pode não melhorar a qualidade do ar da região.

Um outro aspecto a ser considerado seria a abrangência do BACT, pois tem sido aplicado usualmente somente para equipamentos de controle de poluição do ar, mas segundo as definições da EPA, ele engloba processos de produção e métodos, sistemas e técnicas disponíveis. Além disso, o conceito original prevê a sua aplicação em áreas não-saturadas e atualmente vem sendo utilizado indistintamente.

Os índices de qualidade do ar no Estado de São Paulo, publicados anualmente pela CETESB, revelam que as regiões industrializadas, via de regra, apresentam concentrações de poluentes, primordialmente material particulado e ozônio, em desacordo com os padrões previstos na Resolução Federal CONAMA n.º 003, de 28 de junho de 1990.

Assim, faz-se necessário que a implantação de novos empreendimentos industriais ou a ampliação de empreendimentos industriais existentes em Região ou Sub-Região saturada de poluentes ou em vias de saturação, atenda não somente ao artigo 42 da Legislação Ambiental Estadual n.º 997/76, mas que busque, conforme previsto na Lei Federal 6938, a recuperação das áreas saturadas de poluentes.

Nesse sentido, os estudos de caso revelaram que as ações preventivas de controle de poluição ambiental não são aplicadas de forma efetiva pelo Órgão Ambiental e, como agravante, verifica-se a falta de sintonia entre as diferentes Agências

Regionais, onde a ausência de critérios bem definidos desencadeia ações subjetivas onde se permite a sistemática inserção de poluentes na atmosfera, podendo agravar o saturamento região.

Atualmente, o Órgão Ambiental tem desenvolvido políticas diferenciadas para regiões saturadas de poluentes atmosféricos. Na região da grande São Paulo não vem sendo aplicado qualquer tipo de compensação nas cargas de poluentes, o mesmo acontecendo com a região de Paulínia. Em Americana aprovou-se a licença de um empreendimento poluidor (Usina de Geração de Energia Carioba II), sem os necessários estudos prévios de qualidade do ar.

Já em Cubatão, por ter contemplado em 1983 um programa de controle de poluição industrial, aplica-se o “Conceito Bolha” como critério de compensação ambiental para implantação de novos empreendimentos industriais.

Porém, o fazem na proporção de troca de 1:1, ou seja: (cada nova unidade de emissão é aceita mediante a redução de uma unidade de emissão já existente na indústria).

Neste aspecto leva em consideração somente o disposto no artigo 42 da Lei Estadual 997/76, deixando de considerar a Legislação federal 6938.

Essa política é danosa a médio e longo prazo, pois em áreas saturadas não deveriam ser admitidas cargas adicionais, mesmo que infinitesimais. Cabe, portanto, programa adicional que preconize a redução da carga poluidora existente e, nas regiões onde não se tem conhecimento da qualidade do ar; deve-se aplicar o princípio da precaução, exigindo-se a realização de estudos prévios da qualidade do ar com duração mínima de 1 ano, tendo em vista que o padrões de qualidade do ar são expressos em médias anuais.

O Conceito Bolha, já utilizado pela Agência Ambiental da CETESB em Cubatão, pode ser uma boa ferramenta preventiva no controle da poluição, desde que devidamente modificada sua proporção de troca de emissões de poluentes, onde cada nova carga de emissão deverá ser aceita mediante uma redução acima da unidade de emissão já existente na indústria.

Há necessidade ainda da adoção de outras recomendações técnicas para consolidar o Conceito Bolha como um critério ambientalmente sustentável para que

possa ser utilizado no licenciamento de novos empreendimentos industriais e na ampliação dos já existentes.

O Conceito Bolha aplicado pela Agência de Controle Ambiental dos Estados Unidos (USEPA) e pela Agência Ambiental da CETESB em Cubatão, na forma em que se apresenta, visa somente a diminuição dos custos dos investimentos em equipamentos e sistemas de controle da poluição, privilegiando a produção industrial em detrimento ao meio ambiente.

O objetivo do controle preventivo e corretivo das fontes de poluição do ar é a melhoria da qualidade do ar, e não mantê-la simplesmente.

Contrário a esse objetivo o Conceito Bolha vigente, além de não contribuir para a melhoria da qualidade do ar, dá margem ao aparecimento de novas fontes secundárias (pontuais e difusas) de emissão de poluentes, podendo piorar a qualidade do ar com agravo nas regiões saturadas de poluentes atmosféricos.

Esse entendimento é o mesmo expresso nas discussões e nos resultados das entrevistas realizadas com os diversos profissionais e instituições: Indústrias, Órgãos Ambientais, Consultores Ambientais, Promotores de Justiça, Organizações Não-Governamentais e estudantes dos cursos de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental, revelando a necessidade de mudanças no critério de compensação ambiental e nas ações de licenciamentos.

Observa-se nas opiniões dos entrevistados uma relação direta com as simulações e observações apresentadas nos estudos de caso, deixando claro que o novo critério deverá ser utilizado em âmbito nacional, respeitado os dispositivos legais e fundamentado no “Conceito Bolha” acrescido das propostas de mudanças recomendadas pelo autor da pesquisa.

7 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo consistiu, de acordo com os objetivos iniciais, de uma análise técnica da metodologia empregada na compensação ambiental, particularmente do Conceito Bolha; de estudos de caso de licenciamentos ambientais em áreas saturadas de poluentes atmosféricos no Estado de São Paulo; de uma avaliação da percepção de um grupo de entrevistados sobre a aplicação do Conceito Bolha atualmente utilizado e o proposto pelo autor da pesquisa e, propositura de procedimentos de gestão ambiental em consonância com a legislação ambiental brasileira, com base no “Conceito Bolha”.

Conforme citado por CARRAMENHA (2001), o processo de licenciamento ambiental pelo Poder Público deve atender às necessidades de todos os segmentos da sociedade, titulares do direito constitucional a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, fazendo-os crer, que esse sistema preventivo e corretivo seja suficiente para garantir-lhes qualidade de vida, função precípua da administração.

Neste aspecto o Estudo Prévio e o Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), assim como as Análises de Licenciamento Ambiental (Licença de Instalação), são instrumentos legais preventivos que devem compatibilizar o desenvolvimento sócio-econômico com a preservação do meio ambiente, portanto sujeito a regras claras, recomendações e exigências técnicas que permitam as suas mais perfeita adequação.

A ausência de critérios ou até mesmo o critério de compensação ambiental das taxas de emissão de poluentes, através da aplicação dos fundamentos do Conceito Bolha no licenciamento de novos empreendimentos industriais, na forma em que se apresenta, não atende aos objetivos preconizados na Legislação Ambiental Federal n. ° 6938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a política Nacional do Meio Ambiente.

A recuperação do meio ambiente é o objetivo maior da Política Nacional de Meio Ambiente e deve ser conseguida através de regras claras e bem definida.

Neste aspecto, o autor da presente monografia apresentou a atual política desenvolvida pelo Órgão Ambiental no licenciamento de novos empreendimentos industriais em regiões saturadas de poluentes atmosféricos, utilizando estudo de casos de Cubatão, Paulínia e Americana e, demonstrando a inexistência de critério único para

disciplinar a análise técnica de licenciamento de novos empreendimentos industriais e as deficiências do Conceito Bolha como critério de compensação ambiental em atividades poluidoras do ar atmosférico.

O presente trabalho buscou atingir os objetivos propostos, gerando informações e conclusões fundamentais para que o critério a ser adotado no licenciamento ambiental, se faça com base no “Conceito Bolha” acrescido das seguintes propostas:

- A implantação de novas fontes de poluição do ar, em região saturada ou em via de saturação, deverá compensar os poluentes na razão superior à proporção 1:1 (por exemplo, para região saturada alterar de 1:1 para 1:2, onde cada nova unidade de emissão somente será aceita se houver uma redução acima de duas unidades de emissão já existente na indústria). Essa redução poderá ser feita em fontes de poluição da mesma empresa ou em fontes de outras empresas situadas na mesma bacia aérea, desde que haja similaridade entre os poluentes industriais e, deverão levar em consideração as deficiências do Conceito Bolha, garantindo a redução progressiva e contínua do inventário das fontes de poluição.
- A Bolha imaginária deverá ser considerada sobre o empreendimento como todo (inventário global). Porém, o controle da poluição deverá ser exercido de forma individualizada, trocando taxa de emissão fonte por fonte, como forma de evitar a troca de um poluente não tóxico por um poluente tóxico, ou deixar sem controle as fontes mais significativas (fontes primárias) de poluição do ar.
- No controle da fonte de poluição já existente ou a ser implantada em área não saturada, deverá ser adotado equipamento de melhor tecnologia prática disponível internacionalmente.
- No controle da fonte de poluição já existente ou a ser implantada em área saturada, deverá ser utilizada tecnologia de controle que atenda aos padrões de emissão mais restritivos. Na ausência desses padrões deve-se proibir a entrada de fontes novas.

- O empreendedor deverá operar e manter em perfeitas condições de funcionamento os equipamentos ou sistemas de controle de poluição do ar.
- A troca de poluentes deve ser feita por fontes com os mesmos poluentes, por exemplo: (material particulado x material particulado, óxidos de nitrogênio x óxidos de nitrogênio, monóxido de carbono x monóxido de carbono) e assim por diante em relação aos demais poluentes.
- Não deve ser permitida a troca de emissões de material particulado de menor granulometria por emissões com maior granulometria.
- As apresentações das propostas de controle das fontes de poluição devem ser acompanhadas dos respectivos cronogramas de obras e os equipamentos de controle deverão atender aos padrões de emissão exigidos pelo Órgão Ambiental.
- Não pode haver aumento da carga de poluentes tóxicos dentro da bolha. A negociação pode ser aceita, se houver redução de toxicidade.
- Não deverão ser permitidas as trocas de poeiras fugitivas (poluição difusa) de novas fontes por emissões pontuais (chaminés, descargas,) de fontes existentes, pelo fato de estas últimas apresentarem partículas de menor granulometria e, portanto, prejudiciais à saúde pública.
- O Conceito Bolha somente poderá ser aplicado em fontes que apresentem emissões de poluentes similares.
- Não serão permitidas as trocas de emissões de poluentes com maior toxicidade de fontes novas, por emissões de fontes existentes com menor toxicidade; Essa regra deverá se limitar aos poluentes saturados ou que estejam identificados, comprovadamente, como fitotóxicos (material particulado, amônia, fluoretos e Compostos Orgânicos Voláteis).

A administração ambiental das bacias aéreas das regiões saturadas ou em vias de saturação deverão incluir o Conceito Bolha associado a outras propostas:

- Melhoria razoável e progressiva na qualidade do ar.
- Diminuição progressiva do inventário de fontes.
- Proibição da entrada de novas fontes de poluentes comprovadamente saturados na bacia ou fitotóxicos (material particulado, amônia, fluoretos e Compostos Orgânicos Voláteis).
- Poluentes que não estejam saturados, mas que sejam precursores de poluentes saturados ou em vias de saturação, deverão ser considerados na compensação das taxas de emissão. Exemplo: Óxidos de Nitrogênio e Hidrocarbonetos que comprovadamente contribuem para formação do Ozônio na baixa camada da atmosfera.
- O empreendedor deverá desenvolver programas contínuos de operação e manutenção dos equipamentos e sistemas de controle de poluentes implantados.
- Haverá necessidade da criação de um banco de emissões, que promova a negociação e guarda dos créditos das taxas de emissões de poluentes atmosféricos.
- O comércio de emissões deve ser evitado entre bacias aéreas, principalmente, entre áreas saturadas, pois poderia não representar um ganho ambiental, dependendo da situação.
- O Conceito Bolha somente deverá ser aplicado entre fontes de poluição que apresentem equipamentos de controle baseado no padrão de emissão de poluentes.

- Os equipamentos de controle de poluentes deverão dispor de monitoramento contínuo, “On Line”, em tempo real, com a Agência de Controle Ambiental, permitindo, assim, a regularidade das emissões e, portanto, uma melhor aplicação do “Conceito Bolha”.
- Reformulação do Artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 com a inclusão das seguintes propostas:
 - O licenciamento ambiental de novos empreendimentos industriais, ou ampliações de empreendimentos industriais em regiões saturadas de poluentes atmosféricos ou em vias de saturação, para efeito de compensação deverão levar em consideração o balanço das taxas de emissão dos poluentes das respectivas fontes emissoras.
 - Na inclusão de novas fontes de poluição do ar, as compensações das taxas de emissão deverão ocorrer na proporção bem acima de 1:1, devendo ficar comprovado que haverá melhoria e recuperação da qualidade ambiental, conforme previsto na Legislação Federal 6938/81.
 - Considerar as taxas de emissão das fontes fixas e móveis nos cálculos das estimativas de emissão de poluentes existentes no empreendimento a ser licenciado. Tal fato se faz necessário tendo em vista que via de regra, a inclusão de uma nova unidade, representa aumento no recebimento de matéria prima e produtos elaborados.
 - Poluentes que não estejam saturados, mas que sejam precursores de poluentes saturados ou em vias de saturação, deverão ser considerados na compensação das taxas de emissão. Exemplo: Óxidos de Nitrogênio e Hidrocarbonetos que comprovadamente contribuem para formação do Ozônio na baixa camada da atmosfera.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, C. D. – **O futuro do Controle da Poluição e da Implementação Ambiental: Poluição do Ar** : Anais do 5º Congresso Internacional de Direito Ambiental IMESP – São Paulo, 2001. p. 91 – 98.

ANDRADE, M. F. – **Parecer sobre a aplicação de modelo RPM-IV na avaliação do potencial de formação de ozônio resultante das emissões de seus precursores pela Usina Termelétrica Carioba II** - Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo – São Paulo, 2000.

BOLEA, M.T.E. - **Las evaluaciones de impacto ambiental** – p 95 - 97. CIFCA MADRID 1977. p. 95 – 97

BRAILE P.M. - **English/Portuguese Dictionary Of Technical Terms On Environmental Sciences** SESI-DN/COHISI – 1992. 502p.

BUONICORE, A. J. e DAVIS, W.T. - **Air Pollution Engineering Manual** - Air & Waste Management Association - 1992. 918 p.

CARRAMENHA, R. – **O futuro do Controle da Poluição e da Implementação Ambiental: Natureza Jurídica das Exigências Formuladas no Licenciamento Ambiental**, : Anais do 5º Congresso Internacional de Direito Ambiental IMESP – São Paulo, 2001. p. 193 - 208.

CEPA - CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – AIR RESOURCES BOARD. **Guidance for Power Plant Siting and Best Available Control Technology** - Stationary Source Division Issued - California, 1999. 56p.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – **A degradação da vegetação na Serra do Mar em Cubatão** – Relatório Preliminar – São Paulo, 1984.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – **Diagnóstico da Contaminação e Plano de Recuperação de uma Mata Ciliar Degradada por Efluentes Industriais em Paulínia** – São Paulo, 1993.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - **Legislação Estadual (Lei 997/76 e Decreto 8468/76) - Controle de Poluição Ambiental Estado de São Paulo** - Série Documentos – São Paulo, 2000_b.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – **Legislação Estadual (Lei997/76 e Decreto 8468/76) – Controle da Poluição Ambiental no Estado de São Paulo – Série Documentos** - São Paulo, 2000_c.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – **Legislação Federal (Leis e Decretos)** - Série Documentos – São Paulo, 2000_c.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - **Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo** - Série Documentos – São Paulo, 2002.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – **Relatório da Ação da CETESB em Cubatão** – São Paulo, 1994.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL **Diagnóstico da Contaminação e Plano de Recuperação de uma Mata Ciliar Degradada por Efluentes Industriais em Paulínia** – São Paulo, 1993.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL **Relatório de qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e Cubatão.** Série Documentos –São Paulo, 2000_a.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL **Relatório de Qualidade do ar na região metropolitana de São Paulo e em Cubatão** Série Relatórios – São Paulo, 1988.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Relatório da Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - Série Documentos – São Paulo, 2003.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Relatório trimestral do Programa de Controle da Poluição Ambiental em Cubatão
São Paulo, 1986.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
Unidade de Asfalto da Firma Terracom –Transporte Terraplanagem e Comércio Ltda. (Processo CETESB n. ° 25/00031/96) – São Paulo, 1996.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
[http: \\ www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br) - acesso em 01/11/03.

CLEMENTE, D. A. – **Estudo de Impacto Ambiental das Fontes Industriais de Poluição do Ar no Município de Paulínia – S.P. Empregando Modelo ISCST3.** 2000. C.591e: Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de mestre em Engenharia Química – Campinas, 2000. 179p.

CONCEIÇÃO FILHO, B. - beneditof@cetesb.sp.gov.br - mensagem pessoal recebida em 12 julho 2002.

CORNWELL, DAVID A; MACKENZIE, L. DAVIS – **Introduction to Environmental Engineering** – third Edition - International Editions 1998. p. 473 - inclui índice ISBN 0- 07-015918-1.

COSTLE, D. M. - **Journal of Air Pollution Control Association** – p.10 e 11 - Janeiro de 1990.

CRUZ, A. P. N. – **A Tutela Ambiental do Ar Atmosférico.** São Paulo, 2002. p 21-25, inclui índice ISBN 85-7034-204 –7.

DASHEFSKY, H. S. – **Dicionário de Ciência Ambiental**. São Paulo: ed. GAIA, 1997. 313 p. tradução Álvaro Martins. Título Original: Environmental Literacy. Inclui índice ISBN 85-85351-65-9.

DERÍSIO, J.C. - **Introdução ao Controle da Poluição do Ar**. 1º Edição, CETESB - São Paulo, 1992. p.126

DRURY, R.T. et al. – **Pollution Trading and Environmental Injustice: Los Angeles' Failed Experiment in Air Quality Policy (1988)** – Artigo enviado por ROTHMAN, J. – Rothman. John @ epa.gov - Consulta realizada em 26/01/03.

EIA/RIMA - CCBS – **Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental da Central de Cogeração de Energia da Baixada Santista** – São Paulo, 2000.

ENVIRONMENTAL RESOURCES MANAGEMENT – ERM - **Usina de Geração de Energia Carioba II – Americana SP - Relatório de Impacto Ambiental – RIMA**. Fevereiro, 2001.

FERREIRA, L. G. – **A incompatibilidade da existência de zonas saturadas de poluição do ar com o direito fundamental de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras nessas áreas no estado de São Paulo** – 5º Congresso do Ministério Público do Estado de São Paulo, 6º Encontro Anual dos Grupos Especiais de Promotores de Justiça do Meio Ambiente. Caderno de Teses 2001, São Paulo. p. 223-235.

GUIMARÃES, F.A., MESQUITA A.L.S., NEFUSSI N. – **Engenharia de Ventilação Industrial** – São Paulo, 1977. 442 p.

GUTBERLET, J. **Cubatão: Desenvolvimento, Exclusão Social, Degradação Ambiental** - tradução de Kay-Uwe Gutberlet; São Paulo. Edusp/Fapesp, 1996. 244 p. Inclui índice ISBN 85-314-0223-9.

JGP - Consultoria e Participações Ltda. – Unidade de Negro de Fumo. Paulínia S.P.
Relatório de Impacto Ambiental – São Paulo, 1999.

JGP - Consultoria e Participações Ltda. – Unidade de Negro de Fumo. Paulínia S.P.
Informações Complementares ao Relatório de Impacto Ambiental - São Paulo,
2000.

KASIBHATLA et. al. - **Atmospheric Environmental**. Editora Pergamon, 1988. 380p.

KLOCKOW, D.; TARGA H. J.; VAUTTZ, W. - **Air Pollution and Vegetation Damage in the tropics - The Serra do Mar as an Example**. Final Report 1990 – 1996 German/Brazilian Cooperation in Environmental Research and Technology (1997). P. v-44. Inclui Índice ISBN 3-00-001579-5.

LANDAU, J. L. Chevron USA v. NRDC: **The Supreme Court declines to burst EPA's Bubble Concept** - Copyright (c) 1985 Environmental Law Northwestern School of Law Lewis & Clark College – vol. 15, page 285. Winter, 1985.

MACINTYRE, A. J. – **Ventilação Industrial e o Controle da Poluição**. ed. Guanabara Rio de Janeiro, 1988. 403p. p. 4 –5.

MACKENZIE, L.D. e DAVID, A. C. **Introduction to Environmental Engineering** Third Edition Environmental Engineering & Technology, Inc. – Mc Graw Hill International Editions - Chemical Engineering Series – 1998. 919p. Inclui índice ISBN 0-07-015918-1.

MIHELIC, J. R. et al – **Fundamentals of Environmental Engineering**: John Wiley & Sons, Inc 1999. 335p. Inclui índice ISBN 0-471-24313-2.

MORAES, P.R. – **A península do Riacho Grande uma abordagem geográfica na análise ambiental:** Dissertação de Mestrado apresentada ao Departamento de Geografia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Geografia Física. – São Paulo, 1994. 113p.

MOTA, SUETÔNIO – **Urbanização e Meio Ambiente** ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária. São Paulo (1999). 345p. Inclui índice ISBN 85-7022-133-9.

M.P.E.S.P - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Ação Civil Pública Ambiental contra a Central de Cogeração da Baixada Santista** - Promotoria de Justiça do Meio Ambiente da Comarca de Cubatão - Cubatão, São Paulo, 2001_a.

M.P.E.S.P - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, Inquérito Civil n.º 2PJA 003/2001 **Usina de Geração de Energia Carioba II** - Promotoria de Justiça de Americana - Americana - São Paulo, 2001_b.

M.P.E.S.P - MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO, **Procedimento Preparatório de Inquérito Civil n.º 01/00 – Planta Negro de Fumo da Degusa Hulls Ltda.** – Promotoria de Justiça de Paulínia – Paulínia, 2000.

N.A.R.S.T.O – North American Research Strategy for Tropospheric Ozone – **Relatório publicado pela ATMOSPHERIC ENVIRONMENT.** Páginas 2069 e 2070 - item 2.3, Julho, 2000.

PASCHOAL, C.R.M.B – **Avaliação da Qualidade Ambiental de Cubatão.** Ciência Ambiental: Primeiros Mestrados/ José Eli da Veiga (Org.) – São Paulo: Annablume: FAPESP, 1998. p.253 – 276

PERKINS, HENRY C. – **Air Pollution** – ISBN 0-07-049302-2 – Mac Graw-Hill – Copyright, 1974.

P.M.P., PREFEITURA MUNICIPAL DE PAULÍNIA - <http://www.paulinia.sp.gov.br> - consulta realizada em 24/02/2004.

REITZE, J. R e ARNOLD W. - **Overview and Critique: A Century of air Pollution Control Law: Environmental Law.** Northwestern School of Law of Lewis & Clark College. Vol. 21, page 1549. (Summer 1991).

SANTOS, E.L. - Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente do Ministério Público do Estado de São Paulo – **Parecer Técnico sobre a Implantação da Usina de Cogeração de Energia da Baixada Santista.** São Paulo (2001).

SEVÁ, F. A. O e FERREIRA, A. L. – **Parecer sobre o projeto de uma usina termelétrica de grande porte, a gás e a vapor, em Americana, SP.** - Prefeitura Municipal de Americana/SEPLAMA - São Paulo, 2001.

SEWELL, G. H. – **Administração e o Controle da Qualidade Ambiental:** Original norte-americano: Environmental Quality Management. São Paulo, EPU, EDUSP, CETESB, 1978. 295p.

SÍCOLI, J.C.M (ORG) - **Legislação Ambiental** – Textos Básicos – MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. São Paulo – IMESP – Imprensa Oficial – São Paulo, 2000. 884p.

SILVA LORA, E.E. **Prevenção e Controle da Poluição nos Setores Energético, Industrial e de Transporte.** 2ª Edição Editora Interciência Rio de Janeiro-2002. Pág 304 a 398 - Inclui índice ISBN 85-7193-066-X.

SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO **Súmula do Parecer Técnico – Planta de Negro de Fumo: Degussa -Huls Ltda - CPRN/DAIA 066/2000** – São Paulo, 2000.

SORIA F. L. & CHAVARRIA, J. M. - **Técnicas de Defensa Del Medio Ambiente**.
Barcelona 1978.

TOLEDO, P. M. – CETESB – Setor de Tecnologia - Entrevista realizada em 24/01/03.

TRC – ENVIRONMENTAL CORPORATION - **The Clean Air Act Amendments Updated Strategies: A practical Handbook for compliance and Planning** - USA, 1985.

U.S.E.P.A., UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - **Bubble Concept** <http://www.epa.gov> - Consulta realizada em 2001.

U.S.E.P.A., UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - **Compilation of air Pollutant Emission Factor - Volume I Stationary Point And Area Source Office of Air Quality Planning And Standards Office Of Air And Radiation**. USA, 1995.

U.S.E.P.A., UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – **Criteria Pollutants** – <http://www.epa.gov/air/oaqps/greenbk/o3co.html> – Consulta realizada em 13/01/2003.

U.S.E.P.A., UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY- **Statement on the U.S. Supreme Court's Ruling of June 25th on EPA's "Bubble" Policy to Control Air Pollution** - EPA press release – June 26, 1984; Consulta realizada em 25/05/03.

U.S.E.P.A UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
<http://www.epa.gov/ttnchie1/conference/ei12/fugdust/countess.pdf> - Consulta realizada em 20/07/2003

U.S.E.P.A UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
<http://www.epa.gov/history/timeline/index.htm> - Consulta realizada em 25/05/03.

ANEXO

MODELO DE ENTREVISTA

Aplicado no ano de 2003 com os funcionários da Companhia Petroquímica Brasileira, técnicos da área de controle ambiental da CETESB, consultores ambientais, estudantes do curso de Pós-Graduação “Lato Sensu” em Engenharia de Segurança do Trabalho e Gestão Ambiental da Universidade Santa Cecília, Promotores de Justiça e Organizações Não-Governamentais.

MODELO DE ENTREVISTA**AVALIAÇÃO DO CONCEITO BOLHA COMO CRITÉRIO DE COMPENSAÇÃO
AMBIENTAL EM ATIVIDADES POLUIDORAS DO AR ATMOSFÉRICO**

Data: ___/___/___

Município: _____

1 - Enquadramento do entrevistado

[1] – Sexo () masculino () Feminino

[2] – Idade _____ anos

[3] – Profissão _____ Cargo _____ tempo _____

[4] – Local de trabalho _____

[5] - Nível de instrução () 2º grau () superior () pós graduação

2 – Questionário

1 – Você sabe o que é área saturada de poluentes?

() sim () não

2 – Você sabe o que é o conceito bolha?

() sim () não

3 - Na sua opinião, o Artigo 42 do Regulamento da Lei 997/76 dá margem à dupla interpretação?

() sim () não

4 - Na sua opinião, a aplicação do conceito bolha (atual) em região saturada de poluente, trocando as taxas de emissão de poluentes na proporção de 1:1 (No exemplo de 1:1 cada nova unidade de emissão somente será aceita se houver uma redução de uma unidade de emissão já existente na indústria), acaba por manter a condição de saturação do ar e até inserir mais poluentes na atmosfera e, portanto não melhora a qualidade do ar da região saturada.

sim não

5- Na sua opinião, a aplicação do conceito bolha (proposta pelo autor) em região saturada de poluente, trocando as taxas de emissão de poluentes na proporção acima de 1:1 (por exemplo, 1:2 onde cada nova unidade de emissão somente será aceita se houver uma redução acima de duas unidades de emissão já existente na indústria), melhora a qualidade do ar da região saturada, atendendo assim a lei Federal 6938.

sim não

6 – Na sua opinião, o conceito bolha deve ser aplicado em áreas saturadas ou não saturadas?

Saturadas sim não
Não saturadas sim não

7 – Na sua opinião, a aplicação do conceito bolha trará benefícios às empresas que pretendam licenciar novas unidades industriais em regiões saturadas de poluentes atmosféricos?

sim não

8 – O conceito bolha deve trocar poluentes tóxicos por não tóxicos?

sim não

9 – O conceito bolha deve ou não trocar poluentes entre indústrias situadas em bacias aéreas diferentes?

sim não

10 – Na sua opinião há necessidade de implantação de um critério único, em âmbito nacional, que utilize a compensação das taxas de emissão de poluentes, quando da implantação ou ampliação de atividades industriais, e que leve em consideração a melhoria e recuperação da qualidade ambiental?

sim não