



**VI-216 - PROGRAMA DE BIOMONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR
DA CIDADE DO SALVADOR
PROPOSTA E RESULTADOS PRELIMINARES**

Josanídia Santana Lima⁽¹⁾

Bióloga, Doutora em Ecologia Paisagística pela Universidade de Kassel, Alemanha; Professora Adjunto IV do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. Atua nas áreas de biomonitoramento da poluição atmosférica e no gerenciamento de resíduos sólidos urbano e industrial.

Claudia Luizon Dias Leme

Bióloga, Professora Adjunto I do Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia

Dália Melissa Conrado

Bióloga pela Universidade Estadual de Maringá/PR, Mestranda em Ecologia e Biomonitoramento no Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. Bolsista do IIDEAS – Instituto Ibá de Desenvolvimento Ambiental e Social.

Alice Torres Barbosa

Graduanda em C. Biológicas no Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia. Bolsista do IIDEAS.

Joselli Santos Silva

Graduanda em Ciências Biológicas na Universidade Estadual de Feira de Santana. Bolsista do IIDEAS.

Endereço⁽¹⁾: LAVIET (Laboratório de Alternativas Viáveis a Impactos em Ecossistemas Terrestres), Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia, Campus de Ondina, 40190-270 Salvador-Ba-Brasil, Fone&Fax – 71 33325108, joslima@ufba.br, – www.laviet.ufba.br

RESUMO

O Brasil apresenta problemas de poluição atmosférica como consequência do crescimento populacional e da sua política de desenvolvimento industrial, apesar de, teoricamente, ser a Legislação Ambiental Brasileira, uma das mais completas do mundo. A poluição atmosférica é responsável por diversos efeitos prejudiciais nos ecossistemas e na saúde humana. O biomonitoramento atmosférico (uso de vegetais como ferramenta na avaliação da qualidade do ar) recorre a metodologias simples e reproduz de modo mais fiel, a qualidade do ar, uma vez que avalia respostas de sistemas biológicos de modo integrado, ou seja, a ação de vários poluentes ao mesmo tempo e em condições atmosféricas reais. É de reconhecimento mundial a utilização do biomonitoramento como ferramenta na avaliação da qualidade ambiental. Trabalhos desenvolvidos concluíram que plantas como o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), a mangueira (*Mangifera indica*), a tradescantia (*Tradescantia pallida*), o musgo esfagno (*Sphagnum spp.*) e o tabaco (*Nicotiana tabacum*) podem ser empregados, com sucesso, no biomonitoramento da qualidade ambiental de áreas sob influência de emissões atmosféricas (www.laviet.ufba.br). A Universidade Federal da Bahia, através do LAVIET – Laboratório de Alternativas Viáveis a Impactos em Ecossistemas Terrestres, do Instituto de Biologia, a Prefeitura Municipal do Salvador, através da SEPLAM (Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente), o Depto de Ciências Biológicas - Laboratório de Genética Toxicológica da Universidade Estadual de Feira de Santana e o IIDEAS – Instituto Ibá de Desenvolvimento Ambiental e Social se propuseram a desenvolver o primeiro Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador-Ba. Utilizando vegetais a qualidade do ar da cidade passou a ser monitorada. Foram definidas oito estações experimentais onde foram expostos vasos chamados de biomonitores ativos. Também foram avaliadas plantas locais, chamadas de biomonitores passivos. As espécies vegetais analisadas foram o feijoeiro, tabaco, esfagno (um musgo reconhecido por acumular metais pesados), tradescantia (planta ornamental), e a mangueira. As atividades já realizadas foram a implantação do experimento nos pontos amostrais, palestras em escolas e análises laboratoriais. Os estudos estão em sua fase inicial e apresenta dados preliminares. Os dados obtidos auxiliarão na definição de áreas mais e menos impactadas, proporcionando informações à comunidade sobre a qualidade do ar da cidade. A eficiência e o comprometimento do arranjo institucional como um todo, são decisivos para o sucesso de qualquer atividade de cooperação.

PALAVRAS-CHAVE: Biomonitoramento, poluição atmosférica, avaliação da qualidade do ar



INTRODUÇÃO

Salvador é uma cidade de grande porte, com intensa atividade turística, e em plena expansão, que não possuía uma rede de monitoramento da qualidade do ar. Monitorar a qualidade do ar de Salvador se apresenta como algo necessário, especialmente pelo fato da cidade, a princípio, mostrar ter uma atmosfera de boa qualidade, o que reforçaria a sua aptidão turística. Resultados de pesquisas sobre a qualidade do ar, que vêm sendo desenvolvidas pelo LAVIET do Instituto de Biologia da UFBA (www.laviet.ufba.br), na área urbana de Salvador, empregando plantas de tabaco no biomonitoramento do ozônio, indicam baixas concentrações deste poluente. Por outro lado, a planta ornamental Tradescantia pallida, usada durante um ano (Lima e outros, 2001) para avaliar a presença de poluentes atmosféricos cancerígenos, inicialmente mostrou leves alterações celulares, indicadoras da presença de tais poluentes, devendo ser investigadas com mais profundidade. Redes de monitoramento para avaliar a qualidade do ar são muito caras, exigem pessoal altamente qualificado e fornecem informações limitadas. Informações como concentração de poluentes são muito importantes, porém quando pontuais e isoladas não informam sobre o efeito da mistura de poluentes a médio e longo prazos nos organismos vivos, muito menos sobre a influência de fatores ambientais, como temperatura e umidade, na ação dos poluentes. Análises físico-químicas fornecem informações momentâneas sobre a presença e concentração de poluentes individualmente. O biomonitoramento por sua vez, realizado empregando-se organismos vivos como plantas, representa efeitos de poluentes integradamente. É de reconhecimento mundial a utilização do biomonitoramento como ferramenta imprescindível na avaliação da qualidade ambiental. O biomonitoramento atmosférico (uso de vegetais como ferramentas na avaliação da qualidade do ar) recorre a metodologias simples e baratas e reproduz de maneira mais fiel a qualidade do ar de uma localidade, uma vez que avalia respostas de sistemas biológicos de modo integrado. As medições podem ser feitas com a ajuda de plantas indicadoras, com baixo custo de manutenção e monitoramento (Grodzinska 1982; Prado Filho, 1992 e 1993). O uso de vegetais como bioindicadores de poluição atmosférica é mais econômico e prático do que muitas análises de solo, água ou ar (Strehl, 1983). A Universidade Federal da Bahia, através do LAVIET, a Prefeitura de Salvador, através da SEPLAM, o Depto de Ciências Biológicas - Laboratório de Genética Toxicológica da Universidade Estadual de Feira de Santana e o IIDEAS – Instituto Ibá de Desenvolvimento Ambiental e Social, deram início ao Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador em janeiro de 2004. Esse programa busca, em caráter pioneiro, utilizar vegetais como instrumentos de avaliação, fornecendo assim informações sobre a qualidade do ar da cidade.

BENEFÍCIOS DA REDE DE BIOMONITORAMENTO PARA A PREFEITURA DO SALVADOR:

- 1) Salvador disporá de uma ferramenta, com padronização internacional, fornecedora de informações sobre a qualidade do ar, a baixos custos;
- 2) As informações fornecidas através da rede de biomonitoramento poderão servir como ferramenta auxiliar no planejamento urbano, por exemplo:
 - a- sugerindo a necessidade de reordenamento do tráfego de veículos;
 - b- indicando a sensibilidade ou resistência de espécies ornamentais;
 - c- fundamentando discussões e iniciativas relacionadas à qualidade de vida da população de Salvador e seus turistas.
- 3) A Prefeitura disporá de recursos humanos especializados a nível de graduação e pós-graduação;
- 4) Confirmação com base científica da qualidade do ar da cidade, e sugestões de medidas a serem tomadas para o incremento desta qualidade;

JUSTIFICATIVA

O crescimento da população humana e da industrialização mundial determinaram um aumento, sem precedentes, na contaminação do ar, originando diversos efeitos prejudiciais nos ecossistemas e na saúde humana, sendo um dos fatores que provocam diversas consequências como câncer, maiores taxas de mortalidade infantil (Ruiz e outros 1992, Ma 1995), desenvolvimento de infecções respiratórias, asma, alergias, complicações cardiovasculares e mutações genética em humanos (Brauer e outros 2002; Brunekreef e outros 2002; Pereira, et al. 2002).

O Brasil apresenta hoje graves problemas de poluição atmosférica e a gênese desses problemas reside em grande parte na política industrial que tem sido adotada para o desenvolvimento do País. Teoricamente, a Legislação Ambiental Brasileira é uma das mais completas do mundo, entretanto, com relação à poluição do



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

ar é ainda bastante deficiente, sobretudo, quanto à definição e regulamentação das emissões atmosféricas (Orsini, 1994). Neste contexto, pouco tem sido feito para se evitar os efeitos dessas emissões sobre o meio ambiente, levando muitas vezes a uma completa devastação nas imediações de parques industriais.

Poluentes atmosféricos, como o dióxido de enxofre (SO₂) óxidos de nitrogênio (NO_x), hidrocarbonetos e o ozônio (O₃), podem atuar nas células do seres vivos como agentes mutagênicos (Fishbein, 1976 apud Grant, 1998).

O dióxido de enxofre é um gás que tem um odor pungente em altas concentrações. É produzido pela queima de combustíveis fósseis tais como carvão e petróleo. É também resultante de vários processos industriais. Uma vez liberado na atmosfera, é transformado em trióxido de enxofre e posteriormente em ácido sulfúrico e sulfato particulado na taxa de 1% por hora. Devido a sua alta solubilidade, age diretamente sobre as membranas mucosas dos olhos e trato respiratório. Pessoas asmáticas são consideradas de alto risco.

A concentração de ozônio na atmosfera tem crescido ao longo dos anos, especialmente nos grandes centros urbanos, onde os reflexos do desenvolvimento industrial tornam-se mais evidentes. O padrão diário do ozônio presente no ar das cidades de grande porte, mostra que nas primeiras horas da manhã, a emissão de óxido nítrico (NO) e de hidrocarbonetos é alta em função do intenso tráfego de carros durante as horas de pico. À noite, o nível cai por conta da redução da quebra do NO₂ e da emissão do NO. Fatores como alta umidade relativa do ar e ausência de ventos concorrem para o agravamento da situação, uma vez que favorecem a formação de uma camada estacionária de ozônio, à qual estão sujeitos todos os organismos vivos, independente do grau de organização. O Ozônio presente na atmosfera é produzido primariamente das descargas elétricas, a partir de reações químicas causadas pela luz solar ou radiação. Entretanto esse componente é gerado também a partir das atividades humanas. Já o material particulado é um conglomerado de substâncias quimicamente heterogêneas emitidas pelos veículos, indústrias, construção civil, queimadas, cigarro, etc. que além de provocar problemas de saúde em humanos, provoca sérias injúrias na vegetação.

Para avaliar a mutagenicidade dessas substâncias, plantas do gênero *Tradescantia* (Commelinaceae) são comumente utilizadas. Este vegetal, com ampla distribuição na cidade de Salvador, é um excelente indicador da presença de substâncias carcinogênicas. Batalha et al. (1999) testaram o uso de *Tradescantia pallida* cv. *purpurea*, planta ornamental facilmente encontrada em ruas e jardins, mesmo em locais com concentrações elevadas de poluentes atmosféricos, e concluíram que a espécie também é adequada para esse tipo de avaliação. A formação de micronúcleos e o seu incremento são indicadores de clastogenicidade (Ma et al. 1995, Rodrigues et al. 1997, Grant 1998), originando o câncer.

É importante salientar que um estudo feito por Pereira et al. (2002) revelou suscetibilidade de mutação genética em feto humano induzido por poluentes do ar. Devido ao fato da estrutura do DNA e seus mecanismos de dano e recuperação serem universais para todos os seres vivos, a clastogenicidade revelada em cromossomos vegetais deve ter a mesma validade daquela obtida em cromossomos de mamíferos (Ma, 1990). Assim, sua eficiência para taxar perigos à saúde não pode ser negligenciada pelo fato do teste utilizar cromossomos vegetais, podendo servir como um indicador do efeito de poluentes carcinogênicos em seres humanos.

Alterações na anatomia foliar têm sido relacionadas ao efeito da poluição atmosférica (Dässler, 1991). Segundo Posthumus (1982), sintomas morfológicos e macroscopicamente visíveis resultam de alterações nas plantas sob ação de poluentes atmosféricos. Parâmetros de crescimento e sintomas visíveis nos vegetais, por serem de fácil observação, também são utilizados na avaliação da qualidade atmosférica. Eles são modificados como consequência de várias alterações funcionais e estruturais do metabolismo vegetal (Guderian et al., 1987).

A mangueira, amplamente utilizada como biomonitor na Índia, responde à presença de material particulado na superfície de suas folhas, o que pode ser mensurado em laboratório. Vários trabalhos com a mangueira já foram desenvolvidos no LAVIET. A presença deste poluente altera a concentração de substâncias, a exemplo de ácido ascórbico e prolina, que podem ser mensurados em laboratório.

No Brasil, a *Nicotiana tabacum* foi indicada como potencial bioindicadora através de estudos de monitoramento do ar na área do complexo industrial de Cubatão/SP (Klumpp & Klumpp, 1996). O tabaco é padronizado internacionalmente como biomonitor da presença de ozônio.

Trabalhos desenvolvidos no LAVIET, avaliando o efeito da poluição atmosférica na vegetação, entre eles, LIMA e outros 1997a, 1997b; FERNANDES e outros 1999; LIMA e outros 2000A, 2000B; ALMEIDA e



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

outros 2000; HINTMANN e outros 2000; LIMA e outros 2001; LIMA e outros 2003; KLUMPP e outros 2003, concluíram, entre outros, que o feijoeiro, a mangueira, a tradescantia, o musgo *Sphagnum sp* e o tabaco podem ser empregados, com sucesso, no biomonitoramento da qualidade ambiental de áreas sob influência de emissões atmosféricas industriais e urbanas.

METODOLOGIA

A proposta apresentada previu a avaliação dos vegetais *Tradescantia sp*, *Mangifera indica*, *Nicotiana tabacum*, *Phaseolus vulgaris* e *Shagnum sp* por um período mínimo de um ano. Em conjunto com a Prefeitura Municipal do Salvador foram definidas oito estações experimentais no perímetro urbano, que melhor caracterizavam a dinâmica de entrada, circulação e saída do ar da cidade. Os locais definidos foram: 1) Av. Juracy Magalhães Jr. – INFAZ; 2) Av. Paralela – Faculdades Jorge Amado; 3) Monte Serrat – Centro de Recursos Ambientais; 4) Cajazeira X – Fundação Escola Bradesco; 5) BR324 – Itapemirim; 6) Coutos – Escola Cid Passos; 7) Liberdade – Escola Estadual Duque de Caxias; 8) Comércio – 2º Distrito Naval;

Os biomonitores ativos, o feijoeiro e o tabaco foram cultivados na Usina Experimentação de Compostagem do IBIO-LAVIET. Os biomonitores passivos, mangueira e tradescantia, foram identificados nas estações experimentais escolhidas. No caso da tradescantia, em alguns lugares esta foi plantada em canteiros com apoio da Prefeitura Municipal do Salvador. Em 22 de maio de 2004 o experimento foi montado nas estações escolhidas. Foram avaliadas respostas fisiológicas, a exemplo da concentração de enxofre foliar na mangueira e alterações na anatomia foliar. O surgimento de micronúcleos nas células da *Tradescantia sp*, como uma indicação da presença de substâncias carcinogênicas foi avaliado em parceria com o Departamento de Biologia da Universidade Estadual de Feira de Santana. Com o uso de Eco-Badge mediu-se a concentração do ozônio diretamente no ar. Foram expostas placas de petri com filtros saturados em carbonato de potássio. Estes filtros ao absorverem o enxofre do ar formam o sulfato de potássio, que solubilizado em água reage com o cloreto de bário (adicionado) formando o sulfato de bário, que é então medido no espectrofotômetro. Através de uma curva de calibração, tem-se os teores do sulfato no filtro.

Nos pontos previamente identificados foram expostos módulos onde foram colocados vasos com as plantas biomonitoras. Trata-se de um sistema de auto-irrigação que viabiliza a manutenção das plantas. Houve visitas semanais para manutenção dos módulos expositores. Foram realizadas coletas dos vegetais para análises laboratoriais. Foram realizadas palestras nas escolas participantes do Programa. Com o grupo de trabalho foram realizadas reuniões semanais.

RESULTADOS OBTIDOS

Foram realizadas, antes do período de implantação do experimento em campo, reuniões e palestras (fotos 1 e 2) com a comunidade envolvida de maneira direta com o programa. Essas reuniões e palestras tiveram por finalidade explicar à comunidade o objetivo e a importância do Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador, e contemplaram, principalmente, os estudantes das escolas onde as estações de biomonitoramento da qualidade do ar foram implantadas.



Foto 1 - Reunião na Escola Cid Passos



Foto 2 - Palestra na Escola Duque de Caxias



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

Com o objetivo de coletar uma das espécies empregadas no Programa de Biomonitoramento foram realizadas viagens a Mucugê-Ba para coleta do musgo do gênero *Sphagnum* sp. O musgo coletado foi transportado para o LAVIET para triagem e identificação (fotos 3 e 4).



Foto 3 - Coleta de Esfagno



Foto 4 - Lavagem do Esfagno

As demais espécies empregadas (Feijão e Tabaco) foram cultivadas em vasos, contendo substrato padronizado e em condições de igualdade de temperatura e umidade. A disponibilidade de nutrientes para os vegetais foi padronizada.

Em janeiro de 2004 foram iniciados os levantamentos de custos de reagentes, materiais e equipamentos necessários à condução do Programa pelo período de doze meses. Em março a aquisição de materiais para a implementação do projeto foi concluída.

Durante este período, os módulos expositores (estruturas de metal utilizadas para dar suporte aos vegetais no campo) foram confeccionados. Dessa forma, com o Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador, foram adquiridos: Medidor de Ozônio: “Eco-Badge” (foto 5); Telado para cultivo dos vegetais na Usina Experimental de Compostagem mantida pelo LAVIET (foto 6); Moinho do tipo Willey – utilizado na moagem e preparo do tecido vegetal para análises; Medidor de clorofila: “Hidro N-Tester”



Foto 5 - Medidor de Ozônio (Eco-Badge)



Foto 6 - Telado na Usina de Compostagem

Nos dias 21 e 22 de maio de 2004, com a disposição no campo dos módulos expositores, os biomonitoradores ativos e a implantação do sistema de auto-irrigação (fotos 7 e 8), foi iniciado o biomonitoramento nas estações experimentais.



Fotos 7 e 8 - Implantação do experimento

Após o período de um mês, foi realizada, nos dias 19 e 21 de junho de 2004, a primeira campanha. Esta campanha teve como objetivos: A amostragem de folhas de feijão e de mangueira para análises; substituição dos vasos de tabaco e feijão. Os vasos dos biomonitores ativos foram coletados, enviados ao LAVIET e substituídos por novos vasos; Substituição dos monitores químicos de SO₂ por novos. A segunda campanha foi realizada no dia 19 de Julho de 2004 e as atividades realizadas foram as mesmas descritas acima. As fotos 9 e 10 ilustram a coleta e manutenção do experimento



Fotos 9 e 10 - Manutenção do experimento

Parte das amostras remetidas ao LAVIET foram processadas. Objetivando esclarecer dúvidas e propor ajustes na condução do programa, foram realizadas reuniões semanais no Instituto de Biologia da UFBA. Nessas reuniões além da discussão de questões diretamente relacionadas ao Programa, a equipe assistiu a aulas sobre qualidade do ar fornecidas pelo tele-curso do Banco Mundial. As fotos 11 e 12 ilustram as reuniões de equipe.



Figuras 11 e 12 - Reuniões semanais

Com este Programa foram realizadas 6 coletas. Boa parte do material coletado ainda se encontra no laboratório. De um modo geral, as respostas dos biomonitores se diferem significativamente nos pontos Liberdade, BR-324 e Paralela. O número de veículos que circulam nestes pontos quando comparados com os demais pontos em estudo é significativamente maior, o que justifica o comportamento diferenciado dos vegetais. Soma-se a esta situação a pouca circulação de ventos na Liberdade, o que impede a diluição dos poluentes emitidos pelos veículos. Por tratar-se de resultados preliminares, qualquer afirmação sobre o nível de poluição característico dos oito pontos deve ser feita de modo bastante cuidadoso. Observa-se que, comparativamente, os três pontos acima mencionados, se diferem dos demais. A continuação da pesquisa é imprescindível para uma interpretação mais acertada.

Os resultados das análises, realizadas até o momento, indicam que os danos visíveis apresentados pelo tabaco como resposta a presença de ozônio foram melhores observados: em junho: BR-324 e o Bairro Cajazeiras X como os mais afetados; em setembro: o Bairro Coutos foi o que apresentou injúrias visíveis na folha; em outubro: apenas a Av. Luis Viana/Paralela apresentou danos; em novembro: a Av. Luis Viana e o Bairro Cajazeiras X apresentaram danos foliares visíveis.

O teor de enxofre nas folhas da mangueira, nas amostras analisadas, mostra os seguintes pontos mais concentrados: Em junho: Av. Luis Viana/Paralela (1.561mg/kg), e o Bairro Liberdade (1.257mg/kg); Em julho: Av. Luis Viana/Paralela (1.734mg/kg), e o Bairro Liberdade (1.236mg/kg). Segundo Farog e outros (1999), concentrações acima de 1.270mg/kg de enxofre em folhas de mangueiras corresponde a 8,0ppm de dióxido de enxofre atmosférico, sendo responsável por sérios danos foliares. O enxofre foliar nas folhas do feijoeiro indica a Rodovia BR-324 (3.364,87ppm) como a área de maior concentração.

Resultados da concentração de ácido ascórbico foliar, cujo incremento na produção está relacionado ao metabolismo de radicais livres formados pela presença do enxofre, indicam a Rodovia BR-324 (17,612mg) e a Av. Luís Viana/Paralela (17,612mg) com as maiores concentrações nas folhas, no mês de junho, indicando possível estresse por poluição gasosa.

O pH da superfície da folha da mangueira foi mais baixo na Rodovia BR-324 (5,25) e na Av. Luís Viana/Paralela (5,8), indicando a presença de poluentes mais ácidos. A condutividade externa dessas folhas foi mais alta no Bairro Liberdade (110,1:S/cm) e Monte Serrat (152,7:S/cm), indicando a presença de sais. Este último ponto devido à alta salinidade do local, situado próximo ao mar. De acordo com Subsri e outros (2002), o pH é menor e a condutividade é maior em locais mais poluídos.

O material particulado aderido à superfície externa das folhas da mangueira mostrou valores maiores na Av. Luís Viana/Paralela (28,875mg/cm²) e no Bairro Cajazeiras X (27,656mg/cm²).

A análise anatômica da folha da mangueira nos estômatos (células especializadas na troca gasosa), revelou apenas diferenças na quantidade de estômatos (maior) no Bairro Liberdade. Domingos (2001) cita estudos com várias plantas, nas quais a maior quantidade de estômatos é relacionada com o aumento da poluição gasosa.



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

Os dados obtidos com as análises do feijão revelaram que, em relação à clorofila, o Bairro Liberdade apresenta valores mais altos. Os valores parciais das médias acumuladas do teor de catalase de todos os meses apontam a Rodovia BR-324 (259,7ml/min) como o local mais perturbado.

Estes são os dados disponíveis até o momento.

É importante salientar que os estudos estão em sua fase inicial e para se caracterizar a situação local a pesquisa deve continuar por um período bem mais longo. Com a continuidade do Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador pretende-se obter dados que auxiliem na definição de áreas mais e menos impactadas. Por isso, é fundamental a continuidade de um Programa completo e bem estruturado, a serviço da qualidade de vida e do meio ambiente.

É relevante informar que o Programa de Biomonitoramento aqui apresentado sofreu uma brusca interrupção no seu desenvolvimento, provocada pelo não repasse de verba por parte da Prefeitura Municipal do Salvador no final da gestão passada, implicando em sérios danos científicos e administrativos. A última de três parcelas que deveria ter sido repassada no mês de agosto de 2004, somente foi liberada na gestão atual no final do mês de fevereiro de 2005. Proposta de continuidade do Programa de Biomonitoramento foi submetida à FAPESB (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado da Bahia), cuja aprovação estará viabilizando a retomada das atividades do biomonitoramento. A eficiência e o comprometimento do arranjo institucional como um todo, são decisivos para o sucesso de qualquer atividade de cooperação.

AGRADECIMENTOS

A Carlos Bahia Júnior e Reinildo de Jesus Silva por toda colaboração e compreensão durante os momentos muito difíceis vivenciados durante o desenvolvimento deste trabalho. Ao INFAZ, às Faculdades Jorge Amado, ao Centro de Recursos Ambientais (CRA), à Escola Fundação Bradesco em Cajazeiras à Itapemirim na BR 324, à Escola Cid Passos, à Escola Estadual Duque de Caxias e ao 2º Distrito Naval pela colaboração em ceder o espaço para exposição dos biomonitores. Ao Ouvidor da Prefeitura Municipal do Salvador, Sr Humberto Viana e à Diretora do Instituto de Biologia, Profa Dra Marlene Peso de Aguiar pelo empenho na liberação da última parcela do projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ALMEIDA, V. S. Alterações nos teores de enxofre e de metabólitos indicadores de estresse em árvores adultas de *Mangifera indica* L. cv. "espada" expostas à poluição aérea e edáfica, na região do Pólo Petroquímico de Camaçari/BA. Dissertação de Mestrado - Instituto de Geociências - UFBA. Salvador/Bahia. 2000.
- 2- BRASIL, CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 003, de 28 de junho de 1990. Estabelece os padrões de qualidade do ar para os poluentes regulamentados. Diário Oficial da União. Brasília, 22 de ago. de 1990, Seção I, p. 15.937-15.939.
- 3- BRAUER, M.; HOEK, G.; VAN VLIET, P.; MELIEFSTE, K.; FISCHER, P.H.; WIJGA, A.; KOOPMAN, L.P.; NEIJENS, H.J.; GERRITSEN, J.; KERKHOF, M.; HEINRICH, J.; BELLANDER, T.; BRUNKEEF, B. Air pollution from traffic and the development of respiratory infections and asthmatic and allergic symptoms in children. *Am J Respr Crit Care Med.* 166 (8): 1092-8, 2002.
- 4- BRUNEKREEF, B.;HOLGATE, S.T. Air pollution and health. *Lancet.* 360 (9341): 1233-42, 2002.
- 5- FERNANDES, E. E. B.; LIMA, J. S. *Phaseolus vulgaris* no biomonitoramento de emissões atmosféricas no Pólo Petroquímico de Camaçari-BA. *Rev. Fac. Ciências Biológicas do Centro de Ciências Médicas. Sorocaba/SP.* 1999. v. 2, pp. 149-161.
- 6- FERNANDES, Êrika Barreto *Phaseolus vulgaris* L. cv no Monitoramento Ativo da Poluição Atmosférica do Pólo Petroquímico de Camaçari. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biologia - UFBA. Salvador/Bahia. 1999.
- 7- GRODZINSKA, K. Monitoring of air pollutants by mosses and tree bark. In: STEUBING, L.; JÄGER, H.-J. *Monitoring of air pollutants by plants methods and problems.* Copyright, Netherlands. 1982, pp. 33-42.
- 8- GUDERIAN, R.; BALLACH, H.J.; KLUMPP, A.; KLUMPP, G.; KÜPPERS, K.; VOGELS, I.-M. K. Reactions of Norway Spruce to air pollution in fumigation experiments and in damaged Forest Stands. In:



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

- Proceedings of the US/FRG Research Symposium: effects of atmospheric pollutants on the spruce-fir forests of the Eastern United States and the Federal Republic of Germany. Burlington-Vermont. 1987. pp. 389-405.
- 9- HINTEMANN, T.; Klumpp, A.; Kandeler, E.; Lima, J. S. Biomonitoring of air pollution effects near a copper smelter in Brazil using mango trees and soil microbiological parameters. In: Abstracts of Second International Conference on plants and environmental pollution. Lucknow-India. 2002. pp. 28.
 - 10- KLUMPP, A.; KLUMPP, G.; DOMINGOS, M. Bio-indication of air pollution in the tropics - The active monitoring programme near Cubatão (Brazil). *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft*. v. 56, p. 27-31, 1996a.
 - 11- LIMA, J.S. Bioindicação, biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos. Techoje. Instituto de Educação Tecnológica - IETEC, Belo Horizonte / MG. 2000. 11 pgs. <http://www.ietec.com.br/techoje/meioambiente/ab0007-2.htm>.
 - 12- LIMA, J.S. Bioindicação em ecossistemas terrestres. Techoje. IETEC, BH / MG. 2000. 05 pgs. <http://www.ietec.com.br/techoje/meioambiente/ab0007-1.htm>
 - 13- LIMA, J. S. O biomonitoramento como ferramenta complementar na avaliação de impactos ambientais – discutindo conceitos. Techoje. IETEC, Belo Horizonte/MG. 2000. 10 pgs. <http://www.ietec.com.br/techoje/meioambiente/ab0006-1.htm>
 - 14- LIMA, J.S.; Carvalho Filho, D. M.; Couto, E.; Korn, M. G. A.; Melo, M. H.; Gomes, R. C. T. Capim-Santo (*Cymbopogon citratus*) como bioindicador de poluição atmosférica no Pólo Petroquímico de Camaçari-BA. *Revista Brasileira de Ecologia*. Rio Claro/SP. 1997. v. 1, pp. 95-98.
 - 15- LIMA, J.S.; Carvalho Filho, D. M.; Couto, E.; Santana, D. L.; Souza, H. C. Comparação entre o coentro e o *Sphagnum* sp como bioacumuladores de arsênio no Pólo Petroquímico de Camaçari-BA. *Revista Brasileira de Ecologia*. Rio Claro/SP. 1997. v. 1, pp. 91-94.
 - 16- LIMA, J.S.; Queiroz, A. F.S.; Almeida, V. S. Estudo da Influência do Enxofre em *Mangifera indica* L cv “Espada” em áreas submetidas a processos de poluição aérea – Região do Pólo. In: Anais do II Congresso Nacional do Meio Ambiente na Bahia. Salvador/BA. 2000. p. 460-462.
 - 17- LIMA, J.S.; Fernandes, E.B.; Fawcett, W. N. *Mangifera indica* and *Phaseolus vulgaris* in the bioindication of air pollution in Bahia – Brazil. In: *Ecotoxicology and Environmental Safety*. San Diego/Califórnia. 2000. v. 46, f. n° 03, pp. 275-278.
 - 18- LIMA, J.S.; Klumpp, A.; Szabó, A. V.; Kandeler, E.; Hintemann, T. Microbiological and ecotoxicological evaluation of air pollution effects on soil and mango and cashew trees near the Industrial Complex of Camaçari, Bahia-Brazil. In: Resumos do XIII Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo – A Botânica nas Grandes Metrôpoles. São Paulo/SP. 2000. v. 01, pp. 70.
 - 19- LIMA, J. S.; Santana, L.C.S.; Stringuetti, C.; Sampaio, D.F.; Longa, C. M. O.; Félix, E. R. S. Observação preliminar dos efeitos da poluição atmosférica urbana em mangueiras (*Mangifera indica* L) em Salvador – BA. In: Resumos do VI Encontro de Ecotoxicologia e III Reunião da SETAC Latino-americana - Ecotoxicologia e Desenvolvimento Sustentável: Perspectivas para o Século XXI. 2000. v. 01, pp. 63.
 - 20- LIMA, J. S. ; Petric, E. G. ; Assis, J. G. A. *Tradescantia Pallida* cv. *Purpurea* na Avaliação da Poluição Atmosférica na Cidade de Salvador - BA. In: V Congresso de Ecologia do Brasil - Porto Alegre/RS. 2001. pp. 391.
 - 21- MA, T.H. In situ monitoring of environmental clastogens using *Tradescantia-micronucleus* bioassay. In: *In situ Evaluations of biological hazards of environmental pollutants*. Ed. S.S. Sandhu et al. Plenum Press, New York, 1990.
 - 22- MA, T.H. *Tradescantia* (Spiderwort) plants as biomonitors of de genotoxicity of environmental pollutants. In: *Biomonitoring and biomarkers as indicators of environmental change*. Ed. F.M. Butterworth et al. Plenum Press, New York, 1995.
 - 23- ORSINI, C. Problemas de poluição do ar. In: *A questão ambiental*. MAGALHÃES, L. E. de. (ed.), São Paulo, Terragraph. 1994. pp. 109-158.
 - 24- PEREIRA F; H.K; JEDRYCHOWSKY W ;WHYATT R ; CAMPBELL U; HSU Y; SANTELLA R; ALBERTINI R; O`NEIL JP. In utero damage from environmental pollution is associated with somatic gene mutation in newborns. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 11 (10): 1134-7, 2002
 - 25- PRADO FILHO, J. F. do. Plantas que detectam poluição - elas são sensíveis à contaminação do ar. *Ciência Hoje*. v. 14, n. 84, p. 18-19, 1992.
 - 26- PRADO FILHO, J. F. do. Uso de bioindicadores para monitoramento do ar. *Revista Cetesb de Tecnologia Ambiental*. Secretaria do Estado do Meio Ambiente, São Paulo. v. 7, n. 1, p.57-64, 1993.
 - 27- SOARES, A.; MING, J. Y.; PEARSON, J. Physiological indicators and susceptibility of plants to acidifying atmospheric pollution: a multivariate approach. *Environmental Pollution*. v. 87, p. 159-166, 1995.