



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

MONITORAMENTO AUTOMÁTICO (DIRETO) *VERSUS* BIOLÓGICO (INDIRETO) NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

Maria Pilar Rojals Piqué * – pilar_pique@hotmail.com.
Juliana Barbosa Palhares ** – palhares@puc-campinas.edu.br.
André Tacioli – palhares@puc-campinas.edu.br.
Hádia Christiny Amorim Araújo Feitosa – diachris@ibest.com.br.
Vanessa Trevisan – van.trevisan@gmail.com.

Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Faculdade de Engenharia Ambiental, Rod. D. Pedro I, Km136 – Parque das Universidades 13086-900, Campinas – SP, site: <http://www.puc-campinas.edu.br>

* Grupos de Pesquisa: Saneamento e Meio Ambiente (CEATEC) e Biologia Vegetal (CCV).

** Grupo de Pesquisa: Saneamento e Meio Ambiente (CEATEC).

Resumo: *Ao contrário das concentrações de poluentes atmosféricos, que podem ser medidos diretamente, através de equipamentos específicos, a magnitude dos impactos sobre os seres vivos, tais como plantas e pessoas, não pode ser precisamente avaliada. Neste estudo, são analisados dados fornecidos pela CETESB, SEPLAMA e através da utilização de líquens como bioindicadores e diversidade biológica sobre a periderme de árvores em Campinas-SP. Em 3 anos foram amostrados cerca de 27% dos 211 bairros que compõem a Área de Urbanização Consolidada (ACON-Macrozona 4) e que abriga a maior parte do 1 milhão de habitantes da cidade. Apesar de, tecnicamente, a qualidade do ar ser classificada como “Boa” e “Regular”, o desaparecimento dos organismos, a partir da área central da cidade, é preocupante. Fato este, que quando associado ao aumento significativo da área urbanizada, nas últimas décadas, e conseqüentes impactos, requer a implementação de sistemas de auto-monitoramento mais abrangentes e efetivos. Sem dúvida, a adoção de parâmetros biológicos, inclusive humanos, poderá ser um importante instrumento de diagnóstico precoce de situações de poluição ambiental indesejáveis à vida como um todo.*

Palavras chave: *Monitoramento automático, Monitoramento biológico, Qualidade ambiental, Campinas-SP.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Resolução CONAMA n.º 3 de 28/06/1990, considera-se “poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar 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”.

Como as concentrações dos poluentes na atmosfera dependem basicamente da quantidade dos poluentes emitidos pelas fontes e das condições atmosféricas atuantes, é esta interação que irá definir o nível de qualidade do ar e seus efeitos adversos sobre seres vivos e materiais.

São nos grandes centros urbanos, que os poluentes atmosféricos tornam-se os principais agentes causadores de problemas ligados à saúde humana, animal e vegetal. As alterações no sistema imunológico de pessoas normais e danos no trato respiratório, principalmente em idosos, crianças e pessoas com pré-disposição, como bronquite, rinite e asma, foram amplamente estudadas por MARTINS *et al.* (2002).

Dentre os muitos estudos tradicionais realizados sobre poluição atmosférica, a maioria sempre esteve limitada por problemas relacionados com altos custos e com a dificuldade de se conseguir amostragens significativas.

As medidas e registros efetuados por estas redes convencionais de monitoramento da qualidade do ar, permitem com certeza, verificar se normas e limites estabelecidos ou recomendados pela legislação, agências ambientais ou órgãos de promoção da saúde humana estão sendo respeitados. Entretanto, tais medições, não permitem conclusões imediatas sobre as conseqüências de poluentes nos seres vivos.

Assim, há um interesse cada vez maior em usar métodos de monitoramento indireto, ou seja, através da análise dos efeitos de poluentes sobre organismos vivos (FERNANDEZ *et al.*, 2000).

A vantagem do biomonitoramento se dá pela estreita relação existente entre o monitor e o ecossistema analisado, pois o primeiro pode fazer parte do segundo e interagir com os poluentes que ciclam no ambiente. Em contrapartida, as medições diretas, apesar de precisas, necessitam ser interpretadas sob um complexo de fatores que atuam sobre o ambiente. Normalmente, são interpretadas à luz de experimentos laboratoriais controlados, onde se avalia a relação-dose x resposta. Segundo MARKERT (1993), estas condições raramente podem extrapolar as condições de campo, já que o efeito de um poluente sobre um organismo varia muito em função dos elementos ambientais, que podem provocar efeitos sinérgicos, aditivos ou antagônicos.

Desta forma, o monitoramento indireto, é aqui proposto como um método complementar na análise dos efeitos dos poluentes sobre a biota.

É objetivo deste trabalho, correlacionar resultados de monitoramento indireto (biológico) através de líquens e diversidade biológica com monitoramento direto (automático e manual), na avaliação da qualidade do ar no meio urbano.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Local de estudo

O município de Campinas-SP está localizado a 100 quilômetros a noroeste da Capital do estado de São Paulo.

Com área urbana de 796,4 km² e urbanizada de 388,9 Km², Campinas conta com uma população aproximada em 1 milhão de habitantes, distribuída por quatro distritos (Joaquim Egídio, Sousas, Barão Geraldo, e Nova Aparecida) e cerca de 480 bairros, sendo responsável por aproximadamente 17% da produção industrial do Estado de São Paulo, segundo o SEPLAMA (2006).

Tal vigor econômico e social, trazido em especial pela ampliação de sua população trabalhadora, tem permitido à Campinas e mais 19 cidades, constituir a Região Metropolitana de Campinas (RMC), a qual possui uma estrutura industrial diversificada, uma agricultura moderna, articulada à indústria, e um dinâmico setor terciário. A região tem se destacado, pela atração de grandes empreendimentos, especialmente indústrias de alta tecnologia e conta hoje com uma população estimada em 2,33 milhões de habitantes (6,31% da população do Estado), de acordo com o SEPLAMA (2006).

Neste artigo, serão comparados e analisados, os resultados obtidos em projetos desenvolvidos pelos acadêmicos da PUC-Campinas, pertencentes aos Cursos de Engenharia Ambiental e Ciências Biológicas, que respectivamente, utilizaram líquens como bioindicadores da qualidade do ar (etapas 2004, 2005 e 2006) e diversidade biológica sobre periderme caulinar em árvores urbanas (etapa 2005) na cidade de Campinas-SP. Nestes levantamentos a metodologia utilizada foi àquela proposta inicialmente por TROPMAIR (1977) e sistematizada por PIQUÉ *et al.* (2005).

Além disso, serão levados em conta os resultados dos Relatórios de Qualidade do ar no estado de São Paulo CETESB (2004 e 2005), assim como as médias mensais de Janeiro a Março de 2006 (CETESB, 2006) para a cidade de Campinas-SP.

3. RESULTADOS

3.1 Monitoramento biológico (indireto)

Líquens como bioindicadores da qualidade do ar

O avanço da mancha urbana no Município de Campinas, pode ser acompanhado pelas “Figuras 1,2 e 3” que revelam em apenas uma década, uma acentuada tendência, no aumento e transição das áreas de urbanização baixa para média.

Neste período, o Município foi dividido em 7 Macrozonas: 1-Área de Proteção Ambiental - APA; 2-Área com Restrição à Urbanização-ARU; 3-Área de Urbanização Controlada Norte -AUC-N; 4- Área de Urbanização Consolidada- ACON; 5-Área de recuperação Urbana-AREC; 6-Área de Urbanização Controlada Sul- AUC-S e 7- Área Imprópria à Urbanização-AIC (SEPLAMA,2006).

Os 56 bairros, dos 211, que constituem a Macrozona 4 e cerca de 3.600 espécies-substrato foram amostradas nas etapas 2004/05/06, para cobertura líquênica. Estes bairros englobam a área central da cidade e adjacências. O grau de poluição e pontos de amostragem das etapas 2004 e 2005 encontram-se na “Figura 4”.

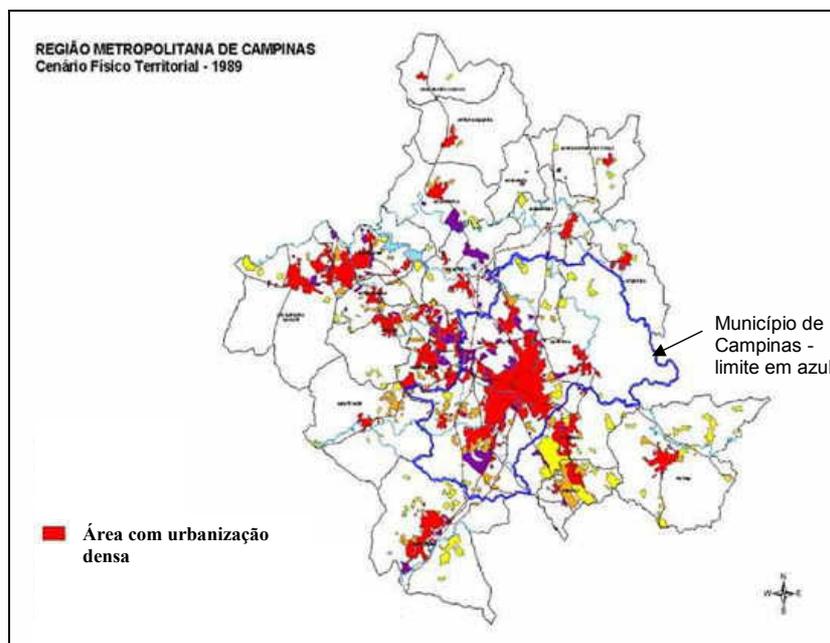


Figura 1 - Mancha urbana do município de Campinas em 1989. Fonte: SEPLAMA (2006)

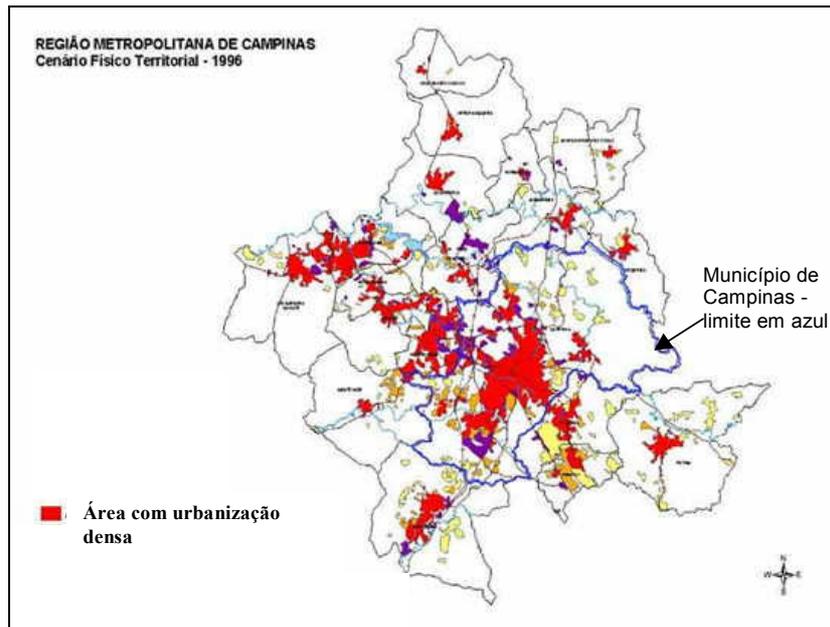


Figura 2 - Mancha urbana do município de Campinas em 1996. Fonte: SEPLAMA (2006)

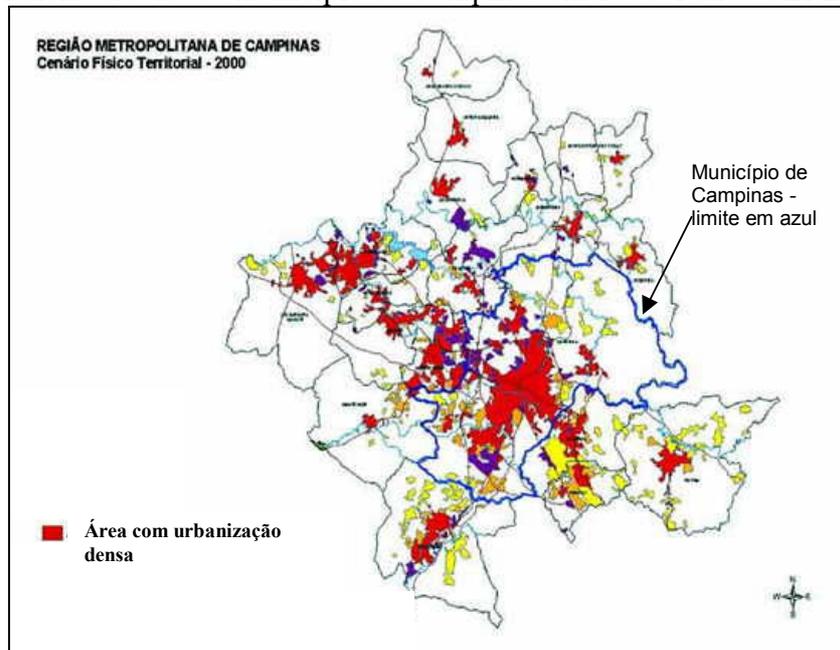


Figura 3 - Mancha urbana do município de Campinas em 2000. Fonte: SEPLAMA (2006)

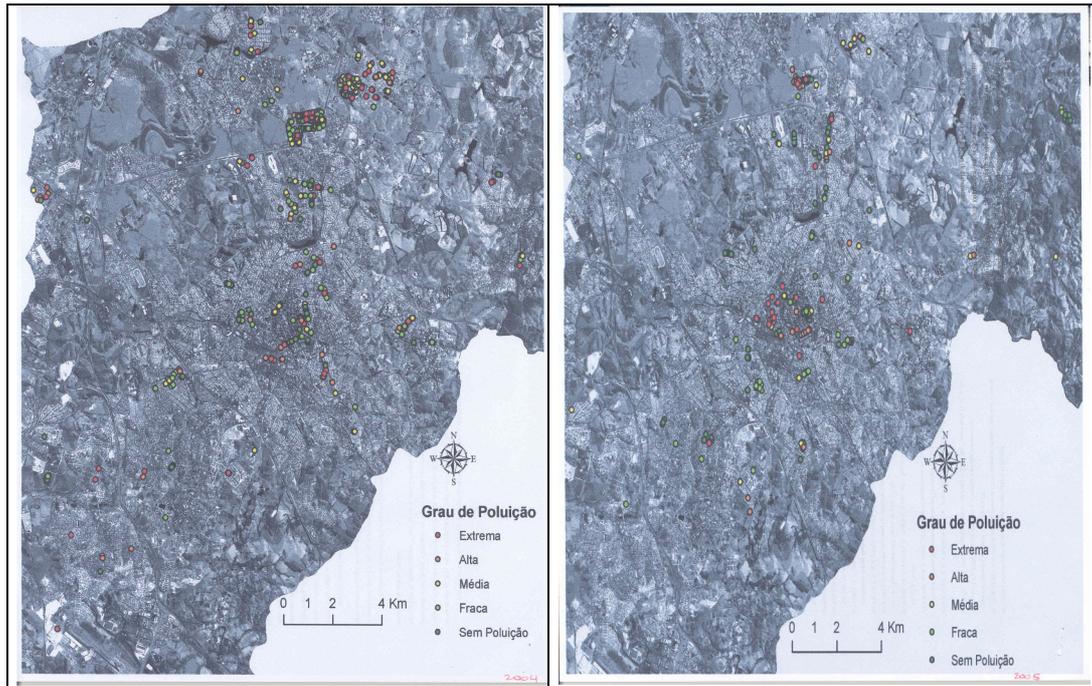


Figura 4 – Grau de Poluição e localização dos pontos amostrados de cobertura líquênica na área urbana de Campinas, S.P. ETAPA 2004 e 2005. Fonte: PIQUÉ *et al.* (2005).

Cerca de 5,3% dos bairros amostrados nas etapas de 2004, 2005 e 2006, apresentaram grau de poluição extrema (incluindo todo o centro); 12,5% poluição alta (adjacências); 26,7%, poluição média; 42,8% poluição fraca e 12,5% sem poluição. Estes resultados devem ser considerados ainda parciais, e deverão sofrer o acréscimo dos índices das próximas etapas.

Diversidade biológica sobre periderme caulinar em árvores urbanas

Na etapa 2005, foram identificadas e amostradas 618 árvores - substrato, distribuídas em 36 bairros, agrupados em 9 regiões, conforme a “Tabela 1”. A “Figura 5” apresenta a diversidade biológica sobre a periderme caulinar na cidade de Campinas – SP.

Tabela 1 – Listagem de bairros de Campinas-SP amostrados na etapa 2005.

Regiões	Bairros
1	Bananal, Barão Geraldo e Jardim Santa Cândida
2	Guanabara, Jardim Nossa Senhora Auxiliadora, Parque Taquaral e Vila Nova
3	Jardim Conceição, Jardim Santana, Parque São Quirino e Vila Nogueira
4	Bairro da Palmeiras, Flamboyant e Jardim Planalto
5	Jardim Aurélia, Jardim Garcia, Jardim Magnólia, Jardim Pacaembu e Vila Teixeira
6	Bonfim, Botafogo, Castelo e Jardim Chapadão
7	Bosque dos Jequitibás, Centro, Jardim Itália, Jardim Primavera, Jardim Proença e Ponte Preta
8	Jardim das Oliveiras e Vila Joaquim Inácio
9	Jardim das Bandeiras II, Jardim Ipaussurama, Jardim Tropical, Novos Campos Elísios e Vila União

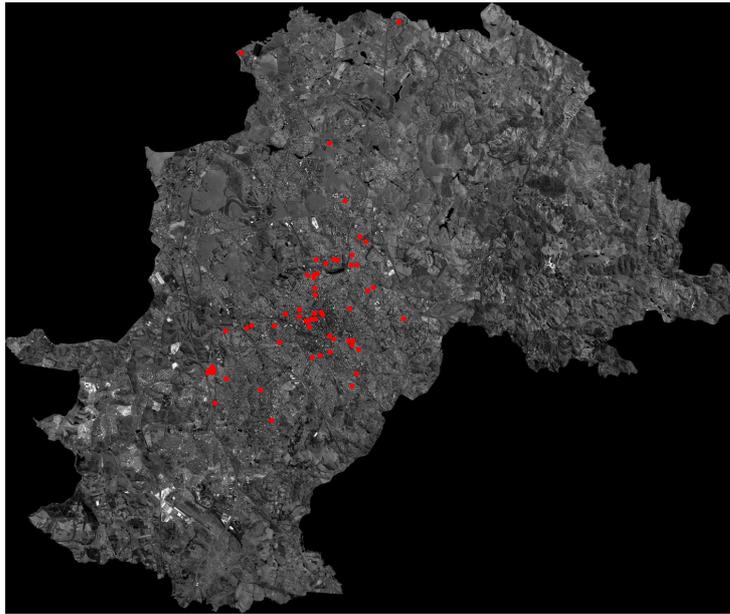


Figura 5 – Diversidade biológica sobre a periderme caulinar na cidade de Campinas – SP, mostrando os pontos de coleta (n=618)

Espécies-substrato ou forófitos

A ocorrência das espécies - substrato, por regiões, na cidade de Campinas-SP, encontra-se na “Gráfico 1”, sendo que entre as 22 espécies pré selecionadas, as mais encontradas foram *Terminalia catappa* L., *Caesalpinia peltophoroides* e *Bauhinia variegata* L.

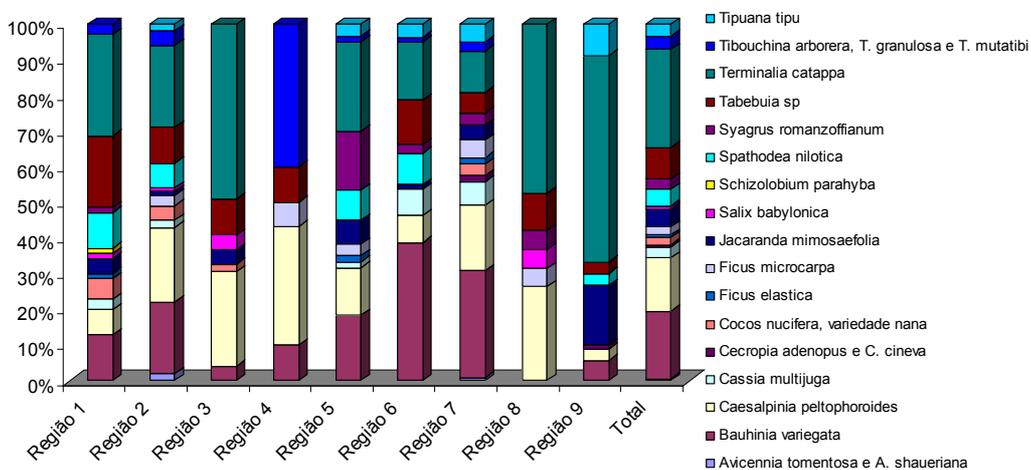


Gráfico 1 – Ocorrência das espécies/forófito por regiões na cidade de Campinas-SP

Morfoespécies

Vivendo sobre os troncos destes forófitos, foram caracterizadas 37 morfoespécies distribuídos em 7 categorias taxonômicas, conforme visto na “Tabela 2”, sendo que as mais representativas foram Líquens e duas categorias de plantas avasculares (Briófitas e Pteridófitas).

Tabela 2 – Lista de morfoespécies encontradas na área de amostragem na cidade de Campinas-SP

Grupos taxonômicos	Morfoespécies	Grupos taxonômicos	Morfoespécies
Chlorophyta	1	Briófitas	1
Cyanobacteria	1		2
Fungi	1		3
	2		4
	3		5
Líquens	1		6
	2		7
	3		8
	4		9
	5	Pteridófitas	1
	6		2
	7		3
	8		4
	9	Angiospermas	
	10	Magnoliatae	
	11	Araliaceae	1
	12	Cactaceae	1
	13	Liliatae	
		Bromeliaceae	1
			2
			3

A distribuição da biodiversidade por regiões na cidade de Campinas-SP, para as categorias taxonômicas Chlorophyta, Cyanobacteria, Fungi e Angiospermae, encontra-se na “Gráfico 2”.

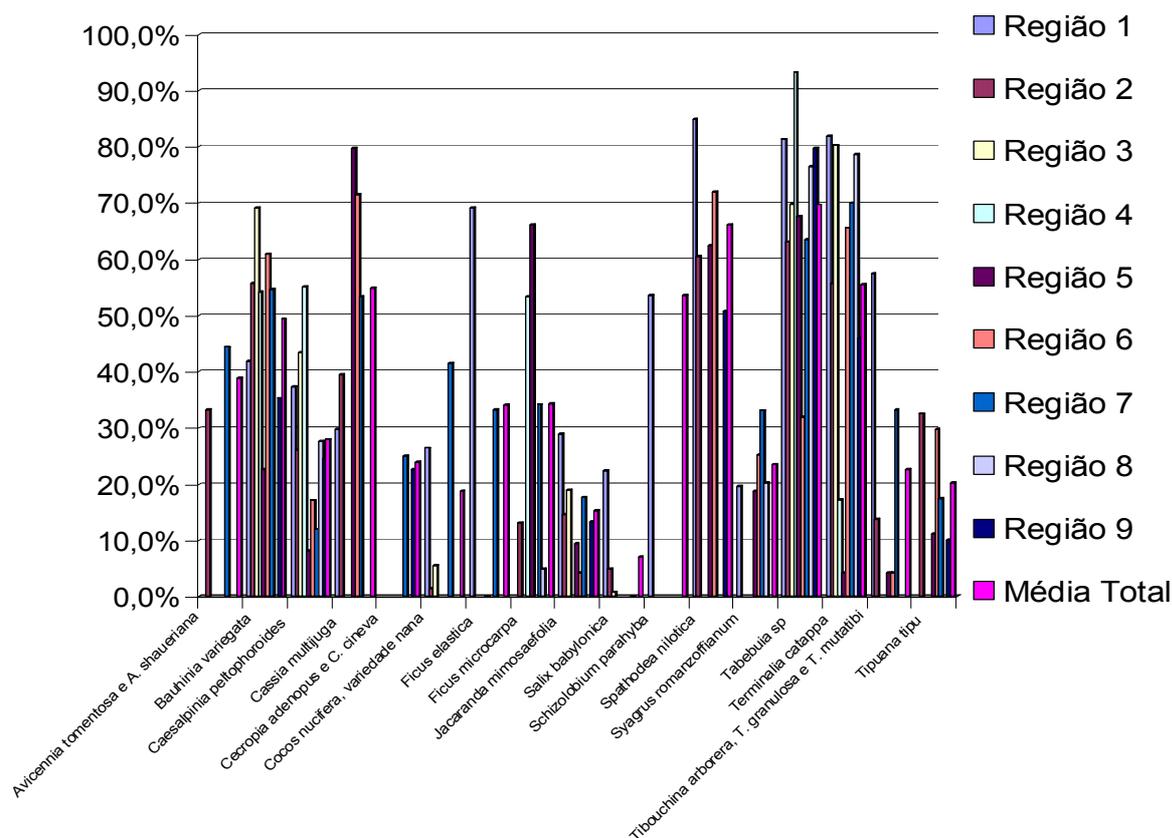


Gráfico 2 - Porcentagem de Cobertura das espécies/forófito por regiões na cidade de Campinas-SP

As Angiospermas epífitas foram caracterizadas como Araliaceae, Cactaceae e Bromeliaceae, Cientistas têm tentado usar plantas superiores como bioindicadoras da poluição ambiental, contudo os resultados ainda não são convincentes. As Angiospermas, não possuem a capacidade de adaptação das briófitas ou dos líquens e não tem uma distribuição geográfica tão significativa (LOPPI et al. 1998).

Algumas Bromeliaceae, entretanto, têm sido utilizadas com sucesso na detecção de metais pesados na Região metropolitana de São Paulo.

A distribuição dos Líquens, Briófitas e Pteridófitas, encontram-se respectivamente nas “Gráficos 3,4 e 5”, que apresentam a freqüência da diversidade biológica na cidade de Campinas- SP.

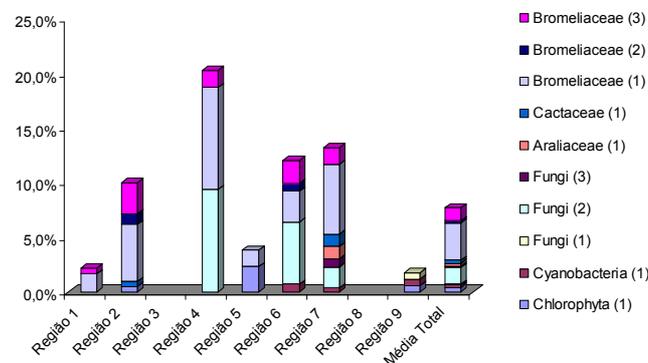
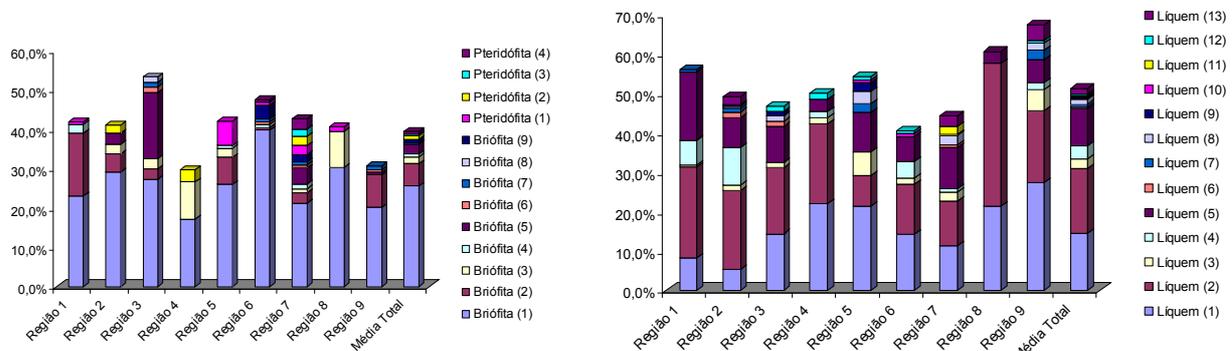


Gráfico 3 – Porcentagem de cobertura dos grupos taxonômicos de Fungi, Cyanobacteria, Chlorophyta e Angiospermas , por regiões na cidade de Campinas-SP



Gráficos 4 e 5 – Porcentagem de cobertura das morfoespécies de Pteridófitas, Briófitas e Líquens, por regiões na cidade de Campinas-SP

Embora ainda existam controvérsias acerca da definição de um líquen, acredita-se que seja um micobionte (maioria Ascomycota ou Basidimycota) associado a um fotobionte (Chlorophyta ou Cianobacteria) (BRODO et al.2001).

A interação do líquen com o meio ambiente depende muito do microclima da área e da pureza do ar, visto que a umidade atmosférica é fator vital no comportamento dessa associação que tem sua taxa de crescimento comensurada com as condições ambientais.

A luz é com certeza, um fator de extrema importância na determinação da viabilidade de um líquen. Líquens com coloração amarela ou alaranjada no talo, são típicos de substratos

expostos (rochas litorâneas por ex.), sujeitas a altos níveis de luminosidade. Da mesma forma, que líquens de coloração acinzentada ou amarelo esverdeado são típicos de substratos sombreados e ácidos (BARON, 1999). Todas as morfoespécies amostradas nos bairros de Campinas-SP apresentaram-se com colorações entre cinza azulado e amarelo esverdeado.

Correntes de ar e o tempo de exposição do substrato, às condições ambientais, certamente estão envolvidas com a distribuição horizontal e vertical dos líquens, observados no meio urbano, uma vez que foram vistos muitos líquens crescendo bem acima da área de amostragem, pré estabelecida, de 1,50m. acima do solo.

Segundo PIQUÉ *et al.* (2005), não foram encontrados líquens de talo arbustivo em nenhuma das árvores amostradas nos períodos de 2004/05. Na etapa de 2006, observa-se também a ausência deste tipo de talo. Talvez isto se explique devido ao fato de que líquens com este tipo de talo tenham apenas uma pequena área de contato com o substrato e maior área exposta à atmosfera, tornando-os desta forma, muito mais susceptíveis aos poluentes gasosos.

Em estudo recente, realizado sobre forófitos de Mata Atlântica e manguezal, SOUZA *et al.* (2004), caracterizaram 41 morfoespécies de líquens em uma área de 270 m², demonstrado o alto grau de cobertura existente em áreas com índices baixos ou inexistentes de poluição atmosférica.

Nos 36 bairros amostrados de Campinas, foram caracterizadas 13 morfoespécies de líquens, sendo que duas delas ocorreram em todos eles.

Dentre as 9 morfoespécies de Briófitas, todas pertencentes à Classe Musci, apenas uma (Bryaceae), ocorreu em todos os bairros amostrados.

CARNEIRO (2004), recentemente elencou 15 espécies de musgos bioindicadores de poluição, três deles registrados para o Brasil, sendo um deles Bryaceae. Segundo ela, os musgos são indicados como bioindicadores de metais e VOCs (Compostos orgânicos voláteis). Talvez, após a identificação específica deste musgo, possamos contar com um musgo urbano que atenda as especificações para ser considerado como monitor ambiental.

3.2 Monitoramento automático (direto)

Em 2000, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), órgão estadual, iniciou o monitoramento automático em vários pontos do município de Campinas. Foi instalada uma unidade automática, situada na Escola Estadual “Carlos Gomes”, Av. Anchieta 42, centro, responsável pelas análises de Partículas Inaláveis (MP₁₀), Monóxido de Carbono (CO), Umidade relativa do ar (UR) e Temperatura.

Para o monitoramento passivo de fumaça e SO₂, foi instalada uma Estação da Rede Manual na mesma escola com pontos de amostragem para SO₂ na Rua Padre Camargo Lacerda 650, Jd. Chapadão, EEPSP “Don João Nery”, Rua Erasmo Braga, 555 e Rua Santo Antônio Claret 458, Jd. Chapadão. O término da operação de monitoramento destes dois parâmetros ocorreu em dezembro de 2003.

Como fontes móveis de poluição atmosférica foram considerados tubos de escapamento de veículos, cárter e evaporativa, pneus e operações de transferências de combustíveis. Como fontes fixas, foram monitoradas 41 empresas situadas na Região Metropolitana de Campinas, das quais, apenas 4 estão sediadas na cidade: Ashland, Ceralit, Miracema e Pirelli CETESB (2006).

Em Campinas, segundo resultados dos Relatórios de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo (CETESB, 2005, 2006), a classificação das concentrações de Material particulado (MP₁₀), foi considerada “Boa” em 96,8% e “Regular” em 3,2% das amostragens. Para CO, a classificação foi considerada “Boa” em 100% das amostragens. Além disso, verificou-se

uma queda das concentrações médias das máximas de CO, entre 1997 e 2005 de cerca de 45%.

Quanto ao Material Particulado inalável, existem diferentes tipos de partículas e de gotas formadas por um grande número de substâncias químicas. As grandes partículas, com diâmetro superior a 10 microns, tendem a se depositar rapidamente no solo, não provocando sérios danos ao homem. As partículas de tamanho médio, com diâmetros entre 1 e 10 microns, permanecem em suspensão no ar por longos períodos. O maior problema ambiental, entretanto, refere-se às partículas finas, com diâmetros inferiores a 1 micron, responsáveis por causar sérios problemas respiratórios, de visibilidade e mudanças climáticas, BRAGA *et al.* (2002). Estas partículas penetram profundamente no trato respiratório, sendo que as partículas menores que 0,5 µm, podem se depositar nos alvéolos pulmonares.

4. CONSIDERAÇÕES E CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através do monitoramento direto (rede automática e manual), realizado pela CETESB desde 2000, que demonstram uma qualidade do ar “Boa” e “Regular“, não condizem com a situação demonstrada pelo monitoramento indireto. Talvez, a qualificação do ar que respiramos, obtida pelos resultados de apenas uma unidade automática, não esteja representando a realidade da atmosfera urbana.

Este artigo sinaliza que nem sempre estar dentro dos limites dos parâmetros ambientais estabelecidos pelos órgãos públicos e obtidos através do monitoramento direto, significa que a qualidade ambiental é adequada ao estabelecimento, desenvolvimento e conforto de seres vivos, inclusive os seres humanos.

A tendência acentuada na desertificação de líquens na área central da cidade, observada por TROPMAIR (1977), tem-se confirmado; e hoje a carência de cobertura vegetal sobre os troncos das árvores urbanas, estende-se por uma boa parte dos bairros que compreendem a Macrozona 4, de acordo com PIQUÉ *et al.* (2005).

Neste período, o cenário urbano sofreu profundas modificações principalmente relacionadas a ocupação da área urbanizada, crescente aumento na densidade populacional e, também, por Campinas possuir a 2ª maior frota de veículos automotores do estado, responsável em grande parte, pela poluição atmosférica.

Além disso, por conta do significativo grau de desenvolvimento industrial e urbano observados em Campinas nas últimas décadas, sugerimos que além dos parâmetros já efetuados na cidade, pela rede automática da CETESB, outros possam ser incluídos na rotina, tais como: SO₂, NO, NO₂, NO_x, CO, CH₄, HC, O₃, além dos climáticos como W, DV, P e RAD. Desta forma, poderemos utilizá-los, juntamente com outros sistemas de monitoramento, a médio e longo prazo, em uma melhor avaliação ambiental da qualidade do ar urbano.

Em Campinas, apesar do monitoramento automático de SO₂ ter cessado em 2003, após apresentar tendência a redução (CETESB, 2004, 2005), o monitoramento biológico iniciado em 2004, indica uma redução acentuada da porcentagem de cobertura e biodiversidade nos bairros amostrados.

Autores como GEEBELEN e HOFFMANN (2001), consideraram as emissões de SO₂ como principais responsáveis pela presença ou ausência de líquens epífitas na região de Flanders, Bélgica, ainda que reduções significativas do poluente tenham sido observadas na região, nas últimas décadas do século XX.

GIORDANI, BRUNIALTI e ALLETEO (2002), verificaram correlação positiva entre a redução no número de espécies de líquens e concentrações ambientais de SO₂ e NO_x, na região de Liguria-Itália, indicando que os dois poluentes foram os principais responsáveis pela perda registrada de biodiversidade.

Tendo em vista que alguns bioindicadores já estão validados, principalmente nos países europeus, onde está implantado o projeto EUROBIONET, baseado na padronização de ensaios e biomonitores desde o ano de 2000, propomos a elaboração de um projeto para a instalação de uma rede de monitoramento indireto na cidade de Campinas, a partir de um trabalho conjunto e coordenado entre centros de estudo, município e agências de proteção ambiental, associada à rede de monitoramento direto existente.

Além do mais, sugerimos que faça parte do monitoramento indireto, o acompanhamento sistematizado dos registros hospitalares nas redes pública e privada, dos atendimentos relativos a problemas respiratórios, comprovadamente relacionados a qualidade do ar.

Esperamos com este trabalho, colaborar e somar esforços no sentido de atingir metas públicas que percebam no monitoramento indireto da qualidade do ar, uma maneira de “obter informações que possam indicar os impactos sobre a fauna, flora e o meio ambiente em geral” (CETESB, 2006).

Finalmente, cremos que problemas desse tipo, certamente podem ser amenizados com a conscientização da população e com incentivos e apoio dos órgãos responsáveis pela pesquisa, educação e gestão da qualidade ambiental (LUIZ *et al.* 2005).

Corroborando com CARNEIRO (2004), destacamos a necessidade de motivar a opinião pública, sobre os efeitos negativos da poluição, para que medidas preventivas ou corretivas possam ser implementadas e aceitas pelos cidadãos. Nesse sentido é preciso destacar a responsabilidade, tanto de agências de controle ambiental, como dos agentes de produção; às primeiras cabendo o papel de licenciador e fiscalizador dos processos produtivos, com base em normas e padrões aceitos pela legislação; aos agentes de produção, cabendo o compromisso de implementar sistemas de auto-monitoramento, para os quais a adoção de parâmetros biológicos poderá ser um importante instrumento de diagnóstico precoce de situações de poluição ambiental não desejáveis para a saúde humana, ao lado de outras medidas a serem implementadas pelo setor industrial.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARON, G. **Understanding Lichens**. Inglaterra: The Richmond Publishing Co. Ltda., 1999. pp. 41-49.

BRAGA, B. *et al.* **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Prendice Hall, 2002. p. 181.

BRASIL. Resolução CONAMA n.º3, de 28 de jun. de 2006. Padrões de Qualidade do Ar. Brasília, 1990.

BRODO, I.M.; SHARNOFF, S.D.; SHARNOFF S. **Lichens of North America**. Yale University, Connecticut, 2001. pp. 38-40.

CARNEIRO, R.M. A, **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. Dissertação de Mestrado. Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto/USP, 2004. 146p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Série Relatórios: Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo 2004**. São Paulo, 2005. 137p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Série Relatórios: Relatório de Qualidade do Ar do Estado de São Paulo 2005**. São Paulo, 2006. 140p.

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>. 2006>. Acessado em: 20 maio 2006.

FERNANDEZ, J.A.; REY, A. e CARBALLEIRA, A. An extended study of heavy metal deposition on Galicia (NW Spain) based on moss analysis. Journal Science of the Total Environment, 2000. pp.31-44, 254 p.

GEEBELEN, W. ; HOFFMANN, M. Evaluation of bio-indication methods using epiphytes by correlating with SO₂ – pollution parameters. Elsevier Sciences, **Lichenologist**, maio 2001. v. 33, n. 2, pp. 249-260.

GIORDANI, P.; BRUNIALTI, G.; ALLETEO, D. Effects of atmospheric pollution on lichen biodiversity (LB) in Mediterranean region (Liguria, Northwest Italy). **Environmental Pollution**, 2002. v. 118, pp. 53-64. Disponível em: <<http://www.sibi.usp.br/sibi/biblioteca/revista/selecao.php>>. Acesso em: 5 maio 2006.

LOPPI, S.; CENNI, B.; BUSSOTTI, F.; FERRETTI, M. Biomonitoring of geothermal air pollution by epiphytic lichens and forest trees. **Chemosphere**. 36: 1998. pp.1079- 1082.

LUIZ, E.J.; LAVENDOWSKI, I.M.F. *et al.* **Biomonitoramento da qualidade do ar em Santo André com plantas da espécie *Tradescantia pallida* e a Educação Ambiental.** Disponível em: <<http://www.semasa.com.br>> . Acesso em: 5 mar. 2006.

MARTINS, L.C.; LATORRE, M.R.D.O. *et al.* Air pollution and emergency room visits due to pneumonia and influenza in Sao Paulo, Brazil. **Revista Saúde Pública**, 36:24-88. 2002.

PIQUÉ, M.P.R.; PALHARES, J.B.; PINTO, R.A.; FEITOSA, H.C.A. A e SILVA, R.A. . Biomonitoramento, instrumento pedagógico a serviço da sustentabilidade urbana. In: **XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Campina Grande - Paraíba** (Anais – eletrônico), 2005.

SEPLAMA (Secretaria de Planejamento, Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente). Prefeitura Municipal de Campinas. Disponível em <<http://www.campinas.sp.gov.br/seplan/deplan/utb/utbairros.htm>>. Acesso em: 2 mai. 2006.

SOUZA, A. A. R. *et al.* **Comparação entre riqueza de morfoespécies de líquens em áreas de Mata e Mangue em Ubatuba.** Disponível em: <<http://www.rainhadapaz.g12.br/projetos/estudomeio/ubatuba/picinguaba.htm>>. Acesso em: 5 mar. 2006.

TROPPEMAIR, H. **Estudo Biogeográfico de líquens como vegetais indicadores de poluição aérea da cidade de Campinas – SP.** Geografia, UNESP – Rio Claro, SP, 1977.

AUTOMATIC MONITORING (DIRECT) VERSUS BIOLOGICAL MONITORING (INDIRECT) IN AIR QUALITY AVALUATION

Abstract: *In opposite of air poluents concentrations, that can to be measuring directly by specific equipaments, the impact magnitude over life way, live plants and people, cannot be appraise exactly. In this study, dates from CETESB, SEPLAMA are analised, through liquens utilization as bioindicators and biological diversity on the tree periderm in Campinas-SP. At 3 years were made samples about 27% from 211 villages that forms the consolidate urbanization area (ACON- Macrozona 4) that cover the most of 1 million city inhabitants. In despite of technically the air quality to be considerate "Good " and "Regular", the disapear of organisms, from city center area, is worring. This fact, whem associate with significative urbanized area growing since last decades and advent impacts, need the implementation of self monitoring disgnostic instrument of environment , don't desired to life at all.*

Key-words: *Automatic monitoring, Biological monitoring, Environmental quality, Campinas-SP.*