

X-010 – ASPECTO SOBRE A QUALIDADE DO AR NO DISTRITO INDUSTRIAL DE SÃO LUÍS-MA

Naara Suzany da Silva Reis ⁽¹⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Pitágoras São Luís-MA

Ana Clara Pinho Rabelo ⁽²⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Pitágoras São Luís-MA

Mariana dos Santos Nascimento ⁽³⁾

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Pitágoras São Luís-MA

Andre Luiz Bittencourt Pinto Junior ⁽⁴⁾

Graduando do Curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Pitágoras São Luís-MA

James Werllen de Jesus Azevedo ⁽⁵⁾

Doutorando da Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal/BIONORTE - UFAM/UFMA, São Luís, MA, Brasil; Professor da Faculdade Pitágoras São Luís – curso de Engenharia Ambiental.

Endereço⁽¹⁾: Rua São Jorge, quadra 212, nº 5- Tirirical – São Luís - Maranhão - CEP: 65055600 - Brasil - Tel: +55 (98) 992377315- e-mail: naarasuzanyreis@gmail.com

RESUMO

A qualidade do ar do Distrito Industrial de São Luís-MA, vem sendo monitorada pela Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP e pela Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) o levantamento de dados referente às Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI), ocorreram entre os dias 11 e 13 de junho/13 para as estações da EMAP, Bacanga e Vila Maranhão, além de 17 a 18 de junho/13 exclusivamente para a estação localizada na EMAP. Na área central da cidade, vem sendo operada, medindo o nível de poluição causada por veículos automotores. No Distrito Industrial de São Luís, a verificação das condições da qualidade do ar torna-se crucial a fim de determinar padrões históricos e atuais para os diferentes cenários, avaliando a sensibilidade da área, quanto à tendência dos padrões de emissões, contribuindo para implementação de políticas de gestão ambiental e orientações para os órgãos competentes responsáveis pela fiscalização. Os dados obtidos foram comparados à resolução CONAMA 003/90 que estabelece padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos, sendo utilizado como referência o padrão primário. O Índice de Qualidade do Ar indicam concentrações não limitantes para os padrões estabelecidos na área, contudo, as condições sinérgicas com outros empreendimentos na região do DISAL impõe a constante necessidade de monitorar a qualidade do ar neste perímetro, de modo que possíveis alterações, para os parâmetros citados, possam ser percebidas e mitigadas com antecedência, evitando problemas de saúde para as comunidades do entorno.

PALAVRAS-CHAVE: Distrito Industrial São Luís-MA, Poluição Atmosférica, Qualidade do Ar.

INTRODUÇÃO

A poluição do ar é um dos grandes problemas de saúde pública, afetando a saúde dos seres humanos, dos animais e das plantas. Nas cidades industriais, a emissão de gases tóxicos e partículas pelas indústrias, somada à poluição provocada pela circulação de veículos, gera problemas para a saúde da população (ALVES *et al.*, 2011).

Segundo Filho (1989), A poluição do ar pode ser definida como a presença de um ou mais contaminantes colocados na natureza ou atividades do homem, em quantidades que podem causar dano ao homem, animais, plantas ou propriedades; ou que possam interferir negativamente no bem estar das pessoas, na vida das plantas e animais, no meio físico ou na propriedade.

Os problemas provenientes da poluição do ar começaram a ter destaque como uma questão de saúde pública a partir da Revolução Industrial, onde teve início o sistema de urbanização que hoje conhecemos. Na década de 80, a taxa de urbanização brasileira atingiu a marca de 68,9% (BAKONYI *et al.*, 2004).

Os poluentes ficam suspensos no ar e são enquadrados como substâncias sólidas, gasosas ou líquidas, podendo ser categorizados com partículas e aerossóis. As partículas referem-se somente às substâncias sólidas, os aerossóis podem ser tanto líquidos como substâncias sólidas suspensas no ar. Alguns exemplos de particulados são: fuligem, partículas do solo, gotas oleaginosas, poeiras, névoas ácidas, fumaça, fumos e neblina. Os particulados podem ser produzidos na queima incompleta, moagem, corte, e purificação (FILHO, 1989).

Ainda de acordo com Filho (1989), as principais fontes de poluição do ar feitas pelo homem são: transporte, combustão, processos industriais e resíduos sólidos. Estas fontes são classificadas como fontes móveis e estacionárias.

Segundo relatório da CETESB (2009), os poluentes que mais influenciam na qualidade do ar são: monóxido de carbono, dióxido de enxofre, material particulado, ozônio, além do dióxido de nitrogênio.

Em grandes centros urbanos, os veículos automotores contribuem com emissões atmosféricas que podem afetar de forma significativa a qualidade do ar. Os poluentes emitidos por estes carregam diversas substâncias tóxicas que comprometem o ambiente e consequentemente a saúde da população (TEIXEIRA *et al*, 2008).

A qualidade do ar pode ser avaliada, em nível local, regional, nacional e Internacional, através de estimativas das emissões, do uso de modelos matemáticos e de medidas das concentrações ambientais dos principais poluentes usando métodos físico-químicos. Através de tais medidas, pode-se verificar o enquadramento das normas e valores para concentrações de poluentes no ar, conforme legislação vigente. (KLUMPP *et al*, 2001).

A qualidade do ar de uma determinada região ou bacia atmosférica é determinada por complexos fenômenos e relacionamentos envolvendo a quantidade, regime e condições de lançamento de poluentes por fontes emissoras influentes, além de mecanismos de remoção, transformação e dispersão desses poluentes na massa de ar. Desta forma, as condições meteorológicas de micro e mesoescala exercem um papel determinante na frequência, duração e concentração dos poluentes a que estão expostos os possíveis receptores situados na área de influência direta dessas fontes (ECOSOFT, 2005).

Lyra (2005), considera que a magnitude do impacto na qualidade do ar em determinada região depende das condições atmosféricas dominantes, responsáveis pelo transporte, transformação e dispersão dos poluentes emitidos, bem como pelas possíveis ocorrências de situações críticas de poluição do ar, provenientes de fontes industriais ou não. Um dos parâmetros que atuam no sentido de aumentar ou reduzir os níveis de poluição em uma determinada região é a pluviosidade.

A chuva é um fenômeno que ajuda na dispersão dos poluentes, promovendo a remoção e decantação dos particulados. Com a chuva, inicia-se a remoção por carregamento e nesta situação temos a lavagem e transporte do material particulado (ROMÃO. *et al*, 2012).

Neste sentido, a avaliação na qualidade do ar é essencial para diagnosticar os diferentes setores e verificar o grau de contaminação nas áreas circunvizinhas dos possíveis emissores de poluentes atmosféricos.

Com a constante ampliação do Distrito Industrial de São Luís (DISAL), a verificação das condições da qualidade do ar torna-se crucial a fim de determinar padrões históricos e atuais para os diferentes cenários, avaliando a sensibilidade da área, quanto a tendência dos padrões de emissões, contribuindo para implementação de políticas de gestão ambiental e orientações para os órgãos competentes responsáveis pela fiscalização.

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a dispersão de poluentes atmosféricos no Distrito Industrial de São Luís - DISAL, retratando a possível relação desses poluentes com os fatores climáticos locais, permitindo inferir sobre as condições da qualidade do ar em São Luís e possíveis estratégias para aplicação de planos de gestão e fiscalização das atividades industriais, na área.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para diagnosticar a qualidade do ar na área do distrito industrial e adjacências foram utilizados dados oriundos das estações de monitoramento localizadas na Empresa Maranhense de Administração Portuária - EMAP, localizada no Porto do Itaqui, no Centro de São Luís, no bairro da Vila Maranhão, bairro do Bacanga e na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA (Figura 1).

O levantamento de dados referente às Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Partículas Inaláveis (PI), ocorreram entre os dias 11 e 13 de junho/13 para as estações da EMAP, Bacanga e Vila Maranhão, além de 17 a 18 de junho/13 exclusivamente para a estação localizada na EMAP.

Já as informações voltadas à variação mensal do Monóxido de Carbono (CO), Dióxido de Nitrogênio (NO₂), Ozônio (O₃), Partículas Inaláveis (PI), Partículas Totais em Suspensão (PTS) e Dióxido de Enxofre (SO₂), concentrou-se para todo o ano de 2011, considerando os trechos EMAP, Centro de São Luís, Vila Maranhão, Bacanga e UEMA. Os dados foram obtidos através de solicitação oficial junto à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA-MA).

Os dados obtidos foram comparados à resolução CONAMA 003/90 que estabelece padrões de qualidade do ar, métodos de amostragem e análise dos poluentes atmosféricos, sendo utilizado como referência o padrão primário (Tabela 1).

Tabela 1. Padrões de qualidade do ar estabelecido pela Resolução CONAMA n° 03/90, considerando os parâmetros mensurados durante o presente estudo.

Poluentes	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)
Partículas totais em suspensão (PTS)	24 horas ⁽¹⁾	240	150
	MGA ⁽²⁾	80	60
Dióxido de enxofre (SO ₂)	24 horas ⁽¹⁾	365	100
	MAA ⁽³⁾	80	40
Monóxido de carbono (CO)	1 hora ⁽¹⁾	40000	40000
	8 horas ⁽¹⁾	10000	10000
Ozônio (O ₃)	1 hora ⁽¹⁾	160	160
Partículas inaláveis (PI)	24 horas ⁽¹⁾	150	150
	MAA ⁽³⁾	50	50
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	1 hora	320	190
	MAA ⁽³⁾	100	100

(1) Não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

(2) MGA - média geométrica anual.

(3) MAA - média aritmética anual.

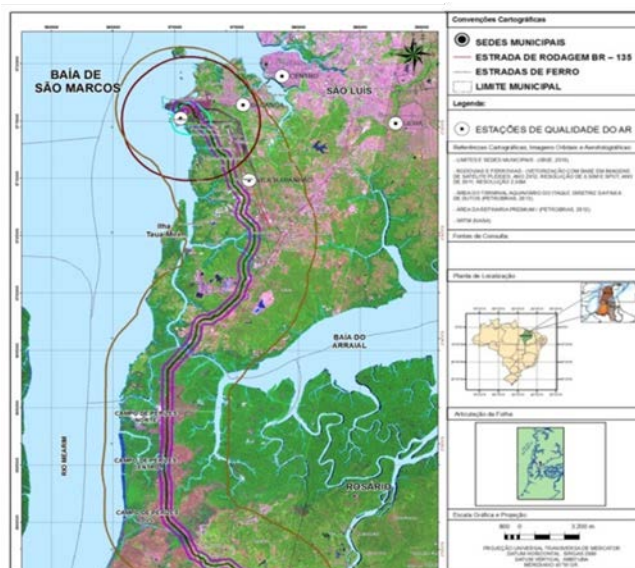


Figura 1. Estações de Monitoramento da Qualidade do Ar.

RESULTADOS OBTIDOS

Para as amostragens referentes ao período de 11 a 18/06/2016, a localidade Bacanga caracterizou-se pelas maiores concentrações de Partículas Totais em Suspensão (PTS), com níveis médios superiores a 70,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na EMAP, em média, as concentrações estabeleceram-se em níveis inferiores a 50,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A Vila Maranhão enquadrou-se como trecho de maior salubridade quanto à concentração deste poluente, apresentando valores sempre inferiores a 26,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabela 2).

Ao longo do período avaliado, os índices pluviométricos foram praticamente inexistentes, impedindo, desta forma, detectar qualquer interferência deste parâmetro na variação dos valores de Partículas Totais em Suspensão.

Na estação da EMAP, os levantamentos considerando as Partículas Totais em Suspensão (PTS) indicaram, como maior registro, o valor de 217 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ às 01:00 do dia 13/06/13, neste mesmo momento, também foi detectado uma redução para velocidade dos ventos, sinalizando tendência deste componente climático em promover maior dispersão do PTS.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão para as medições de Partículas Totais em Suspensão, durante os dias de monitoramento.

Locais	Partículas Totais em Suspensão (PTS)									
	11/06/2013		12/06/2013		13/06/2013		17/06/2013		18/06/2013	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
EMAP	53,6	37,6	69,8	50,2	71,6	45,5	85,8	32	69,6	11
Bacanga	71,8	37,7	31,6	30,9	70,1	40,5	-	-	-	-
Vila Maranhão	13,6	18,6	25,5	16,7	24,1	11,7	-	-	-	-

Quanto às Partículas Inaláveis (PI), as maiores concentrações foram detectadas na estação da EMAP, com níveis médios sempre superiores a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, muito embora tal concentração ainda se estabeleça muito abaixo do que é preconizado na resolução CONAMA 003/90. Os maiores níveis ocorreram às 16:00 horas (121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), enquanto o menor foi registrado às 00:00 e às 03:00 horas (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), ambas as medições são equivalentes ao dia 12/06/2013. A interferência da velocidade dos ventos na dispersão do PI foi mais perceptível nos dias 13 e 17/06/2013.

Na estação do Bacanga os valores para Partículas Inaláveis, apresentaram-se, em média, abaixo de $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante os três dias monitorados, refletindo boas condições de dispersão deste poluente mediante as fontes emissoras mais próximas, tais como os empreendimentos localizados no DISAL. Estes resultados tornam-se menos expressivos quando avaliados as informações oriundas da Vila Maranhão, onde, em média, a concentração de PI estabeleceram-se em níveis inferiores à $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios e desvio padrão para as medições de Partículas Inaláveis, durante os dias de monitoramento.

Locais	Partículas Inaláveis (PI)									
	11/06/2013		12/06/2013		13/06/2013		17/06/2013		18/06/2013	
	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio	Média	Desvio
EMAP	33,2	21,8	44,3	29,9	49,3	23,6	57,7	17,5	53	7,9
Bacanga	29,1	21,6	28,2	18,3	34	20,8	-	-	-	-
Vila Maranhão	11,2	11,8	14,4	9,3	15,8	8,1	-	-	-	-

No concernente aos levantamentos de dados para o ano 2011, as Partículas Totais em Suspensão (PTS) indicaram a tendência de aumento do nível do parâmetro em questão durante o segundo semestre, coincidindo com o fim do período chuvoso. Na estação da EMAP, os meses de agosto a dezembro apresentaram valores acima do limite recomendado pela legislação. Estes resultados sinalizam a capacidade das precipitações na dispersão deste poluente, assim como identifica os locais onde as emissões tornam-se mais significativas, indicando serem estes, os pontos-chaves para um monitoramento mais contínuo, sobretudo, considerando cenários mais alarmantes para fontes oriundas do DISAL.

As Partículas Inaláveis (PI) apresentaram padrões semelhantes às Partículas Totais em Suspensão, com a estação da EMAP apresentando valores superiores aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 003/90. Para o Monóxido de Carbono, os resultados indicaram níveis muito abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA 003/90.

Os resultados para Dióxido de Nitrogênio indicaram níveis bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, apresentando valores sempre inferiores à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante todo o período descrito. Os níveis mais elevados foram observados na estação da EMAP, enquanto os menos expressivos concentraram-se nas estações da UEMA e Vila Maranhão.

As concentrações de Ozônio (O_3), durante o período em questão indicaram padrões abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, com valores sempre inferiores a $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os níveis mais elevados foram observados na estação UEMA, seguido da EMAP. A estação da Vila Maranhão concentrou os menores resultados.

O Dióxido de Enxofre (SO_2) foi o elemento que apresentou concentrações mais inferiores, quando comparados aos demais, e à própria resolução CONAMA 003/90, que prevê limite de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para a média aritmética anual. Os resultados caracterizaram-se por serem bastante homogêneos entre as estações de amostragens. Também, em função dos baixos níveis obtidos, não foi perceptível a influência dos fatores climáticos nos diferentes valores de SO_2 .

ANÁLISE DOS RESULTADOS

As avaliações demonstraram condições ainda não alarmantes para a qualidade do ar no DISAL, porém, é importante ressaltar que a concentração dos poluentes atmosféricos não está ligada somente à intensidade de emissões, mas, também, a um conjunto de fatores, que em condições sinérgicas podem ocasionar o impacto. Nesta linha, Fruehauf (1998), Melo e Mitkiewicz (2002) e Seinfeld e Pandis (1998) destacam que a concentração de poluentes na atmosfera é fortemente influenciada por fatores físicos como a topografia, o perfil da temperatura e a distribuição de pressão que influenciam diretamente a velocidade dos ventos e nível de turbulência, responsáveis pela dispersão dos poluentes atmosféricos.

De acordo com Santos (2006) é indiscutível a influência do clima na qualidade do ar de uma região, pois o transporte dos poluentes depende de condições meteorológicas que influenciam as condições de circulação local alterando a velocidade dos ventos.

Percebendo-se a influência dos fatores climáticos, mesmo com baixas concentrações dos poluentes, atenção especial deve ser dada às emissões de NO_2 (valores mais elevados no primeiro semestre – período chuvoso) e SO_2 , devido a sua capacidade de reação na atmosfera, com potencial para gerar chuva ácida.

Ainda sobre o NO_2 , Vieira et al (2012) mostrou que crianças da zona urbana de São Paulo expostas a esse gás apresentaram sintomas tipicamente associados a doenças respiratórias. Toda a população estudada apresentou sibilo, ruído semelhante a um assobio agudo, característico da asma.

Para as PI's, os resultados encontrados chegaram a atingir $62\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo superiores aos registrados por Quiterio et al. (2005), para o distrito industrial de Magé ($55,4\mu\text{g}/\text{m}^3$), e por Baldasano et al. (2003) com valores na ordem de $53\mu\text{g}/\text{m}^3$, em Caracas na Venezuela. Já Allen et al (2009), na área de influência do polo industrial de Cubatão, em São Paulo, encontrou valores superiores, que variam de 57 a $157\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tais resultados demonstram que as concentrações observadas no DISAL são comparáveis (e em alguns casos superior) a valores observados em outras regiões industriais e áreas urbanas no Brasil e América Latina.

As elevadas concentrações de Particulados (acima dos limites definidos pela legislação) no DISAL apresentou uma notória relação inversa com as precipitações locais, sinalizando a importância das chuvas no processo de dispersão desses materiais, e, conseqüentemente, para a gestão regional da qualidade do ar.

As observações em campo permitem inferir que os gases e partículas das descargas dos diversos veículos, sobretudo os de grande porte, que operam na área do DISAL, bem com as pilhas de matérias, por exemplo, minério e carvão mineral, estocados a céu aberto nos empreendimentos, além das diversas emissões oriundas dos processos operacionais das indústrias de cimento são fontes com potencial para influenciar a qualidade do ar no DISAL, com conseqüente prejuízo na saúde da população existente nos bairros do entorno.

Constatação similar foi alcançada por Allen et al (2009) dentro do parque industrial de Cubatão (SP) e adjacências, onde concluiu que a poluição do ar é influenciada pelo transporte rodoviário local e de partículas de suspensão de poeiras.

O dióxido de enxofre, de forma geral, apresentou-se sempre inferior à $10\mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo inferior aos registrados por Barbon e Gomes (2010) no município de Araucária, um importante polo industrial do estado do Paraná.

Apesar do dióxido de enxofre (SO_2) apresentar-se dentro dos limites legalmente instituídos, deve-se considerar a hipótese do mesmo provocar efeitos nocivos à saúde da população exposta. Tal afirmativa é corroborada por Bakonyi et al (2004) visto assegurar que a associação entre poluição e morbidade não exibe um nível de segurança para os poluentes, ou seja, não é caracterizado um nível seguro de poluição abaixo do qual não ocorra efeito.

Nesta linha, Esquivel et al. (2011) também destacam que mesmo níveis baixos de poluição do ar, causam efeitos sobre a mortalidade e a morbidade humana. Isso reforça o entendimento de que a poluição atmosférica, ultrapassando ou não os padrões de qualidade estabelecidos, promove efeitos adversos na saúde das pessoas expostas.

Esta percepção também é afirmada em outros estudos no Brasil (Freitas et al., 2004; Nardocci et al., 2013) e no exterior (Clancy et al., 2002; Ostro et al., 2006) que obtiveram resultados positivos na relação entre concentrações de poluentes atmosféricos e a morbidade/mortalidade de pessoas. Considerando a quantificação de exposições, em longo prazo, os valores não devem ser superiores a média $20\mu\text{g}/\text{m}^3$, para o período de 24 horas (Xiaolin et. al., 2009).

Para o CO , embora os valores tenham ficado abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, observou-se concentrações mais elevadas no segundo semestre do ano, período em que chove pouco na região, tornando a sensação de calor mais intensa. Jo e Nam 1999 destacaram que no inverno asiático as concentrações de CO , são mais elevadas devido ao maior consumo de combustíveis. Esta teoria poderia ser aplicada à condição local de São Luís, pois na estiagem (segundo semestre do ano) há uma tendência, também, de maior consumo de

combustível, devido o constante uso de ar-condicionado dos veículos, provocados pela sensação de calor e umidade relativa, levemente mais baixa, para esta época do ano.

A avaliação do O_3 apresentou relação direta com o aumento da radiação solar. Freitas et al., 2004, assinalou a relação entre ozônio e morbimortalidade como efeitos detectados nos meses quentes do ano. Para o presente estudo as concentrações de ozônio também esteve mais elevada na época em que as temperaturas apresentaram-se mais expressivas, associada às baixas precipitações pluviométricas.

Ressalta-se que o O_3 não apresenta emissão direta na atmosfera, sendo produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os NO_x e compostos orgânicos voláteis (VOCs), o que torna crucial o monitoramento e fiscalização das atividades industriais do DISAL, sobretudo, no segundo semestre do ano, de modo a garantir o gerenciamento dos efluentes atmosféricos emitidos sobre a cidade de São Luís - MA.

CONCLUSÃO

Os resultados apresentados indicam padrões ainda adequados para as concentrações dos poluentes atmosféricos. A variação sazonal dos parâmetros esteve sempre associada à dinâmica das precipitações pluviométricas e em alguns momentos à velocidade dos ventos.

Comparando-se os pontos de amostragens, apenas na estação da EMAP, houve níveis superiores aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 003/90.

O SO_3 foi o parâmetro que apresentou concentrações menos expressivas, caracterizando-se por distribuições bem homogêneas, tanto no quesito espacial como temporal.

Os resultados apresentados indicam concentrações não limitantes para os padrões estabelecidos na área, contudo, as condições sinérgicas com outros empreendimentos na região do DISAL impõe a constante necessidade de monitorar a qualidade do ar neste perímetro, de modo que possíveis alterações, para os parâmetros citados, possam ser percebidas e mitigadas com antecedência, evitando problemas de saúde para as comunidades do entorno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, A. M.; RAMOS, T. G.; MELLO, J. C. C. B. S. & BIONDI-NETO, L. **Estudo da qualidade do ar do estado de São Paulo por meio de mapas auto-organizáveis de kohonen**. Relatórios de pesquisa em engenharia de produção v 11.n. 13, 2011.
2. BAKONYI, S.M.C. et al. **Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba**, PR. Revista Saúde Pública. v.38. n 5 . p 695. 2004.
3. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Série Relatórios – **Qualidade do ar no Estado de São Paulo**, 2009.
4. COSTA, E. R. H. **Estudo de Polímeros Naturais como Auxiliares de Flocculação com Base no Diagrama de Coagulação do Sulfato de Alumínio**. São Carlos. 1992. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 1992.
5. COSTA, E. R. H. **Metodologia para o uso combinado de polímeros naturais como auxiliares de coagulação**. XVII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. 1993. Anais. Natal, RN, 1993.
6. COSTA, E. R. H. **Aumento da capacidade de estações de tratamento de água através da seleção de coagulantes e auxiliares de flocculação especiais**. XVIII CONGRESSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 1995. Anais. Salvador, BA, 1995.
7. DI BERNARDO, L. **Métodos e Técnicas de tratamento de Água** - V. I e II. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, Brasil, 1993.
8. DI BERNARDO, L. **Comparação da Eficiência da Coagulação com Sulfato de Alumínio e com Cloreto Férrico - Estudo de Caso** - VI SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 1994. Anais. Florianópolis, 1994.
9. DI BERNARDO, L. **Comunicação pessoal sobre Técnicas de Tratabilidade**. 1993/1995.
10. FILHO, J. B. G. **Poluição do ar: Aspectos Técnicos e Econômicos do Meio Ambiente**. ECP – Consultoria Ambiental. Disponível em: <www.consultoriaambiental.com.br>. Acesso em: 16/06/2016. 25 p. 1989.

11. FILHO, J. B. G. **Poluição do ar: Aspectos Técnicos e Econômicos do Meio Ambiente**. ECP – Consultoria Ambiental. Disponível em: <www.consultoriaambiental.com.br>. Acesso em: 16/06/2016. 25 p. 1989.
12. LYRA, D. G. P. **A influência da meteorologia na dispersão dos poluentes atmosféricos da região metropolitana de Salvador**. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, Florianópolis., 14. Anais... Disponível em: [http:// www.cbmet.com/cbm-files/14-330d58ca3e4bb20c4d89fa6fb220ab31.pdf](http://www.cbmet.com/cbm-files/14-330d58ca3e4bb20c4d89fa6fb220ab31.pdf). 2006. Acesso em 16/06/2016.
13. TEIXEIRA, E.C.; FELTES, S.; SANTANA, E. R. R. **Estudo das emissões de fontes móveis na região metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul**. Química Nova, v. 31, n. 2, 2008.
14. KLUMPP, A; ANSEL, W; KLUMPP, G; FOMIN, A. **Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: A rede europeia para a avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras**. Revista brasileira de Botânica, São Paulo, v. 24, n. 4 (suplemento), p. 511-518. 2001.