



Uso de Bioindicadores Vegetais no Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Camaçari - BA

Barbara Ribeiro Rodrigues¹; Hilda Caramantin-Soriano¹; Jemima dos Santos Montenegro¹

✉ barbara@agronoma.eng.br

1. Faculdade Metropolitana de Camaçari - Camaçari/BA

Histórico do Artigo:

Recebido em: 26 de novembro de 2019 Aceito em: 09 de março de 2020 Publicado em: 30 de abril de 2020

Resumo: O biomonitoramento vegetal é considerado uma ferramenta complementar ao monitoramento ambiental, onde espécies vegetais conhecidas como bioindicadoras podem ser utilizadas no reconhecimento, detecção, monitoramento e mapeamento de poluentes atmosféricos. Nessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi identificar algumas espécies vegetais das divisões angiospermas, briófitas e líquens, que poderiam ser utilizadas como bioindicadores da poluição atmosférica no Município de Camaçari, Estado da Bahia. O trabalho é uma pesquisa bibliográfica e documental, cujos instrumentos de coleta de dados basearam-se em uma revisão de literatura e uma consulta aos documentos públicos como, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), os Relatórios fornecidos pela Secretaria da Saúde do Município de Camaçari e as publicações do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - INEMA. Os resultados obtidos mostraram que *Tillandsia usneoides*, *Tradescantia pallida* cv, *Nicotiana glauca*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Daucus carota*, *Gladiolus* sp e a *Sphagnum* sp seriam as espécies mais adequadas para o controle da qualidade do ar no município de Camaçari por encontrarem fatores climáticos como, temperatura e luminosidade mais favoráveis ao seu desenvolvimento por conseguirem maior adaptação e cultivo para as condições de solo. Diante do exposto, concluímos que o monitoramento ambiental através do uso de espécies vegetais é um método adequado para controle da qualidade do ar do município de Camaçari, com benefícios não só no aspecto econômico, ambiental e paisagístico, mas também no planejamento de políticas públicas que melhorem a qualidade de vida dos cidadãos.

Palavras-chave: Poluição atmosférica, Biomonitoramento, Plantas bioindicadoras, Efeitos da poluição.

Use of Vegetable Bioindicators in Monitoring Air Quality in Camaçari

Abstract: Plant biomonitoring is considered a complementary tool to environmental monitoring, where plant species known as bioindicators can be used in the recognition, detection, monitoring and mapping of air pollutants. In this perspective, the objective of the present work was to identify some plant species of the angiosperm, bryophyte and lichen divisions, which could be used as bioindicators of atmospheric pollution in the Municipality of Camaçari, State of Bahia. The work is a bibliographic and documentary research, whose data collection instruments were based on a literature review and a consultation with public documents such as the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Department of Informatics of the Unified System of Health (DATASUS), the Reports provided by the Health Department of the Municipality of Camaçari and the publications of the Environment and Water Resources Institute - INEMA. The results obtained showed that *Tillandsia usneoides*, *Tradescantia pallida* cv, *Nicotiana glauca*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Daucus carota*, *Gladiolus* sp and *Sphagnum* sp would be the most suitable species for the control of air quality in the municipality of Camaçari because of finding climatic factors such as temperature and light more favorable to their development and for achieving greater adaptation and cultivation for soil conditions. In view of the above, we conclude that environmental monitoring through the use of plant species is an adequate method for controlling air quality in the municipality of Camaçari, with benefits not only in economic, environmental and landscape aspects, but also in the planning of public policies that improve the quality of life of citizens.

Keywords: Air pollution, Biomonitoring, Bioindicator plants, Effects of pollution.

Uso de Bioindicadores Vegetales en el Monitoreo de la Calidad del Aire en la Municipalidad de Camaçari

Resumen: El biomonitoreo de plantas se considera una herramienta complementaria para el monitoreo ambiental, donde las especies de plantas conocidas como bioindicadores pueden usarse en el reconocimiento, detección, monitoreo y mapeo de contaminantes del aire. En esta perspectiva, el objetivo del presente trabajo fue identificar algunas especies de plantas de las divisiones de angiospermas, briófitos y líquenes, que podrían usarse como bioindicadores de la contaminación atmosférica en la municipalidad de Camaçari, Estado de Bahía. El trabajo es una investigación bibliográfica y documental, cuyos instrumentos de recolección de datos se basaron en una revisión de literatura y una consulta con documentos públicos como el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), el Departamento de Informática del Sistema Unificado de Salud (DATASUS), los Informes proporcionados por el Departamento de Salud de la Municipalidad de Camaçari y las publicaciones del Instituto de Medio Ambiente y Recursos Hídricos - INEMA. Los resultados obtenidos mostraron que *Tillandsia usneoides*, *Tradescantia pallidiflora*, *Nicotiana glauca*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Daucus carota*, *Gladiolus* y *Sphagnum* son las especies más adecuadas para el control de la calidad del aire en la municipalidad de Camaçari por encontrar factores climáticos tales como temperatura y luz más favorables para su desarrollo y por conseguir una mayor adaptación y cultivo para las condiciones del suelo. En vista de lo anterior, concluimos que el monitoreo ambiental a través del uso de especies de plantas es un método adecuado para controlar la calidad del aire en la municipalidad de Camaçari, con beneficios no solo en aspectos económicos, ambientales y paisajísticos, sino también en la planificación de políticas públicas que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos.

Palabras clave: Contaminación del aire, Biomonitoreo, Plantas bioindicadoras, Efectos de la contaminación.

INTRODUÇÃO

A alteração do ar compromete os processos biológicos no planeta, modificando os ciclos da natureza, provocando mudanças climáticas e prejudicando a saúde do homem e dos animais. Neste contexto, é visível observar que nos centros urbanos os efeitos da poluição atmosférica relacionadas às doenças respiratórias e ao incremento da taxa de mortalidade, vem alcançando as maiores proporções quando associados a fatores meteorológicos como a ação dos ventos, que levam aos poluentes atmosféricos a grandes distâncias de sua fonte (LISBOA e KAWANO, 2007).

De acordo com Klumpp *et al.* (2001) e Carvalho (2016), as fontes poluidoras mais importantes são as indústrias, as usinas termoeletricas, os incineradores de lixo, a calefação doméstica e especialmente o tráfego de automóveis, sendo considerados os principais poluentes atmosféricos: o dióxido de enxofre, o óxidos de nitrogênio, o ozônio (O₃), o material particulado (MP) e os compostos orgânicos como o benzeno ou hidrocarbonetos aromáticos policíclicos.

Algumas substâncias químicas poluentes podem permanecer na atmosfera indefinidamente de maneira inerte, ou ser metabolizadas pela biota, sendo reinseridas no ambiente sob outras formas químicas ou sofrer reações químicas com a atmosfera (ALMEIDA, 2000).

Segundo Amâncio e Nascimento (2012), e Pereira e Limongi (2015), os poluentes O_3 , MP, SO_2 e CO estão associados com internações tanto de doenças respiratórias infecciosas quanto inflamatórias entre crianças e adolescente (0 a 19 anos). Gouveia *et al.* (2006) relacionaram os efeitos do PM_{10} (MP com um diâmetro aerodinâmico equivalente inferior a 10 micrômetros) e O_3 em crianças menores de 15 anos, durante o período de 1999 a 2000. Nesta perspectiva, o monitoramento da qualidade do ar constitui uma ferramenta fundamental para avaliar e propor mudanças nas políticas públicas de controle da poluição e promoção da saúde pública.

Conforme Nunes e Pedroso (2007), Texeira e Barbério (2012) e Cetesb (2015), quando organismos vivos são usados no monitoramento ambiental para avaliar mudanças no meio ambiente ou na qualidade do ar, o monitoramento é chamado de monitoramento biológico ou biomonitoramento. Para Klumpp (2001), Carneiro (2004) e Mariani *et al.* (2008) o biomonitoramento é um método de análise experimental que permite avaliar poluentes em grandes extensões de áreas utilizando organismos vivos, onde sua principal vantagem é o baixo custo.

Na literatura são reportados vários tipos de biomonitoramento com plantas, que é utilizado internacionalmente para avaliar o potencial de contaminação da vegetação advinda de deposições atmosféricas (ICPFORESTS, 2012; CETESB, 2015). Segundo Martins (2009), as concentrações de poluentes podem ser determinadas em espécies vegetais já existentes no local (biomonitoramento passivo) ou em aquelas inseridas no meio a ser avaliado (biomonitoramento ativo).

O biomonitoramento passivo ocorre quando as análises são feitas em espécies que habitam o local a ser analisado e onde os poluentes acumularam-se ao longo do tempo. Já o biomonitoramento ativo ocorre quando as espécies são cultivadas em condições controladas, padronizadas e expostas no local em que será estudada a qualidade do ar (PEREIRA, 2005).

Para Cetesb (2015), as vantagens do biomonitoramento ativo sobre o passivo, baseia-se na possibilidade de procedência da planta a partir de um ambiente controlado, além da eliminação de vieses relacionados à composição do solo e a possibilidade de uniformização de cuidados ao biomonitor. Em contrapartida, Lima (2001) menciona que o biomonitoramento passivo apresenta uma grande vantagem sobre o ativo, devido ao fato de a planta encontrar-se em um local em que está adaptada ao ambiente, de forma diferente da planta que é colocada no local a ser analisado. Além disso, o autor relata que os custos no biomonitoramento passivo são reduzidos, uma vez que esses biomonitores não apresentam os custos de cultivo em condições padronizadas, diferentemente dos biomonitores ativos.

Neste cenário, o presente trabalho teve por objetivo identificar algumas espécies vegetais das divisões angiospermas, briófitas e líquens, que poderiam ser utilizadas como bioindicadores da poluição atmosférica no Município de Camaçari, Estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é uma pesquisa bibliográfica e documental, cujos instrumentos para a coleta de dados basearam-se em uma revisão de literatura e uma consulta aos documentos públicos como, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), os Relatórios fornecidos pela Secretaria da Saúde do Município de Camaçari/Estado da Bahia, as publicações do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA e os artigos científicos publicados entre os anos de 1994 a 2020, no banco de dados da Scielo, a MedLine, a Lilacs, o BDTD e a Repositório Institucional da UFBA.

Esta pesquisa teve por base a combinação das seguintes palavras-chave: Poluição atmosférica, biomonitoramento, bioindicadores vegetais e efeitos da poluição.

Neste sentido, os artigos foram selecionados de acordo com o conteúdo do título e do resumo, sendo que, foram excluídos todos os artigos científicos que estavam escritos em outras línguas, exceto o inglês e o português.

O trabalho não foi restringido a nenhum intervalo de datas considerando abranger um maior inventário de espécies de bioindicadores e de levantamentos de agravos correlacionados à poluição (CARNEIRO, 2004). No total foram consultados 44 artigos, 10 dissertações, 03 teses e 03 livros de texto. Após da revisão bibliográfica foram selecionadas as espécies adequadas às características locais como solo, clima e poluentes presentes na região.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização do Município de Camaçari

De acordo com IBGE (2019), Camaçari possui uma população estimada de 299.132 mil habitantes em uma área territorial de 785.335 km², a 41 km da Capital Salvador (figura 1). O município abriga o maior polo industrial da América do Sul, onde residem indústrias de diversos

segmentos como: setor petroquímico, agroquímico, automobilístico, celulose, cobre e borracha, sendo o 2º maior município de poder econômico da região metropolitana de Salvador (IBGE, 2019). Segundo Santos (2012), os principais poluentes emitidos no complexo industrial de Camaçari são: partículas inaláveis (PM₁₀), ozônio (O₃), dióxido de enxofre (SO₂), monóxido de carbono (CO) e dióxido de nitrogênio (NO₂).

O município de Camaçari possui uma rede de monitoramento realizado pela Central de Tratamento de Efluentes Líquidos (CETREL), que é responsável pelo monitoramento da água subterrânea, da atmosfera, do solo e pela destinação e tratamento dos efluentes e resíduos industriais e domésticos do município. A CETREL conta com 18 estações fixas e um móvel e vem monitorando tanto o entorno do Polo Industrial de Camaçari (10 estações fixas) quanto o município de Salvador (oito estações fixas e uma móvel). Dessas estações fixas apenas quatro ficam dentro dos limites do município de Camaçari (Estação de Areias que monitora SO₂; Estação Machadinho que monitora SO₂, NO₂, O₃ e CO; Estação da Câmara que monitora SO₂, NO₂ e O₃; e Estação do Gravatá que monitora PM₁₀, SO₂, NO₂ e CO). Neste sentido, de acordo com os relatórios levantados, que datam de 2015 a 2018, os registros dos poluentes foram classificados bem abaixo dos padrões da Resolução CONAMA 03/90 (Resolução que estabelece as concentrações de poluentes atmosféricos para não afetar a saúde da população). Entretanto, após a publicação da Resolução CONAMA 491/2018, que estabelece novos padrões mais rigorosos de qualidade do ar, para diminuir a poluição atmosférica a níveis desejáveis ao longo do tempo, a CETREL ainda está se adequando aos novos padrões de qualidade de ar estabelecidos (PM₁₀, SO₂, NO₂ e CO).

No aspecto geográfico podemos citar que o município está localizado na mesorregião metropolitana de Salvador, e, segundo Fonseca (2004), seu clima é tropical com vegetações de mata atlântica, mata ciliar, dunas, manguezais e restinga. De acordo com INMET (2006), a média anual de temperatura está em torno de 25°C, com uma pluviosidade média anual de 1.710 mm, ventos predominantes nos sentidos leste, sudeste e nordeste e uma Altitude de 20m. Segundo Souza (2006), Camaçari apresenta os seguintes tipos de solo: PodzolHidromórfico, Podzólico vermelho amarelo álico, areias Quartzosas marinhas e Glei pouco húmico distrófico. A topografia é suave com algumas ocorrências de cotas mais altas em regiões mais afastadas da costa.



Figura 1. Área de estudo.

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento urbano de Camaçari (Adaptado), 2020.

Efeitos dos poluentes atmosféricos na saúde

Segundo pesquisas realizadas por alguns autores, como Martins *et al.* (2004), GOUVEIA *et al.* (2006), Dapper (2016) e Menezes *et al.* (2019) é possível estabelecer algumas correlações entre os efeitos da má qualidade do ar com a saúde humana (Tabela 1).

Tabela 1. Principais doenças e poluentes.

POLUENTE	GRUPO DE RISCO	EFEITO	TEMPO DE RESPOSTA	AUTOR(ES)
NO ₂	Crianças até 5 anos	Pneumonias	4 dias após a exposição	NEGRISOLI e FRANCISCO, 2013; COELHO, 2007
MP	Recém nascidos	Baixa de peso ao nascer		ROMÃO <i>et al.</i> , 2013
MP e O ₃	Crianças e adolescentes (0 - 19 anos)	Morbidades respiratórias		JASINSKI <i>et al.</i> , 2011
Poluentes monitorados com exceção do CO e O ₃	Crianças	Asma e pneumonia	3 dias após a exposição (exceto para pneumonia que foi no mesmo dia)	GOUVEIA <i>et al.</i> , 2006
	Idosos	Doenças isquêmicas do coração e doença obstrutiva pulmonar crônica	2 dias	GOUVEIA <i>et al.</i> , 2006

MP	Adultos maiores que 50 anos	Acidentes vasculoencefálico	Mesmo dia	NASCIMENTO <i>et al.</i> , 2012
SO ₂	Idosos	Pneumonia e gripe		MARTINS <i>et al.</i> , 2002
MP e SO ₂	Crianças (0 - 10 anos)	Asma	1 - 3 dias após a exposição	AMÂNCIO e NASCIMENTO, 2012
MP _{2,5}	Crianças (0 - 10 anos)	Doenças respiratórias		CESAR <i>et al.</i> , 2013
MP, O ₃ e SO ₂	Crianças menores que 5 anos	Doenças respiratórias		NARDOCCI <i>et al.</i> , 2013
MP	Adultos maiores que 39 anos	Doenças cardiovasculares		
NO ₂	Crianças (0-10 anos)	Pneumonia	Mesmo dia	NEGRISOLI e NASCIMENTO, 2013
MP			4 dias após a exposição	
NO ₂	Adultos com mais de 50 anos	Acidente vascular encefálico	3 dias após a exposição	GAVINIER e NASCIMENTO, 2014
MP	Gestantes	Partos prematuros	Mesmo dia	LIMA <i>et al.</i> , 2014

Fonte: Adaptado de DAPPER *et al.*, 2016.

De forma geral, o tempo de resposta ao poluente na saúde humana é de 1 a 5 dias, podendo sofrer interferência direta com os aspectos climáticos, em especial o O₃. Além das relações por faixa etária e gestantes, Menezes *et al.* (2019) revelaram uma relação direta entre poluentes com gênero e condições socioeconômicas (MARTINS *et al.*, 2004).

Biomonitoramento vegetal

O Biomonitoramento vegetal é considerado uma ferramenta complementar em áreas onde já exista o monitoramento ambiental e em áreas desprovidas deste, uma vez que mostram resultados positivos no diagnóstico de níveis baixos e médios de contaminação, analisam a real incidência dos poluentes por estudos toxicológicos e ecotoxicológicos, além da possibilidade de identificar fontes de poluição atmosférica através dos elementos-traço (IOVINE, 2012).

De acordo com Lima (2005), no processo do biomonitoramento é observada a reação sensível de um organismo frente à qualidade do seu ambiente, podendo interferir nos fatores como nível nutricional, disponibilidade de água, luminosidade, temperatura, idade do organismo, sexo, fase de desenvolvimento, características genéticas, concorrência entre indivíduos ou espécies, entre outros. Neste contexto, deve-se considerar ainda que a exposição aos poluentes, ao longo do tempo, pode desencadear várias implicações na biota como a eliminação de espécies sensíveis, a redução na diversidade, a remoção seletiva das espécies dominantes, a diminuição no crescimento e na biomassa e o aumento da suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças (CETESB, 2019).

Estudos realizados para avaliar a poluição do ar com algumas espécies do gênero *Tradescantia* mostraram que, o período de exposição em que as espécies foram submetidas com O₃, CO, MP₁₀, NO₂ e SO₂, variaram entre algumas horas a alguns meses e o tempo de recuperação para diagnosticar efeitos mutagênicos (número de micronúcleos) foi de cerca de 24 horas após exposição ao poluente (CARNEIRO, 2004; AQUINO, 2011; TEIXEIRA e BARBÉRIO, 2012, PEREIRA e MORELLI, 2013).

De acordo com Teixeira e Barbério (2012), as variações climáticas como, a radiação e as temperaturas máximas diárias, podem estar relacionadas significativamente com a frequência de micronúcleos formados em *Tradescantiapallida* (Rose) D.R. Hunt *purpurea* Boom. Entretanto, as pesquisas realizadas por Aquino (2011), evidenciaram que fatores climáticos como, a temperatura e a intensidade de radiação, não tiveram relação significativa com os eventos mutagênicos de *Tradescantiapallida* cv. Púrpura.

Seleção de bioindicadores vegetais

De forma geral, as alterações causadas pelos poluentes atmosféricos nas plantas, podem modificar a genética, aumentar ou diminuir a produção de algumas enzimas (GUIMARÃES *et al.*, 2000; KLUMPP *et al.*, 2006), aumentar a concentração de hormônios vegetais relacionados ao estresse, aumentar ou diminuir a respiração, causar problemas na fotossíntese (GEROSA *et al.*, 2003) e alterações na abertura e no fechamento estomático. Conseqüentemente estas alterações levam a sintomas como clorose e necrose em tecidos e órgãos, que podem evoluir, levando ao indivíduo à morte (LARCHER, 2000).

As espécies vegetais mais utilizadas como bioindicadoras são as briófitas e as angiospermas (AQUINO, 2011). As briófitas são plantas avasculares com porte de até 2cm de altura, conhecidas como musgos e para se reproduzir necessitam de água. As angiospermas constituem mais de 70% de todas as espécies de plantas existentes no planeta e seu porte varia desde pequenas ervas até grandes árvores. Sua reprodução ocorre através de suas flores, quando fecundas, produzem frutos e sementes.

De acordo com a literatura consultada, existe uma ampla diversidade de espécies utilizadas como bioindicadoras da qualidade do ar, das quais destacamos as relacionadas na Tabela 2, por serem as espécies que poderiam ser utilizadas como bioindicadoras, pela maior adaptação e cultivo para as condições de solo, clima, temperatura, luminosidade e pluviosidade

Uso de Bioindicadores Vegetais no Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Camaçari - BA

para a região de Camaçari. Neste sentido, foram relacionadas 7 (sete) espécies pertencentes à divisão angiosperma e 1(um) à divisão briófitas.

Tabela 2. Relação de plantas bioindicadoras de poluição atmosférica adequadas à região de Camaçari (BA).

DIVISÃO	NOME CIENTÍFICO/ POPULAR	POLUENTES	SINTOMAS DE EXPOSIÇÃO AO POLUENTE	AUTORES
ANGIOSPERMA	<i>Tillandsia usneoides</i> (Barba de velho)	Metais pesados CO, Ni	Retém em sua superfície partículas microscópicas de metais pesados.	Aquino, 2011 Maki <i>et al.</i> , 2013 Demattê, 2007
	<i>Tradescantia pallidacv</i> (Coração-roxo)	CO ₂ , MP ₁₀ , NO ₂ , SO ₂	Quebra cromossômica nas células-mãe de grão de pólen.	Aquino, 2011 Lima <i>et al.</i> , 2005 Pedroso, 2007
	<i>Nicotiana tabacum</i> (tabaco)	O ₃	Danos foliares visíveis e alterações na estrutura.	Aquino, 2011 Maki <i>et al.</i> , 2013 Lima, 2005
	<i>Mangifera indica</i> (mangueira)	SO ₂ , Al, Ba, Ca, Cr, Cu, S, Zn, Sr, Fe, Mn, Mg, Ni, K, Na e Ti	Sérios danos foliares e variação na quantidade de estômatos.	Aquino, 2011 Maki <i>et al.</i> , 2013 Lima <i>et al.</i> , 2005
	<i>Citrus sinensis</i> (laranjeira)	F	Acumula teores de Flúor nas folhas.	Aquino, 2011
	<i>Daucus carota</i> (cenoura)	SO ₂	Redução de peso fresco e seco, de crescimento, clorose e necroses nas folhas.	Aquino, 2011
	<i>Gladiolus sp</i> (palma de Santa Rita)	F, Al	Lesões e necroses nas pontas e margens das folhas, redução de peso seco das folhas e flores.	Prado, 1993 Klumpp <i>et al.</i> , 1997 Aquino, 2011
BRIÓFI-TA	<i>Sphagnum sp</i> (Esfagno)	Metais pesados (Co, Ar, Al, Fe, Ni e Zn).	Acumulação de metais pesados em sua estrutura.	Aquino, 2011 Maki <i>et al.</i> , 2013

Fonte: PRADO, 1993; KLUMPP *et al.*, 1997; AQUINO, 2011; MAKI *et al.*, 2013.

Tillandsia usneoides

A espécie é uma bromélia epífita que absorve do ar, a água e os nutrientes necessários para sua manutenção, sendo considerada uma planta sensível à poluição atmosférica de metais pesados (AQUINO, 2011). Em decorrência de seu peculiar mecanismo de aquisição de nutrientes, as espécies do gênero *Tillandsia* possivelmente, são ainda mais sensíveis do que outras Bromélias (DEMATTÊ, 2007).

Tradescantia pallidacv

Planta herbácea e suculenta, pertencente à família Commelinaceae e ao gênero *Tradescantia* com folhas roxas e muito utilizadas como forração em jardins (YAMASAKI, 2017).

Esta espécie foi uma das bioindicadora utilizada pelo Laboratório de Alternativas Viáveis a Impactos em Ecossistemas Terrestres (LAVIET), da UFBA, em conjunto com a Prefeitura Municipal de Salvador, no Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador (BA), para avaliar a poluição no perímetro urbano, onde foram definidas 8 estações experimentais. Neste sentido, foi observado o surgimento de micronúcleos-MCN (estruturas que resultam de fragmentos cromossômicos na divisão celular) nas células da *Tradescantia sp.*, como uma indicação da presença de substâncias carcinogênicas (PEREIRA e MORELLI, 2013). Para Carvalho (2005) e Aquino (2011), a espécie *Tradescantiapallida cv* é uma planta que é utilizada para detecção de agentes ambientais com potencial mutagênico. Neste contexto, estudos realizados por Lima (2007), revelaram que as inflorescências de *Tradescantiapallida cv*. Púrpura, ao ser expostas com ozônio, apresentam um aumento significativo de formação de micronúcleos. Além disso, o tempo de recuperação da espécie para diagnosticar o número de MCN foi de 72 horas após exposição ao poluente.

Nicotianatabacum

Conhecida como tabaco, é uma planta Solanácea nativa das Américas tropical e subtropical (MORAES, 2014). Também foi utilizada no Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador (BA), onde indicaram danos visíveis apresentados como resposta a presença de ozônio (LIMA, 2005).

Nesta perspectiva, Maki *et al.* (2013) confirmaram que a *Nicotianatabacum*, é um bioindicador de poluentes oxidantes, principalmente do ozônio troposférico, que causa injúrias nas folhas e manchas amarelas, além de redução da produção de biomassa. Para Pedroso (2007), a variedade *N. tabacum* “Bel W3” pode ser afetada pelos poluentes, uma vez que foi possível observar mais espaços intercelulares, câmaras estomáticas maiores e estômatos ligeiramente salientes em ambas as superfícies foliares.

Mangifera indica

A espécie *Mangifera indica* pertencente à família Anacardiaceae e é uma frutífera de grande porte, muito cultivada nas regiões tropicais e subtropicais. Segundo Lima (2005), esta espécie é muito utilizada no biomonitoramento na Índia, tendo sido empregada também no Programa de Biomonitoramento da Qualidade do Ar da Cidade do Salvador (BA). É um potencial indicador de material particulado, que altera a concentração de substâncias na estrutura da planta (ácido ascórbico e prolina). Neste cenário, Maki *et al.* (2013) relatou que no ano de 2010,

a *Mangifera indica* foi utilizada para avaliar a qualidade do ar na região metropolitana de Vitória, Guarapari e Bom Jesus da Lapa, encontrando-se nesta espécie um total de 15 elementos (Al, Ba, Ca, Cr, Cu, S, Zn, Sr, Fe, Mn, Mg, Ni, K, Na e Ti) em concentrações elevadas, com exceção do K.

De acordo com Almeida (2000), a *Mangifera indica* é uma espécie que se mostra resistente aos impactos provocados pela realidade atmosférica do Pólo Petroquímico de Camaçari, e apresenta respostas com intensidade proporcional ao grau de impacto, ao qual ela é exposta, podendo, por isso, ser empregada como instrumento avaliador da qualidade do ambiente.

Citrus sinensis

Conhecida como laranja da Família Rutáceae, é uma espécie originária principalmente das regiões subtropicais e tropicais do sul e sudeste da Ásia, incluindo áreas da Austrália e África (AQUINO, 2011). Nesta perspectiva, Fahl (2004) menciona que *Citrus sinensis*, acumulou os maiores teores foliares de flúor (80 mg de flúor/kg de matéria seca (m.s. de folha), na pesquisa realizada no Polo cerâmico de Santa Gertrudes (SP).

Daucuscarota

Pertencente à família Apiaceae, do grupo das raízes tuberosas, cultivada em larga escala nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul do Brasil. Conforme Junior e Corrêa (2017), as plantas de *Daucuscarota*, foram influenciados pela contaminação atmosférica com dióxido de enxofre na região do Aeroporto de Congonhas. Os resultados revelaram que as cenouras apresentaram redução significativa de crescimento e redução do peso de massa fresca e seca.

Gladiolussp

Muito conhecida como palma de Santa Rita, pertencente à família Iridaceae. O gladiolo é uma planta que se originou no Oeste asiático, África e Europa. É uma planta herbácea bulbosa de clima tropical, adaptando-se bem ao clima subtropical (SANTOS, 2014) (Tabela 3). Neste sentido, AQUINO (2011) menciona que cultivares brasileiras de *Gladiolus* que foram expostos ao local altamente poluído por fluoretos, nas proximidades do complexo industrial de Cubatão (SP), acumularam flúor nas folhas, reduziram o peso seco das folhas e flores e apresentaram necroses nas pontas e margens das folhas (KLUMPP *et al.*, 1997).

***Sphagnum* sp**

Pertencente à família Sphagnaceae, conhecido pelo nome de esfagno é um musgo, que habita em locais úmidos, sobre rochas e troncos (Tabela 3). No Brasil, pode ser encontrado com facilidade em áreas montanhosas nos estados do sul e sudeste. A espécie possui coloração de verde ao vermelho e tem a capacidade de concentrar água pura em seus tecidos, mesmo quando a escassez na superfície.

Segundo Lima (2018) o musgo *Sphagnum sp.*, reconhecido internacionalmente por acumular metais pesados, foi usado para validar os resultados do programa de biomonitoramento do ar na região do Polo Petroquímico de Camaçari (BA) na década de 90. Neste sentido, foi encontrado que o *Sphagnum sp.*, acumulou concentrações consideravelmente de cobre e o arsênio nas estações mais próximas de uma indústria beneficiadora de cobre.

Tabela 3. Informações para o cultivo das espécies bioindicadoras

ESPÉCIE	PORTE	CICLO DE VIDA	TIPO DE SOLO	LUMINOSIDADE	TEMP. (°C)
<i>Tillandsia usneoides</i> (Barba de velho)	≤ 6m	Perene	Não necessita por ser epífita, fixar em substrato como troncos.	Meia sombra e sol pleno	10 °C a 32 °C
<i>Tradescantia pallidiflora</i> (Coração -roxo)	0,3 a 0,4 m	Perene	Fértil e úmido	Meia sombra e sol pleno	20 a 32 °C
<i>Nicotiana glauca</i> (tabaco)	≤ 3m	Anual	Fértil e bem drenado	Pleno Sol	20 a 30 °C
<i>Mangifera indica</i> (mangueira)	≤ 30m	Perene	Fértil e profundo	Pleno Sol	24 a 30 °C
<i>Citrus sinensis</i> (laranjeira)	5 a 6m	Perene	Areno- argilosos, profundos e permeáveis.	Pleno Sol	23 a 32 °C
<i>Daucus carota</i> (cenoura)	0,6 a 0,9 m	Anual	Areno-argilosos, leves e bem drenados.	Pleno Sol	10 a 30 °C
<i>Gladiolus</i> (palma de Santa Rita)	0,6 a 1,5 m	Perene	Areno-argilosos, leves, bem drenados e permeáveis.	Pleno Sol, toleram sombra parcial	15 a 30 °C
<i>Sphagnum</i> sp (Esfagno)	0,2 a 10 m	Por alternância de altura	Solos úmidos, ricos em matéria orgânica, e substratos como troncos, ramos de árvores, rochas e folhas e troncos em decomposição.	Sombra ou sol indireto	> 20 °C

Fonte: Adaptado de FERNANDES e NASCIMENTO, 2004; CARVALHO, 2005; JUNIOR, *et al.*, 2005; VIEIRA e PESSOA, 2008; MORAES, 2014; YAMASAKI, 2017.

De acordo com Santos (2010), o clima é fundamental para o desenvolvimento de plantas e os fatores climáticos como temperatura e luminosidade podem interferir de forma benéfica ou maléfica no seu desenvolvimento.

Nesta perspectiva, a ampla utilização de *Tradescantiapallida* em estudos conduzidos no Brasil e em outros países da América do Sul em substituição aos clones produzidos e empregados nos ensaios europeus se deve às diferenças climáticas entre os dois continentes (PEREIRA e MORELLI, 2013). Clones #4430 e #03 são difíceis de serem cultivados no clima tropical enquanto, *Tradescantiapallida*, de acordo com Rodrigues *et al.* (1997), se desenvolve com facilidade nas condições climáticas tropicais, dado que essa espécie é naturalmente adaptada ao ambiente encontrado nos países latino-americanos. Para Rodrigues (1999), o cultivo ideal para *Tradescantiapallida* consiste em condições controladas de temperatura, luminosidade e umidade relativa (temperaturas de dia/noite de 21/19 °C, fotoperíodo de 17 horas e umidade relativa entre 65 e 70%).

Por outro lado, VIEIRA e PESSOA (2008), indicaram que as temperaturas para cultivo de *Daucuscarota* podem ser de 10 a 30 °C e os solos devem ter textura média e pH em torno de 6,0 (Tabela 3). Neste sentido, estudos realizados Com *Nicotianatabacum*, mostraram que fatores climáticos como temperatura, humidade e luminosidade, influenciaram a porcentagem de danos foliares nas plantas do Parque Ibirapuera, uma vez que foram relacionadas com a variação de concentração de ozônio (média de 50 ppb em 2002 e de 39 ppb em 2003).(SANT'ANNA, 2007).

CONCLUSÃO

Estudos epidemiológicos no Brasil têm evidenciado associações de poluentes atmosféricos com a incidência de doenças. Neste sentido, ressalta-se a importância de estudos de biomonitoramento na adoção de medidas preventivas capazes de diminuir a degradação ambiental e, conseqüentemente, os efeitos nocivos à saúde das pessoas.

No processo de implantação do biomonitoramento, na definição da área de cultivo é importante observar que as principais condições meteorológicas que afetam a dispersão dos poluentes na atmosfera (direção dos ventos, temperatura, pressão atmosférica e pluviosidade), determinam o posicionamento para a instalação de dispersores de poluentes fixos e de unidades de monitoramento (LYRA, 2006). Além disso, deve ser considerado as características de cultivo de cada espécie e sua manutenção para garantir o desenvolvimento delas, conforme padrões preestabelecidos.

Em relação às espécies a serem adotadas, através da pesquisa, pudemos observar que há uma grande diversidade de espécies bioindicadoras que já estão sendo usadas em programas de monitoramento. Nesta perspectiva, considerando que muitos bioindicadores vegetais encontram-se associados a um determinado poluente atmosférico, recomendamos para a região de Camaçari o uso de bioindicadores de *Tillandsia usneoides*, *Tradescantia pallidiflora*, *Nicotiana glauca*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis*, *Daucus carota*, *Gladiolus* sp e a *Sphagnum* sp, pela sua capacidade de conseguirem maior adaptação e cultivo para as condições de solo e por encontrarem fatores climáticos como temperatura e luminosidade mais favoráveis ao seu desenvolvimento.

É importante mencionar, que estudos de biomonitoramento no município de Camaçari são indispensáveis, considerando a proximidade do polo petroquímico com a zona urbana do município. Assim, torna-se interessante o incentivo ao desenvolvimento desses estudos na região, visto que, além de ajudar na recuperação ambiental, irão contribuir para o desenvolvimento sustentável da região, podendo ainda envolver a comunidade no processo de monitoramento em áreas comunitárias como escolas, praças entre outros.

Diante do exposto, concluímos que o biomonitoramento vegetal é um método adequado como prática complementar ao estudo e controle da qualidade do ar, podendo ser utilizado no município de Camaçari, não só para identificar os poluentes atmosféricos associados a doenças respiratórias em crianças e adolescentes, mas também no planejamento de políticas públicas que melhorem a qualidade de vida dos cidadãos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, V. S. **Alterações nos teores de enxofre e de metabólicos indicadores de estresse em árvores adultas de *Mangifera Indica* L. CV. Espada expostas à poluição área e edáfica, na região do Polo Petroquímico de Camaçari/BA.** Dissertação de Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente – Instituto de Geociências – UFBA, Salvador, 2000.

AMANCIO C.T, NASCIMENTO L.F. C. **Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais.** 2012. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/66ef/9239c15d9bf8b0dbf89910b29f77735eb3f4.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

AQUINO, S. M. de F. *et al.* **Bioindicadores vegetais: Uma alternativa para monitorar a poluição.** RIC – Revista internacional de ciências, Rio de Janeiro, RJ, 2011. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/3629>> Acesso em: 10 fev. 2019.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR.** Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>> Acesso em: 10 fev. 2019.

CARNEIRO, R.M.A. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade.** Dissertação (Mestrado). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. 2004. Disponível em:

Uso de Bioindicadores Vegetais no Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Camaçari - BA

www.teses.usp.br/teses/disponiveis/22/22133/tde-19102004-170613/.../mestrado.pdf. Acesso em: 09 de março de 2019.

CARVALHO, A. **Controle de emissões fugitivas de compostos orgânicos voláteis em componentes de linhas de processo refinarias de petróleo**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia. Universidade Federal Fluminense. 2016. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/bitstream/1/2800/1/Dissert%20Adriana%20Vidal%20França%20de%20Carvalho.pdf>. Acesso em: 06 set. 2019.

CARVALHO, H. A. **A *Tradescantia* como bioindicador vegetal na monitoração dos efeitos clastogênicos das radiações ionizantes**. RadiolBras v.38 n.6, São Paulo, 2005, P.459-462. Disponível em: <http://www.scielo.br/cgi-bin/wxis.exe/iah/>. Acesso em: 02 set. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do Solo. Efeitos da poluição atmosférica na vegetação**. São Paulo - SP, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/solo/efeitos-da-poluicao/>. Acesso em: 25 fev. 2019.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **biomonitoramento da vegetação na região de Cubatão: fluoreto, cádmio, chumbo, mercúrio e níquel**. 2015. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2013/12/Veg_Web_24-04.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

DAPPER SN, SPOHR C, ZANINI RR. **Poluição do ar como fator de risco para a saúde: uma revisão sistemática no estado de São Paulo**. Estudo Av. 2016; 30(86): 83-97. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v30n86/0103-4014-ea-30-86-00083.pdf>. Acesso em: 20 de setembro 2019.

DEMATTÊ, M. E. S. P. **Cultivo de *Tillandsiakautskyi* E. Pereira, bromélia brasileira em risco de extinção: considerações sobre adubação foliar**. Revista brasileira de horticultura ornamental, 2007. v. 12, n.2, p. 112-116. Disponível em: <https://ornamentalthorticulture.emnuvens.com.br/rbho/article/view/193> Acesso em: 02 set. 2019.

FAHL, I.A.F. **Caracterização geográfica da dispersão do flúor, através de teores foliares, em espécies vegetais de interesse econômico, a partir do pólo cerâmico de Santa Gertrudes-SP**. 2004. Disponível em: <file:///C:/Users/Hilda/Downloads/3629-13939-1-PB.pdf>. Acesso em: 03 set. 2019.

FERNANDES, F. M.; NASCIMENTO, V. M. **Fertilidade do solo e nutrição da mangueira**. In ROZANE, D. E.; DAREZZO, J D.; AGUIAR, R. L.; AGUILERA, G. H. A.; ZAMBOLIM, L. **Manga Produção integrada, industrialização e comercialização**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2004. Disponível em: http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livromanga_pdf/06_fertilidadedoso loenutricaoadamangueira.pdf Acesso em: 02 set. 2019.

FONSECA, P. **Mapeamento geológico e zoneamento geoambiental da região do Polo Industrial de Camaçari, através do uso de ortofotos digitais**. 2004. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/14240750/mapeamento-geologico-e-zoneamento-geoambiental-da-regiao-do->. Acesso em 11 de fevereiro de 2019.

GEROSA, G., MARZUOLI, R., BUSSOTTI, F., PANCRAZI, M. E BALLARIN-DENTI, A. 2003. **Ozone sensitivity of *Fagus sylvatica* and *Fraxinus excelsior* young trees in relation to leaf structure and foliar ozone uptake**. Environmental Pollution 125: 91-98.

GOUVEIA N., Freitas C. U., Martins L. C., Marcilio I. O. **Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil**. Cad. Saúde Pública. 2006;22(12):2669-77. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v22n12/15.pdf> Acesso em 11 de Fevereiro de 2019.

GUIMARÃES, E.T., DOMINGOS, M., ALVES, E.S., CALDINI, N., LOBO, D.J.A., LICHTENFELS, A.J.F.C., E SALDIVA, P.H.N. 2000. **Detection of the genotoxic of air pollutants in around the city of São Paulo (Brazil) with the *Tradescantia*-micronucleus (Trad-MCN) assay**. Environmental and Experimental Botany 44: 1-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática: SIDRA. Apresenta informações sobre população, produção agrícola, e diversos outros indicadores sociais, agregados por municípios brasileiros**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE - INEMA. **1º Diagnóstico da rede de monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. 2014. Disponível em: <http://www.forumclima.pr.gov.br/arquivos/File/Rosana/Diagnostico_Qualidade_do_Ar_Versao_Final_Std.pdf> Acesso em: 14 de agosto de 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Série histórica** - dados diários - precipitação (mm) - Camaçari, 2006. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep> Acesso em: 03 set. 2019.

ICPFORESTS. **The Condition of Forest in Europe**. 2012. 21p. Disponível em: www.icp-forests.org/pdf/ER2012.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

IOVINE, PRISCILA. **Usando biomonitoramento para avaliar o impacto da poluição atmosférica no entorno de indústrias**. 2012. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Experimental) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/D.5.2012.tde-28022013-131953. Acesso em: 2019-09-28.

KLUMPP, A.; ANSEL, W.; KLUMPP, G.; FOMIN, A. **Um novo conceito de monitoramento e comunicação ambiental: a rede europeia para avaliação da qualidade do ar usando plantas bioindicadoras (EuroBionet)**. 2001. Revista Brasileira de Botânica 24: 511-18. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v24n4s0/9472.pdf>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2019

KLUMPP, A., ANSEL, W., KLUMPP, G., CALATAYUD, V., GARREC, JP., HE, S., PENUELAS, J., RIBAS, A., RO-POULSEN, H., RASMUSSEN, S., SANZ, MJ. and VERGNE, P. **Tradescantiamicronucleustesticidatesgenotoxicpotentialoftrafficemissions in Europeancities. Environmental Pollution**. vol. 139, p. 515-522, 2006. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749105003155>>. Acesso em: 14 de junho de 2019.

KLUMPP, A.; MODESTO, I.F.; MARISA, D.; KLUMPP, G. **Sensibilidade de cultivares de Gladiolus à poluição por fluoretos, e sua aptidão para a bioindicação**. Revista PAB - Pesquisa agropecuária Brasileira. 1997. Disponível em: <http://atlas.sct.embrapa.br/pab/pab.nsf/>. Acesso em: 03 set. 2019.

JUNIOR, D. M. *et al.* **Citrus: principais informações e recomendações de cultivo**. Boletim técnico 200. IAC - Instituto Agrônomo de Campinas. 2005. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/43.pdf Acesso em: 02 set. 2019.

JUNIOR, V. de S. S.; CORRÊA, S. F. **Daucuscarota como bioindicador de dióxido de enxofre (SO₂) na região do Aeroporto de São Paulo - Congonhas / SP**. Centro Universitário SENAC. Revista de iniciação científica, tecnológica e artística - v. 7, n 1. 2017. São Paulo. Disponível em: http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/wp-content/uploads/2017/11/6-42_IC_ArtigoRevisado.pdf Acesso em: 03 set. 2019.

LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. RiMa, São Carlos.

LIMA, J. S. VI - 216. **Programas de biomonitoramento da qualidade do ar da cidade do Salvador**. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, MS, 2005. Disponível em: <http://www.laviet.ufba.br/VI-216.pdf> Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

LIMA, J. S. **Bioindicação, biomonitoramento: Aspectos bioquímicos e morfológicos no período 2001, ECOLATINA, Evento ambiental de América Latina**. 2001. Belo Horizonte. Minas Gerais. 2001. LIMA, E. **Capacidade de Tradescantiapallida (Rose) DR Hunt cvPurpurea Boom para biomonitoramento do potencial clastogênico de ozônio**. 2007. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/09/Elizabeth_de_Souza_Lima_MS.pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2020.

LIMA, J. S. **Bioindicação, biomonitoramento: Aspectos bioquímicos e morfológicos**. IETEC - Instituto de Educação Tecnológica, Belo Horizonte, MG, 2018. Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/172> Acesso em: 10 de fevereiro de 2019.

Uso de Bioindicadores Vegetais no Monitoramento da Qualidade do Ar no Município de Camaçari - BA

LISBOA, H. M.; KAWANO, M. **Monitoramento de Poluentes Atmosféricos**. In.: UFSC- Departamento de Engenharia Sanitária Ambiental. (Org). Controle da Poluição Atmosférica. 01 ed.: E-BOOK, 2007 p 8. Disponível em: <>. Acesso em: 14 de agosto de 2019.

LYRA, D. G. P.; TOMAZ, E. **Inventário das emissões atmosféricas da Região Metropolitana de Salvador**. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis. XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006. Disponível em: <http://www.cbmet.org.br/cbm-files/14-eed06aeb2bb4aed65dbe886d3a5a876l.pdf> Acesso em: 14 de agosto de 2019.

MAKI, E.S.; SHITSUKA, R.; BARROQUEIRO, C. H.; SHITSUKA, D. M. 2013. **Utilização de Bioindicadores em monitoramento de poluição**. Biota Amazônica, Macapá, v.3, n.2, p 169-178. 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifap.br/index.php/biota/article/view/705/v3n2p169-178.pdf>. Acesso em: 09 de março de 2019.

MARIANI, R. L.; JORGE, M. P. M.; PEREIRA, S. S. **Caracterização da qualidade do ar em São José Dos Campos-SP, utilizando *Tradescantia pallida* (Trad-MCN)**. Revista Brasileira de Geoquímica, Goiás, v. 22, n. 1, p. 27-33, 2008.

MARTINS MCH, FATIGATI FL, VESPOLI TC, MARTINS LC, PEREIRA LAA, MARTINS MA, *et al*. **Influence of Socioeconomic Conditions on Air pollution Adverse Health in Elderly People: Na Analysis of Six regions in Sao Paulo, Brazil**. J EpidemiolCommunity Health. 2004;58:41-6, doi:10.1136/jech.58.1.41. Disponível em: <https://jech.bmj.com/content/58/1/41> Acesso em: 14 de agosto de 2019.

MARTINS, A.P.G. **Cascas de árvores como biomonitores da poluição atmosférica de origem veicular em parques urbanos da cidade de São Paulo**. 110 p. Tese (Doutorado em Patologia) - Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2009.

MENEZES, R. A. de M.; PAVANITTO, D. R. e NASCIMENTO, L. F. C. **Exposição a poluentes do ar e doença respiratória em meninos e meninas**. Revista Paul Pediatra, 2019; 37(2): 166-172. TAUBATÉ - SP, BRASIL. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rpp/v37n2/pt_0103-0582-rpp-2019-37-2-00009.pdf>. Acesso em: 20 de setembro 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **DATASUS. Sistema de Informação de Mortalidade (SIM)**. 2018. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br>>. Acesso em: 10 fev.2019.

MORAES, J. **Comunidades de Coleóptera em cultivos de tabaco (*Nicotianatabacum L.*) em Santa Cruz do Sul, RS**. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Naturais e Exatas. Universidade Federal de Santa Maria. Rio Grande de Sul. 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4885> Acesso em: 02 set. 2019.

NUNES, A. e PEDROSO, V. **Poluentes Atmosféricos e Plantas Bioindicadoras**. 2007. http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Poluentes_Atmosfericos_e_Plantas_Bioindicadoras_Andrea_N_V_Pedroso.pdf. Acesso em: 25 de Set. de 2019.

PEDROSO, A. N. V. **Poluentes atmosféricos e plantas bioindicadoras**. Instituto de botânica, São Paulo, SP, 2007. Disponível em: http://www.biodiversidade.pgibt.ibot.sp.gov.br/Web/pdf/Poluentes_Atmosfericos_&_Plantas_Bioindicadoras_Andrea_N_V_Pedroso.pdf. Acesso em: 10 fev. 2019.

PEREIRA, B. e MORELLI, S. **Teste de micronúcleos COM *Tradescantia*. Fundamentos, Aplicações e Orientações Técnicas para Ensaios de Biomonitoramento da Qualidade Ambiental**. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/320805949-Teste_de_micronucleos_com_Tradescantia_fundamentos_aplicacoes_e_orientacoes_tecnicas_para_ensaios_de_biomonitoramento_da_qualidade_ambiental. Acesso: 15 fev. 2020.

PEREIRA, V.C. **Bioindicadores para o monitoramento da qualidade de ar: Estado de arte e Perspectivas**. Dissertação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo-IPT. 2005. Disponível em: http://cassiopea.ipt.br/teses/2005_TA_Vera_Carla_Martins_Pereira.pdf. Acesso em: 11 fev. 2020

PEREIRA, B. e LIMONGI, J. E. **Epidemiologia de despechos na saúde humana relacionados à poluição atmosférica no Brasil: uma revisão sistemática**. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cadsc/v23n2/1414-462X-cadsc-23-2-9l.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2020.

PRADO, J. F. **Uso de bioindicadores para monitoramento do ar**. Ambiente: Revista CETESB de Tecnologia. 1993. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/>. Acesso em: 03 set. 2019.

RODRIGUES, G., MA, T., PIMENTEL, D., WEINSTEIN, L.H. ***Tradescantiabioassays* as monitoring systems for environmental mutagenesis: A review**, Crit. Rev. Plant Sciences, 16 (1997) 325-359.

RODRIGUES, G.S. **Bioensaios de toxicidade genética com *Tradescantia***. Ied. EMBRAPA. Meio Ambiente. 1999. 56p.

SANT'ANNA, S. **Potencial de uso de *Nicotianatabacum* 'Bel W3' para biomonitoramento dos níveis de contaminação atmosférica por ozônio, na cidade de São Paulo**. Tese (Doutorado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 2007. Disponível em: http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/09/Silvia_Maria_Romano_Santanna_DR.pdf. Acesso em: 16 fev. 2020.

SANTOS, L. L.; JUNIO, S.; NUNES, M.C. **Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido**. 2010. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol8/8_artigo_v8.pdf. Acesso em: 12 fev. 2020.

SOUZA, J. G. **Camaçari, as duas faces da moeda: Crescimento econômico X Desenvolvimento social**. Dissertação (Mestrado em Análise Regional) - Universidade Salvador, Salvador - BA, 2006. Disponível em: <http://www.tede.unifacs.br>. Acesso em: 03 set. 2019.

TEIXEIRA, M; BARBÉRIO, A. **Biomonitoramento do ar com *Tradescantiapallida* (Rose) D. R. Hunt var *purpurea* Boom (Commelinaceae)**. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v7n3/v7n3a2l.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2020.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V. **Cenoura (*Daucuscarota*). Sistema de produção. EMBRAPA Hortaliças**. 2008. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cenoura/Cenoura_Daucus_Carota/plantio.html Acesso em: 02 set. 2019.

YAMASAKI, G. **Coração-roxo - *Tradescantiapallida***. 2017. Disponível em: <https://www.cultivando.com.br/coracao-roxo-tradescantia-pallida/> Acesso em: 03 set. 2019.