Líquens: Bioindicadores ou Biomonitorios?

(Segunda, 24 Outubro 2005) - Enviado por Fernando O. Mota-Filho(1); Eugênia C. Pereira(1,2); Rita A. Silva(1,3); Lauro Xavier-Filho(4) - Última actualização ()

(1)Departamento de Ciências Geográficas; (2) Centro de Filosofia e Ciências Humanas; Curso de Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais. Universidade Federal de Pernambuco. (3)Companhia Pernambucana de Gestão dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente- CPR, RECIFE, PE. (4)ITP/CCBS, Universidade Tiradentes/ITP, Aracaju, SE, Brasil, email:lxavier@infonet.com.br

Resumo:Por sua versatilidade, os líquens são seres capazes de habitar ambientes dos mais diversos, não importando quão inóspitos sejam. Outrossim, a qualidade do ar pode erradicar a micota liquenizada de uma área, que poderia ser de utilização comercial e/ou medicinal. Este trabalho trata das relações dos líquens com os ambientes e de que forma eles podem ser considerados bioindicadores e biomonitorios.

Palavras-chave:

Líquens, bioindicadores, biomonitorios, qualidade ambiental.

Abstract:

Lichen are capable of inhabiting several ecosystems, due to their versatility, despite of the environmental conditions. Other hand, the air quality can eliminate the lichenized mycota of any area, that could be useful as medicament or other kind of uses. This paper shows the relation of lichens with the environment where they can be considered as bioindicators e biomonitorios.

Keywords: Lichens, bioindicators, biomonitorios, environmental quality.

Citação: Mota-Filho FO, Pereira EC, Silva RA, Xavier-Filho L (2004). Líquens: Bioindicadores ou Biomonitorios? Portal Biomonitor, <http://www.jb.ul.pt/biomonitor>, data da consulta.

Introdução

A freqüente reincidência de desastres ecológicos, onde a poluição do ar atmosférico causou a morte de 60 pessoas no Vale do Meuse na Bélgica(1930), e cerca de 3000 pessoas em Londres(1952); O acidente com gás em Bhopal, Índia(1984), além dos constantes problemas com chuva ácida, sem contar os crescentes níveis de poluição nas grandes cidades do mundo.

Aumentou a demanda por maiores informações e monitoramento do ambiente em que vivemos (Galun & Ronen,1988). Para a avaliação da situação de comprometimento da qualidade do ar, bem como das ações nefastas em decorrência deste tipo de poluição, tem sido realizado o seu monitoramento, principalmente, nas áreas urbanas e industriais, cujas as populações ultrapassam os 500.000 habitantes. No entanto, a instalação destas redes necessita de uma estrutura operacional e de equipamentos que representam um alto custo, requerendo a sua disponibilidade em um número limitado de locais.

No mundo todo, têm sido realizadas pesquisas de investigação que destacam a microbiota epifítica cujos componentes são considerados indicadores biológicos por excelência. Por isso, torna-se possível seu uso determinando-se escalas quantitativas e qualitativas para a avaliação dos níveis de contaminação de uma dada região.

Os líquens, um dos principais componentes deste tipo de vegetação, têm comprovada eficácia na indicação da qualidade do ar, bem como a adequação de técnicas para tais tipos de ensaios.

Na Região Nordeste e Norte do Brasil, foram realizados experimentos prévios com líquens, que demonstraram serem

espécies dessas localidades adequadas ao monitoramento ambiental.

A relevância do biomonitoramento com líquens se dá pela utilização de recursos de baixo custo, avaliação de respostas biológicas de organismos vivos frente a modificações ambientais, e aproveitamento de recursos naturais a nível regional.

1. Bioindicadores ou Biomonitoradores

Segundo Hawksworth(1992), são considerados como bioindicadores organismos que expressam sintomas particulares ou respostas que indiquem mudanças em alguma influência ambiental, geralmente de forma qualitativa. Biomonitoradores são organismos, cuja distribuição e populações são estudados durante um certo espaço de tempo, e comparados a um modelo, onde os desvios do esperado são avaliados. Organismos com íntimas relações ecofisiológicas com atmosfera, ao invés de com seu substrato, são, particularmente, candidatos promissores para a bioindicação e, conseqüentemente, monitoramento da poluição do ar.

A diferença entre bioindicadores e biomonitoradores se dá unicamente pelo tipo de respostas que eles podem fornecer. Enquanto os bioindicadores, provêm informações sobre a qualidade do ambiente ou de suas modificações, as "respostas" dos biomonitoradores possibilitam quantificar tais modificações(Wolterbeek et. al., 1995).

Considera-se o biomonitoramento como uma das técnicas mais atuais dentro da química ambiental. A possibilidade de medir elementos sejam eles metais pesados, ou outro tipo de poluente, usando organismos vivos é assunto muito discutido pois não foi ainda possível se estabelecer uma definição clara sobre esses aspectos. Isto pode ser considerado pelo fato de que se discute serem bioindicadores que têm alta capacidade de acúmulo usado para o biomonitoramento, visto que o acúmulo de um poluente inicia a baixos níveis e aumenta exponencialmente, e mantém-se estável após o nível de saturação. Por tanto, os biomonitoradores tem que ser empregados com cautela, verificando sua capacidade de resposta às condições /variações ambientais e obedecendo a certos requisitos quanto ao seu uso como: estar presente em quantidades suficientes para ensaios biológicos e químicos, facilmente identificáveis, e estarem amplamente distribuídos por outras áreas que possam ser consideradas para comparação(Market, 1993).

A seleção de um biomonitorador depende do problema científico a ser resolvido. Em caso de existência de instrumentos com capacidade de medir os poluentes na área de estudo, e que isto não implique em custos muito altos, por vezes, é preferível adotar tais aparelhos, pois calibrá-los é mais fácil do que aferir sistemas vivos. Por outro lado, não é possível delinear o comportamento de um organismo sob a influência de agentes extrínsecos ao meio.

A vantagem do biomonitoramento se dá pela estreita relação que existe entre o biomonitorador e o ecossistema estudado, pois o primeiro pode fazer parte do segundo e interagir com os poluentes que ciclam no ambiente. Em contrapartida, as medições físicas apesar de precisas, necessitam ser interpretadas sob um complexo de fatores que atuam sobre o ambiente. Normalmente, são interpretadas à luz de experimentos sob condições controladas de laboratório, onde se avalia a relação- dose X resposta. Isto, raramente, pode extrapolar as condições de campo, já que o efeito de um poluente sobre um organismo varia enormemente em função dos elementos ambientais, que podem provocar efeitos sinérgicos, aditivos ou antagonísticos(Markert, 1993).

Os líquens, como organismos simbióticos excepcionais, são encontrados em todas as regiões do mundo e, geralmente, em áreas submetidas a condições climáticas severas. Mesmo com a capacidade de sobreviverem nos mais diversos ambientes eles são muito sensíveis à poluição do ar atmosférico(Seaward, 1993), tendo sido utilizados como bioindicadores porque diferentemente dos vegetais superiores, não dependem de um sistema radicular para a absorção de nutrientes, e por possuírem cutícula reduzida ou, em geral, ausente, incorporando com facilidade altos níveis de poluentes (Pilegaard,1978).

A pureza do ar atmosférico é fator crucial à sobrevivência dos líquens, já que estes se alimentam higroscopicamente, fixando elementos neles presentes, notadamente o nitrogênio. Estes seres absorvem e retém elementos radioativos, íons metálicos, dentre outros poluentes, e isto faz com que sejam utilizados como indicadores biológicos de poluição atmosférica (Nieboer et al., 1972; Seaward, 1977), da chuva (Hawksworth, 1990).

O valor dos líquens no monitoramento da poluição atmosférica é incontestável por duas razões:

o A sua grande sensibilidade aos poluentes pode ser mensurada através de seu desempenho;

o Análises do talo líquênico refletem precisamente a carga de poluição a que estiveram submetidos (Seaward, 1993).

Esta sensibilidade à poluição atmosférica tem sido estudada há mais de cem anos, entretanto avaliações críticas vêm sendo realizadas há pouco mais de duas décadas, com programas de pesquisa conduzidos na Bélgica, Canadá, Reino Unido, França, Alemanha, Hungria, Japão, Nova Zelândia, Polônia, Escandinávia, EUA e Venezuela(Seaward, 1976), e recentemente no Brasil.

Cerca de 90% dos trabalhos que tratam do líquen como bioindicador de poluição ambiental demonstram:

o A correlação da distribuição das espécies com as fontes poluidoras;

o A importância da biomonitoração na distribuição e violência das emissões dos poluentes (Seaward, 1976).

Em 1866, Nyland notou que alguns líquens encontrados em certas espécies de árvores nos arredores de Paris não eram encontradas nas mesmas árvores que estavam no centro da cidade; ele concluiu, então, que estes líquens haviam existido anteriormente na área urbana porém haviam sido mortos pela ação de poluentes presentes na atmosfera(Denison, 1973). Este liquenologista escandinavo foi quem primeiro sugeriu a utilização de líquens como bioindicadores da qualidade do ar(Seaward, 1993). Os métodos para se estudarem os efeitos da poluição atmosférica em líquens têm sido, principalmente, fitossociológicos e ecofisiológico. Por estes métodos é possível relacionar a presença ou ausência de espécie de líquens , seu número, sua frequência, cobertura, sintomas de danos externos e internos, com o grau de poluição da área em estudo.

O transplante de espécies líquênicas de áreas rurais despoluídas para regiões onde haja uma nível de poluição mais elevado é um método ecofisiológico de estudo de campo sobre a ação de poluentes presentes na atmosfera, que serve ainda como confirmação das experiências realizadas em laboratório, com a mesma finalidade. Embora este método tenha sido empregado pela primeira vez em Munique por Arnold, no fim do século passado(Barkman, 1958 apud Seaward, 1993), foi Brodo, com sua técnica de transplantar discos da casca de árvores contendo líquens, que fundamentou os importantes trabalhos sobre monitoramento ativo da poluição do ar atmosférico que se seguiram(Brodo, 1961; Brodo,1967 apud Seaward, 1993).

Outras técnicas de transplante de líquens foram desenvolvidas em conexão com estudos sobre poluição atmosférica, utilizando também espécies terrícolas de líquens. Estas técnicas consistem em se transplantar os líquens envolvidos em malhas de nylon para ao local onde será realizado o biomonitoramento da qualidade do ar(Seaward, 1993).

No Nordeste do Brasil, estudos também foram realizados neste intuito. Legaz et al. (1986) relatam que *Cladonia verticillaris*, quando exposta a distintas intensidades de radiação solar, possui teores diferenciados de pigmentos e fenóis líquênicos. Esta influência é marcante também a nível de climático regional. Pereira (1989) detectou maiores teores de compostos biologicamente ativos durante o verão (estação seca) em amostras de líquens de tabuleiros arenosos da Paraíba.

2. O Biomonitoramento

Estudos preliminares foram realizados nas seguintes cidades: Recife, Poção, Pesqueira, Garanhuns, e Campus da Universidade Federal de Pernambuco(UFPE), utilizando biomonitores passivos (que já ocorrem na área de estudo) da poluição do ar atmosférico, no qual foram extraídos e analisados os teores de pigmentos destes organismos. Para o caso de Recife, foi analisado o comportamento de biomonitores passivos(líquens e plantas das áreas), através da

quantificação de pigmentos. Este procedimento possibilitou uma detecção precoce de efeitos de poluentes sobre a líquenoflora, enquanto os danos mais perceptíveis(necrose, desaparecimento das espécies mais sensíveis, etc.) não são ainda evidentes(Pereira et al., 1994).

Para otimização da técnica, e aprimoramento da interpretação de dados a partir do comportamento fisiológico dos líquens frente a contaminantes atmosféricos, em condições ambientais diferentes das que predominam nos países de origem dos métodos empregados, e também pela ocorrência de espécies distintas, foi iniciado um levantamento no Campus da UFPE. A partir de dados preliminares, foi possível constatar que líquens localizados em áreas do Campus onde anteriormente o tráfego de automotores era insignificante mas, nos últimos dois anos, são linhas de trânsito das mais intensas dentro da Universidade, os danos macroscópicos ainda não estão sendo revelados, ao passo que a desordem fisiológica já é fato evidente(Cáceres et al., 1995; Chen et al., 1995 Losada et al.,1995a).

Dando continuidade ao estudo, Losada et al.(1995b) avaliaram qualitativa e quantitativamente os fenóis corticais e medulares de *Leptogium* sp e *Parmotrema praesoredium* da UFPE, no sentido de comparar os resultados em função da localização das amostras, ou seja, em pontos com distintos níveis de ataque dos poluentes.

Prosseguindo na adequação da metodologia de avaliação da ação de poluentes atmosféricos sobre líquens, foram selecionados biomonitorios ativos, que resultam do transplante de amostras de áreas com baixo ou nenhum índice de poluentes para os sítios de estudo. Após seis meses de avaliação, a espécie *Cladonia verticillaris* foi a que respondeu de maneira mais adequada ao experimento. Por isso, foi utilizada na etapa seguinte do trabalho, que consistiu no transplante desse líquen para pontos de monitoramento mecânico da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente-CPRH, localizados na parte central do Recife e pontos de sua Região Metropolitana. Ao final de seis meses, foi possível correlacionar as variações metabólicas do líquen com picos de determinados poluentes, e restabelecimento de suas funções mediante melhora da qualidade do ar e/ou chuvas ocasionais que proporcionavam lavagem superficial de seu talo, e consequentemente retirada de poluentes(Cáceres et al., 1996).

Na cidade de Pesqueira , Mota-Filho e Chen(dados não publicados) avaliaram o índice de pureza atmosférica(IPA) em seis locais distintos. Nos pontos de intenso fluxo de veículos automotores, como a avenida principal e a entrada da cidade, observaram que certas espécies de líquen encontradas em árvores de locais protegidos como o Mosteiro e o sopé da Serra do Cruzeiro, não foram encontradas e, que a quantidade de talo líquênico da espécie encontrada(*Parmotrema praesorediosum*) era ínfima.

Estas comparações permitiram inferir que, através do IPA, pode-se também verificar serem os líquens sensíveis aos poluentes derivados da queima de hidrocarbonetos.

Garanhuns é uma cidade que dista cerca de 240Km do Recife, com altitude média de 850 metros de, classificada como brejo de altitude e de exposição. Na área urbana, os líquens demonstraram alta desordem fisiológica, através do desequilíbrio entre os teores de clorofilas e feofitinas. No ponto mais afastado do centro da cidade , em cota de maior altitude, foi detectado um nível de feofitinas além do esperado. Tal fato foi atribuído à área ser de romaria, com inúmeras velas permanentes acesas e transportes de fumaça, através dos ventos, provenientes das queimadas praticadas por agricultores(Vieira et al., 1995).

Em Poção, outro brejo de altitude de Pernambuco que apresenta em seu território cotas acima de 900m, apesar dos dados serem preliminares, foi possível considerar o mesmo parâmetro de influência de Garanhuns, ou seja, área de romaria. No ponto onde se localiza a nascente do Rio Capibaribe, livre de tráfego de automóveis, as espécies demonstraram diferença quanto à sua localização no substrato. As saxícolas, próximas à lavoura, sofreram influência da volatilização de compostos nitrogenados provenientes de adubo orgânico; já que as cortícolas apresentaram comportamento padrão Mota-Filho et al., 1995). Em visitas recentes, no ano de 1999, foi possível constatar o total de desmatamento das nascentes do Capibaribe, e com isso o desaparecimento dos olhos d'água e da micota líquenizada na área. Esta sempre tomada com referência nos trabalhos de biomonitoramento, face à sua preservação.

Os trabalhos de monitoramento da qualidade do ar utilizando líquens como biomonitorios podem também ser específicos. Por exemplo, foi monitorada a área da Petroflex, indústria petroquímica localizada na região metropolitana do Recife. Os líquens foram acondicionados com seu substrato(solo), e avaliados quanto aos teores de pigmentos, fenóis corticais e medulares. Todos os dados foram correlacionados às informações meteorológicas e dos monitores mecânicos da CPRH. Ao longo de 6 meses, foi possível concluir que a indústria tem alto nível de segurança, por isso está enquadrada nos programas da ISO 9000 E ISO 14000, tendo os líquens detectado vapores liberados, em mínimos

teores, em locais próximos aos tanques de armazenamento de produtos voláteis.

Conclusão

Visto serem os líquens de comprovada eficácia quando empregados como biomonitores, isto garante uma vantagem do ponto de vista econômico e estratégico, pois monitores mecânicos(físicos) além de dispendiosos tanto no que se refere à manutenção por sua aquisição, nem sempre estão disponíveis em grande número. Por exemplo, ao longo de rodovias, ou distribuídos em uma região metropolitana.

O uso de indicadores biológicos, no caso os líquens , permite uma avaliação da qualidade do ambiente, inclusive com diagnósticos precoces, quando os efeitos visuais(macroscópicos) ainda não são evidentes.

Finalmente, quando se pergunta se líquens são bioindicadores ou biomonitores, é possível concluir que todas as espécies são indicadoras do tipo: qualidade, e/ou interferência no funcionamento do ambiente, mas algumas são biomonitores por excelência.

Bibliografia

BARKAMAN, J. J., 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. apud SEAWARD, B. R. D,1993 Lichens and sulphur dioxide air pollution: field studies. Environ. Rev 1:73-91.

BRODO, I. M.(1961) Transplant experiments with corticolous lichens using a new technique. Ecology, 42: 838-841. Apud SEAWARD, B. R. D,1993, Lichens and sulphur dioxide air pollution: field studies. Environ. Rev 1:73-91.

BRODO, I. M.(1967) Lichen growth and cities: a study on Long Island, New York. Biologist, 69: 427-449. apud SEAWARD, B. R. D,1993 Lichens and sulphur dioxide air pollution: field studies. Environ. Rev 1:73-91.

CÁRCERES, M. E. S.; LOSADA, A. P.; CHEN, A. R.; VIEIRA, M. M.; MOTA-FILHO, F.O.; SILVA, N.H.; PEREIRA, E. C,1995 Biomonitoramento da poluição atmosférica na UFPE, utilizando teores de clorofila e feofitinas em líquens como parâmetro de avaliação. III Congresso de Iniciação Científica da UFPE. Recife- PE, p.185

CÁRCERES, M. E. S.; MOTA-FILHO, F.O.; SILVA, N.H.; CHEN, A. R.; LOSADA, A. P.; PEREIRA, E. C,1996, Estudo da ação de poluentes atmosféricos sobre líquens na cidade do Recife. XLVII Congresso Nacional de Botânica. Nova Friburgo-RJ, p.370.

CHEN, A. R. M. N.; LOSADA, A. P.; VIEIRA, M.M.; CÁRCERES, M. E. S.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N. H.; MOTA-FILHO, F.O,1995, Cálculo e mapeamento da qualidade do ar na UFPE, através do índice de pureza atmosférica. III Congresso de Iniciação Científica da UFPE. Recife- PE, p.184).

DENISON, W. C., 1973. A guide to air quality monitoring with lichens. LichenTechnology, Inc. Corvallis, Oregon. 39.

GALUN & RONEN,1988, Interaction of lichens and pollutants. IN: GALUN, M.(ed.) Handbook of lichenology. Boca Raton, Flórida, vol. 3:55-72.

HAWKSWORTH, D.L., 1990. The long-terms effects of air pollutants on lichen communities in Europe and North America. IN: Woodwell, G. M.(ed.). Patterns and processes of biotic impoverishment. Cambridge University Press, Cambridge, 1992. pág. 45-64.

HAWKSWORTH, D.L. Litmus tests for ecosystem health: the potential of bioindicator in the monitoring of biodiversity. IN: SWAMINATHAN, M. S. & JANA, S.(eds.) Biodiversity. Implications for global food security. Madras: Macmillan Índia, 1992. 17: 184-204.

LOSADA, A. P. M; CHEN, A. R.; VIEIRA, M. M.; SILVA, N.H.; PEREIRA, E. C.; MOTA-FILHO, F.O. Teores de clorofilas e feofitinas em líquens do Campus da UFPE. XLVI Congresso Nacional de Botânica, Ribeirão Preto, SP, 1995a. Pág 185-6.

LOSADA, A. P. M; CHEN, A. R.; VIEIRA, M. M.; CÁRCERES, M. E. S.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N.H.; MOTA-FILHO, F.O. Análise de fenóis corticais e medulares de líquens como parâmetro de avaliação da ação de poluentes. XIX Reunião Nordestina de Botânica. Recife-PE, 1995b. pág.144.

MARKERT, B. Plants as Biomonitors. Indicators for heavy Metals in the Terrestrial Environments. VCH Publishers.; New York, 1993.

MOTA-FILHO, F.O.; CHEN, A. R. M. N.; LOSADA, A. P.; CÁRCERES, M. E. S.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N. H. Quantificação de pigmentos de líquens em Poção (PE), como parâmetro de avaliação da poluição atmosférica. VI Congresso Nordeste de Ecologia, João Pessoa, PB,1995. pág. 85.

NIEBOER, E.; AHMED, H. M.; PUCKETT, K. J.; RICHARDSON, D. H. S. The heavy metal content of lichens in relation to distance from a nickel smelter in Sudbury. Ontario Lichenologist, 1972. 5: 292-304.

PEREIRA, E. C. Efeito da sazonalidade na detecção da atividade antimicrobiana em Cladonia e Cladina(líquens). Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 1989. 209 pág.

PEREIRA, E. C.; ANDRADE, L. H. C.; MOTA-FILHO, F.O.; SILVA, N. H.; LEGAZ, M. E.; VICENTE, C. Avaliação da qualidade do ar na cidade do Recife, utilizando líquens como bioindicadores. IV Encontro Regional de Estudos Geográficos, Garanhuns, PE,1994. Pág. 55.

PILEGAARD, K. Airborne metals and So₂ monitored by epiphytic lichens in na industrial area. Environ. Pollut. 1976. 17:81-91.

SEAWARD, M. R. D. Lichens in air-polluted environments: multivariate analysis of the factors involved. IN: Proceedings of the Kuopio Meeting on Plant Damages Caused by Air Pollution. Kuopio, 1977. 57-63 p.

SEAWARD, M. R. D. Lichen Ecology. Academic Press, Inc. London, 1993. 550 p.

SEAWARD, M.R.D. Lichens and sulphur dioxide air pollution: field studies. Environ. Ver., 1993. 1:73-91.

VIEIRA, M. M.; CHEN, A. R. M. N.; SILVA, M. E. C.; SILVA, N. H.; MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C. Análise de pigmentos em líquens de Garanhuns – PE, como parâmetro de avaliação de poluição ambiental. XLVI Congresso Nacional de Botânica. Ribeirão Preto, São Paulo, 1995. Pág. 186.

WOLTERBEEK, H. T. H.; KUIK, P.; VERBURG, T. G.; HERPIN, U.; MARKERT, B. & THÖNI, L,1995 Moss interspecies comparisons in trace element concentrations. Environmental Monitoring and Assessment, 35:263-286.