

ESTUDOS PARA USO DE ORGANISMOS POTENCIALMENTE BIOINDICADORES E BIOMONITORES

Deleon da Silva Leandro¹
Dayse Lessa²
Rodrigo Andrade da Silva³
Simone de Oliveira Mendes⁴
Taise Ernestina Prestes Nogueira Duarte⁵

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido a partir de aulas práticas de campo com o objetivo de observar espécies vegetais, potencialmente bioindicadoras da qualidade do ar e possíveis alterações provocadas na sua superfície foliar. A aula foi realizada como parte da disciplina de Seminários dos professores Dra Laura Varone (Universidade La Sapienza de Roma), Dr. Jeater W. M. C. Santos e Dr. Fábio Henrique S. Angeoletto (ambos professores do Mestrado em Geografia – ICHS/UFMT) no município de Rondonópolis-MT. O levantamento realizado no município de Rondonópolis-MT, contou com a professora Varone que é expert bioindicação vegetal com diversos trabalhos publicados na cidade histórica de Roma. Observou-se em campo que espécies como o Oiti (*Licania tomentosa*) tem potencial bioindicador devido a sua disseminação e também Saboneteira (*Sapindus saponaria*) e Ficus (*Ficus benjamina*) por manifestarem amplamente alterações por contaminantes no ar. Essas espécies posteriormente poderão ser utilizadas em pesquisas acadêmicas e levantamento de dados para aplicação em várias cidades do Brasil, como complemento a políticas de gestão e planejamento urbano. Já que todas as espécies citadas são amplamente utilizadas em plantios de canteiros para arborização de vias e praças urbanas.

Palavras-chave: Bioindicador, Oiti, Rondonópolis, Ecologia Urbana, Poluição Atmosférica, Arborização.

STUDIES FOR THE USE OF POTENTIALLY BIOINDICATOR ORGANISMS AND BIOMONITORS

ABSTRACT: The present work was developed from field practical classes with the objective of observing plant species, potentially bioindicadoras of the air quality and possible alterations provoked in its leaf surface. The lecture was held as part of the seminar of the professors Dr. Laura Varone (La Sapienza University of Rome), Dr. Jeater WMC Santos and Dr. Fábio Henrique S. Angeoletto (both professors of the Master in Geography - ICHS / UFMT) in the municipality of Rondonópolis-MT. The survey carried out in the municipality of Rondonópolis-MT, counted on the teacher Laura who is expert in the subject with several works published in the historical city of Rome. It has been observed in the field that species such as Oiti (*Licania tomentosa*) has bioindicator potential due to its dissemination and also Soapstone (*Sapindus saponaria*) and Ficus (*Ficus benjamina*) for manifesting widely changes by contaminants in the air. These species can later be used in academic research and data collection for application in various Brazilian cities, as a complement to urban planning and management policies. Since all the aforementioned species are widely used in plantation of beds for afforestation of urban roads and squares.

Key words: Bioindicator, Oiti, Rondonópolis, Urban Ecology, Atmospheric Pollution, Afforestation.

¹ Mestre em Geografia - deleon_roo@hotmail.com - Biologo;

² Jornalista; Mestre em Geografia - dhaysebonvilerilessa@hotmail.com;

³ Biologo; Mestre em Geografia - rodrigo.andradedasilva@yahoo.com.br;

⁴ Licen. Informática; Mestre em Geografia - simonemendes8@hotmail.com;

⁵ Gestora em Meio Ambiente; Mestre em Geografia - taisepduarte@hotmail.com;

INTRODUÇÃO

Atualmente é vertiginoso o crescimento da população mundial, bem como o crescimento de ambientes urbanos e sua intensificação, na qual se pode observar facilmente os problemas ambientais oriundas desse processo, de modo a atender as necessidades de uma dada população (PADOVAN, 2014).

De acordo com Angeoletto (2012), as cidades devem são consideradas ecossistemas urbanos, pois são construídas nos ambientes naturais, na qual se interagem, no entanto, o ecossistema urbano é acíclico e cresce linearmente, caracterizado pela sua incapacidade de auto regulação.

Em conformidade, Pimenta et al (2013), afirma que a consolidação de ecossistemas urbanos se dá com a mesma rapidez que as áreas naturais são retiradas, nesse sentido, é importante o planejamento urbano concomitante à elaboração de políticas públicas ambientais, no intuito de promover a conscientização da sociedade sobre os valores ecológicos e de sustentabilidade ambiental.

O ecossistema urbano mesmo não sendo aporte estéril da vida é um dos principais responsáveis pelo aumento da instabilidade na biosfera, na qual exerce forte influência sobre os fluxos de energia, em que para atender as necessidades biológicas e culturais do homem, são lançados na atmosfera gases como o monóxido e o dióxido de carbono, provenientes de polos industriais e grande fluxo de automóveis.

A natureza dentro das cidades foi por muito tempo considerado indigno de estudo científico, exceto quando se envolveu solução de problemas ambientais que ameaçam o bem-estar humano (McDONNELL and FORS, 2016).

De acordo com Bernardes (2016), muitos estudos têm associado o valor das árvores urbanas aos benefícios obtidos por mudanças na estrutura das cidades pela vegetação, como melhoria no sequestro de carbono, remoção de partículas de poluentes, impactos na hidrologia e efeitos nos custos de condicionamento de ar.

O estudo da resposta de um organismo à poluição ambiental é denominado bioindicação, pois a poluição do ar pode provocar alterações fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e comportamentais que podem ser associadas à presença de poluentes atmosféricos. Desse modo, respostas bioquímicas vegetais fora do padrão natural podem auxiliar na avaliação da qualidade do ar de determinadas regiões (MAIOLI et al, 2008).

Maioli *et al* (2008, p. 1931), afirma que a espécie *Licania tomentosa*, conhecida popularmente como Oiti, de acordo com estudo realizado em Vitória-ES, pode ser usada em conjunto com outras espécies para um monitoramento passivo e ativo.

A *Licania tomentosa* é uma árvore perenifólia, frutífera, originária das restingas costeiras do nordeste do Brasil e muito utilizada na arborização urbana, por apresentar copa bem formada e cheia, capaz de produzir sombra e efeito ornamental, além de possuir raízes profundas, porém não agressivas. Suas folhas são simples, alternas, elípticas a oblongas, acuminadas, brilhantes, de margens inteiras e nervura central bem marcada, na qual apresentam coloração amarelo claras quando novas e tornam-se verdes escuras com a maturação (PATRO, 2014).

Nesta ótica de plantas urbanas com morfologia potencialmente passivas de assimilação de poluentes o presente estudo se estrutura com objetivo a realizar de uma análise de bioindicação de poluição na cidade da Rondonópolis, estado de Mato Grosso, a partir da apreciação de folhas de árvores da espécie *Licania tomentosa* (Oiti), mediante a análise visual de presença de clorose, necrose, depósitos e susceptibilidade de ataque de pragas e outras alterações provenientes de poluição.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento da atividade de campo, foi realizado um estudo prévio sobre ecossistemas urbanos e métodos de bioindicação. A análise em campo consiste na observação da morfologia, clorose, presença de necrose nas folhas e observação do local onde está localizada a planta, verificando a presença ou não de matéria orgânica presente ao chão que é importante como fim de diagnosticar outras fontes de contaminação (GRATANI e VARONE, 2008).

No planejamento da atividade, os pontos e rota a serem monitorados, foram estabelecidos utilizando o mapa de limite urbano da cidade de Rondonópolis-MT, para aplicação da metodologia de estudos de gradiente (VARONE, 2016), que consiste na análise do efeito de um poluente ao longo de uma concentração de gradiente, ou seja, a partir da fontes e pontos de amostragem conforme distância das zonas da cidade.

Nesse sentido, para a atividade em campo, foram escolhidos três pontos identificados como fonte de poluentes, em locais distantes entre si, seguido de outro ponto em local mais afastado das fontes, de modo a realizar a análise de comparação, o ponto controle.

Os pontos escolhidos, com fontes de poluentes foram ao redor de duas indústrias da cidade, seguido de uma avenida com grande fluxo de veículos, e finalizando em um bairro afastado da área industrial e do fluxo de veículos, próximo à área com bastante vegetação, de modo a observar a condição das folhas especialmente de árvores *Licania tomentosa*.

Área de Estudo

A área de estudo refere-se ao perímetro urbano de Rondonópolis, que está localizado no sudeste do estado de Mato Grosso, na coordenada 16°28'15" Sul e 54°38'09" Oeste. A cidade localiza-se ao sul do Estado do Mato Grosso, Brasil, a 215 km de Cuiabá.

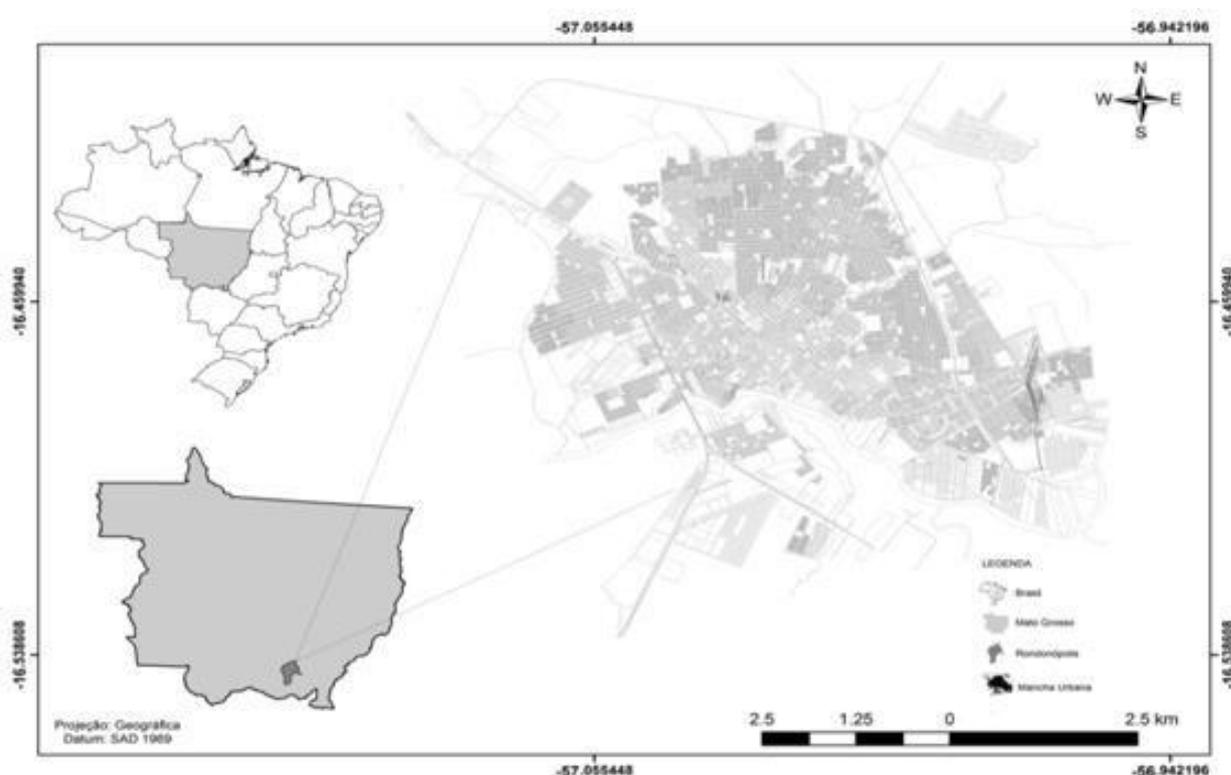


Figura 1: Mapa limite Urbano de Rondonópolis, Mato Grosso, Brasil.

Fonte: Do autor

Os pontos selecionados para o estudo de bioindicação, na área urbana da cidade de Rondonópolis, foram selecionados mediante a aproximação de fontes de poluentes industriais, veiculares e em local afastado das fontes de poluição (Figura 2).

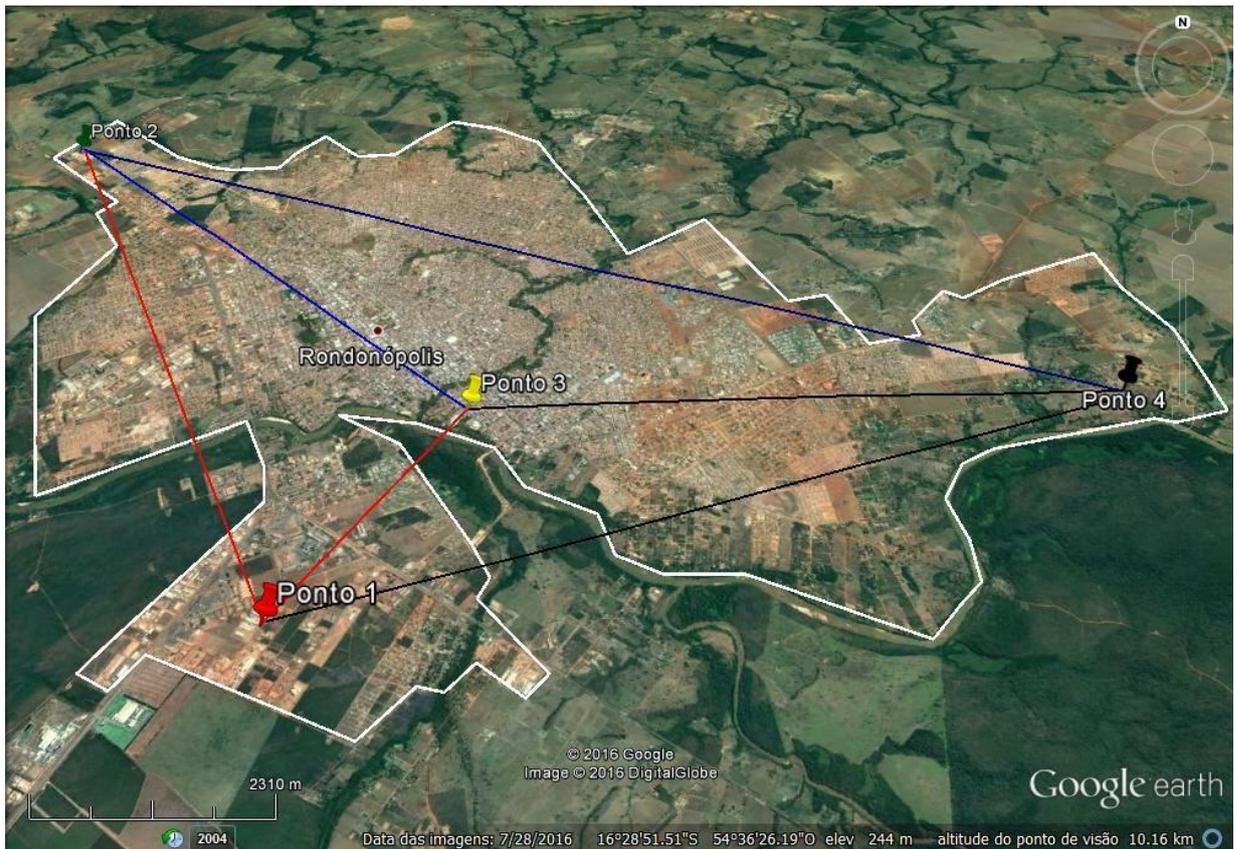


Figura 2: Pontos selecionados para monitoramento e distância.
Fonte: Google Earth

Ponto de amostragem 1: Próximo a Indústria 1 (Fertilizantes)

Latitude Sul 16°30 409'

Longitude Oeste 54°38 602'

Altitude 263 metros

Espécie amostrada: *Licania tomentosa*

Nesse primeiro ponto, foram observadas as características de duas árvores dessa espécie, adultas em pontos diferentes e opostos. A coleta das folhas foi realizada na parte externa e interna, inferior e superior da planta, utilizando tesoura comum.

As folhas coletadas para a análise foram retiradas da copa a fim de observar as características morfoestruturais das folhas.



Figura 3: Folhas coletadas espécie *Licania tomentosa* – Ponto 1
Fonte: Do autor

Ponto de amostragem 2: Próximo a Indústria 2

Latitude Sul 16°25 485'

Longitude Oeste 54°41 494'

Altitude 336 metros

Espécie amostrada: *Ficus benjamina*

Nesse ponto foram coletados ramos de *Ficus* (*Ficus benjamina*) nas proximidades do setor de carregamento da fábrica. O procedimento seguiu o mesmo padrão anteriormente descrito. As folhas foram coletadas na parte externa e interna da copa na altura aproximada de 2 metros do chão. As folhas dessa espécie apresentam tamanho pouco menor em relação à espécie *Licania tomentosa*, variando de 04 a 08 cm de comprimento (Figura 4).



Figura 4: Folhas coletadas espécie *Ficus benjamina* – Ponto 2

Fonte: Do autor

Ponto de amostragem 3: Avenida de Grande fluxo (Fernando Corrêa da Costa)

Latitude Sul 16°28' 674''

Longitude Oeste 54° 37' 552''

Altitude 247 metros

Espécies amostradas: *Sapindus saponaria* e *Licania tomentosa*.

As coletas das folhas foram realizadas na parte externa e interna da planta, na posição inferior e superior da copa. As folhas coletadas da espécie *Licania tomentosa* (Oiti), variaram de 13 a 15 cm de comprimento, enquanto que a espécie *Sapindus saponaria* (Saboneteira), apresentou tamanho variado, de 09 a 15 cm (Figura 5).



Figura 5: Folhas coletadas espécie *Sapindus saponaria* – Ponto 3 (Árvore adulta)

Fonte: Do autor

Ponto de amostragem 4: Local afastado das fontes de poluição (Ponto de Controle)

Latitude Sul 16°28 494'

Longitude Oeste 54° 32 724'

Altitude 254 metros

Espécies amostradas: *Licania tomentosa*

A coleta das folhas nesse ponto foi realizada em árvore adulta as margens de um bairro distante da região central urbanizada. As coletas seguiram na sua parte inferior e superior, interna e externa de sua copa, de modo a verificar a sua conjuntura. O tamanho das folhas adultas também variou de 08 a 15 cm de comprimento. Para efeitos de padronização as plantas foram escolhidas em regiões circundantes a os objetos de estudo e não apresentaram em sua proximidade excesso de matéria orgânica ou potenciais riscos de contaminação dos solos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em decorrência da crise ambiental, Lawrence (2003) apud Padoan (2014), propõe analisar a questão sob uma perspectiva ecológica, onde deve se investigar as relações dinâmicas entre a esfera humana e os fatores ambientais.

De acordo com Varone (2016), um estudo completo de biomonitoramento, engloba a especificação da poluição, natureza do poluente, geografia e topografia da área de estudo, condições meteorológicas, tempo de exposição ao poluente, às espécies de plantas, entre outros.

O presente estudo foi realizado somente mediante a análise visual da morfoestrutura das plantas, mas que já foi possível identificar alterações ocorridas nas folhas dos diferentes pontos do município, decorrente a exposição de poluentes.

Ponto de amostragem 1: Próximo a indústria 1

No primeiro ponto de coleta (Figura 3), foi possível observar o processo de necrose nas folhas, que ocorre muito adiantado em relação ao tamanho da árvore. Foi possível observar visualmente que a planta está sofrendo ação patogênica, pela ocorrência de pulgão, devido a sua baixa imunidade referente à sua exposição aos fatores químicos (poluentes de fertilizantes químicos) e físicos (poeira dos caminhões que circulam pelo local).

Foi possível observar também deformidade (enrugamento) nas margens das folhas, que indicam problemas de hormônios, sendo possível diagnosticar que toda a árvore está contaminada por excesso de nutrientes no meio.

A segunda árvore observada nesse ponto de amostragem, árvore adulta, observou-se uma maior resistência aos poluentes, pois apresentou menos folhas danificadas, porém com o mesmo fenômeno de ondulamento da margem das folhas.



Figura 6: Pontos necrosados nos ramos foliares da coroa inferior, *Licania tomentosa* – Ponto 1.
Fonte: Do autor

As necroses laminares (Figura 6), reforçam a hipótese da possibilidade de haver uma quantidade não controlada de fertilizantes sendo disperso no local. Já a árvore adulta, apresentou folha mais lisa e pouca necrose. O que indica certa resistência da planta à poluentes ou pouco material particulado disperso.

É importante ressaltar que a contaminação do solo pelos agentes químicos é uma possibilidade também, na qual uma análise mais completa em laboratório seria indispensável, bem como a comparação de uma área de controle onde se certifica que não há casos de contaminação.

Ponto de amostragem 2: Próximo a indústria 2

Nesse ponto foram coletados ramos de *Ficus benjamina* (figura 7) nas proximidades do setor de carga e descarga da fábrica. Segundo a pesquisadora Laura Varone, boa parte das manifestações presentes na *Ficus benjamina*, pode estar diretamente relacionado

com o ambiente amplamente saturado de nutrientes como o nitrogênio e fósforo que são transportados para uma indústria de insumos agrícolas. Essas lesões na folha também permitem dizer que tanto os trabalhadores como sítiantes estão expostos e essa poluição típica do ambiente.



Figura 7: Pontos necrosados (A -lado esquerdo) e outras alterações (B-lado direito) *Ficus benjamina* – Ponto 2
Fonte: Do autor

Como por exemplo, na imagem 7-B, observou-se nas folhas algumas alterações como enrugamento foliar possivelmente provocado pela alta concentração de nutrientes no ar; manchas enegrecidas, que podem apontar uma grande produção de poluentes primários produzidos no local. Podendo ser em decorrência do grande fluxo de veículos que ocorre no local; os fungos nas folhas (pequenas manchas esbranquiçadas) da planta madura tendem a ser uma suscetibilidade pela baixa imunidade da planta e; a poeira acumulada na folha também pode estar vinculada ao grande fluxo de caminhões.

Ponto de amostragem 3: Avenida com grande fluxo de veículos (Fernando Corrêa da Costa)

Diante de uma das vias de maior movimentação no município, no ponto de amostragem 3, foi possível observar uma peculiaridade do biomonitoramento vegetal. As manifestações em plantas podem ser mais suscetíveis a poluição produzida pelos automóveis. A espécie *Licania tomentosa* apresentou maior resistência aos poluentes veiculares, apresentando um verde mais brilhante em suas folhas e a presença de alguns resquícios de material particulado nas folhas (Figura 9). A espécie *Sapindus saponaria* apresentou mais

sensibilidade à exposição dos poluentes veiculares, apresentando necrose e clorose, respectivamente nas extremidades e na superfície foliar (Figuras 8 e 9). A clorose com características de manchas circulares tendem a ser manifestadas por ozônio gerado na troposfera oriundos de reações químicas com gases de combustão como monóxido e dióxido de carbono e outros (GRATANI e VARONE, 2008).



Figura 8: Pontos necrosados *Sapindus saponaria* – Ponto 3
Fonte: Do autor

A *Sapindus saponaria* manifestou necrose em boa parte dos ramos da coroa foliar inferior, apenas nas suas extremidades. Enquanto que nesse ponto, a espécie *Licania tomentosa* teve pouco ou nenhuma manifestação de necrose foliar. Uma manifestação que também pode ser provocada pela alta concentração de poluentes nas proximidades.



Figura 9: Clorose foliar apresentada na *Sapindus saponaria* – Ponto 3.
Fonte: Do autor

Outra condição importante, referente à coleta nesse ponto, está relacionada à inexistência de indústria nas proximidades do local, ambiente todo pavimentado e com frota de veículos relativamente nova que teoricamente possuindo sistemas de catalise de gases diminuiriam a emissão de poluentes veiculares nos últimos anos (IBGE, 2017).

Ponto de amostragem 4: Local afastado das fontes de poluição (Ponto de Controle)

No último ponto de visita (ponto de controle), observou-se a hipótese da existência de uma menor influência da poluição do ar, pois as manifestações ocorridas na planta são apenas de nível parasitário, no caso aparecimento de cochonilhas (*Dactylopius*) e outros parasitas da folha.

Tal fato pode ser resultado da distância das fontes de poluentes e a proximidade a ambiente rural e florestal da reserva indígena Tadarimana.

Mesmo não analisando profundamente as folhas através de outros métodos específicos de análise em laboratório é notória a diferença da saúde da planta nesse ponto de amostragem 4, pois não há a manifestações de necrose nem clorose na planta.

No mais, outras variáveis devem ser consideradas no estudo efetivo do biomonitoramento, como o clima, tipo de poluentes, não tem uma manifestação mais efetiva no biomonitoramento. De acordo com Maioli (2008), variações sazonais no clima devido às estações do ano também influenciaram algumas alterações bioquímicas nas plantas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O monitoramento utilizando organismos vivos é um instrumento de avaliação da qualidade ambiental, que pode auxiliar de forma significativa nas ações de planejamento urbano, na qual os bioindicadores fornecem sinais rápidos sobre problemas ambientais, mesmo antes do homem perceber sua ocorrência e amplitude, pois permitem a identificação das causas e efeitos entre os agentes estressores e as respostas.

A espécie *Licania tomentosa*, muito utilizada na arborização da cidade de Rondonópolis, mostrou-se através do estudo como possível bioindicador e bioacumulador de poluição atmosférica, devido ao fato de apresentar sinais evidentes de exposição a poluição e ao mesmo tempo capacidade de adaptação ao meio.

Estudos que avaliam a relação entre a poluição do ar e a saúde das plantas bioindicadoras e/ou bioacumuladoras, através da verificação do grau de deturpação na planta expostas à emissão de poluentes, pode-se criar diagnósticos para contribuir significativamente nas ações de planejamento urbano das cidades.

No entanto, é importante ressaltar, que uma análise mais completa de biomonitoramento consiste no estudo da comparação das características da planta no ambiente de controle e suas alterações em ambiente poluente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGEOLETTO, F. **Planeta Ciudad**: Ecología urbana y planificación de ciudades medias de Brasil. 2012. Tese (Doutorado)-Programa de Pós-Graduação em Ecologia Urbana, Universidad Autónoma de Madrid, 2012.

BARRETO JUNIOR, Carlos Moraes Jatobá. AZEVEDO, Sérgio Luis Malta de. ANÁLISE DO ECOSISTEMA URBANO DE PAULO AFONSO, BAHIA. **Revista Ouricuri**, Paulo Afonso, Bahia, v.4, n.1, p.086-101. mar./abr., 2014. Disponível em: <http://www.revistaouricuri.uneb.br>. Acesso em 27/09/2016.

BERNARDES, Claudio. Uma arvore “urbana” traz US\$ 273 de benefícios por ano, aponta estudo. **Jornal Folha de São Paulo**. 19/09/2016. São Paulo, 2016.

GRATANI, Loretta, CRESCENTE, Maria Fiore e VARONE, Laura. Long-term monitoring of metal pollution by urban trees. Department of Plant Biology, Sapienza Univerity of Rome, P.le A. Moro, Rome, Italy, 2008.

IBGE. **Frota Municipal 2017**. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/frota.php>. Acesso em 09/12/2017.

LIMA, Josanidia Santana. Processos biológicos e o biomonitoramento: aspectos bioquímicos e morfológicos. **Maia, NB Martos, HL & Barrella, W. Indicadores ambientais: conceitos e aplicações. São Paulo: EDUC**, p. 95-115, 2001.

MAIOLI, Otávio Luiz Gusso. SANTOS, Jane Meri. JUNIOR, Neyval Costa Reis. CASSINI, Sérvio Túlio Alves. Parâmetros bioquímicos foliares das espécies *Licania tomentosa* (benth.) E *Bauhinia forficata* (link.) Para avaliação da qualidade do ar. **Revista Química Nova**, Vol. 31, No. 8, 1925-1932, 2008.

MORAES, Verônica Aparecida Ferreira. FERREIRA, Késsia Jordana Lemes. SANTOS, Luís Guilherme Marques. SANTANA, Flávia Assumpção. BIOINDICADORES DE POLUIÇÃO NAS CIDADES DE ITAGUAÇU-GO E PARANAIGUARA-GO. **Anais. XVII SIMBIO - Simpósio de Biologia. Universidade Estadual de Goiás - UEG. Campus de Quirinópolis. Goiás, 2016.**

PADOAN, Lucas de Lima Fernandes. ECOSISTEMAS URBANOS: UMA PERSPECTIVA ANALÍTICA DAS CIDADES. Convibra. Universidade Federal de Minas Gerais, 2014. Disponível em http://www.convibra.org/upload/paper/2014/28/2014_28_9380.pdf. Acesso em 28/09/16.

PATRO, Raquel. **Oiti – Licania tomentosa**. Site oficial Jardineiro.net. Disponível em <http://www.jardineiro.net/plantas/oiti-licania-tomentosa.html>. Acesso em 28/09/17.

PIMENTA, Neder Cassio. FILHO, Teobaldo Solino. PICOLI, Rosângela Laura. Ecosistemas urbanos e a conservação da biodiversidade: Benefícios sociais e ambientais do parque de uso múltiplo da asa sul. **Anais. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Salvador, 2014.**

VARONE, Laura. **Biomonitoring Methods**. Department of Environmental Biology, Sapienza University of Rome. Disciplina de Seminários de Pesquisa / Tópicos especiais: Técnicas de

Biomonitoramento de Poluição Atmosférica como Recurso de Planejamento e Gestão Ambiental em Rondonópolis. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Universitário de Rondonópolis, Setembro 2016.

VARONE, Laura. **Air pollution and Plants: a case of study in Rome**. Department of Environmental Biology, Sapienza University of Rome. Disciplina de Seminários de Pesquisa / Tópicos especiais: Técnicas de Biomonitoramento de Poluição Atmosférica como Recurso de Planejamento e Gestão Ambiental em Rondonópolis. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Mato Grosso. Campus Universitário de Rondonópolis, Setembro 2016.