

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS - DAAMB
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

ÉRICA JULIANI DE FREITAS

CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL BIOINDICADOR DE BROMÉLIAS EPÍFITAS
***TILLANDSIA SPP.* EM AREAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL,**
PR.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

MEDIANEIRA

2018

ÉRICA JULIANI DE FREITAS

**CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL BIOINDICADOR DE BROMÉLIAS EPÍFITAS
TILLANDSIA SPP. EM ÁREAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL,
PR.**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso de Engenharia Ambiental do Departamento Acadêmico de Ciências Biológicas e Ambientais – DAAMB – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof. Dra. Larissa De Bortolli Chiamolera Sabbi

Co-orientador: Prof. Dr. Oldair Donizette Leite

MEDIANEIRA

2018



TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL BIOINDICADOR DE BROMÉLIAS EPÍFITAS *TILLANDSIA SPP.* EM ÁREAS URBANIZADAS DO MUNICÍPIO DE CÉU AZUL, PR.

Por

Érica Juliani de Freitas

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado às 17:30 h do dia 29 de junho de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel no Curso de Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dra. Larissa De Bortolli
Chiamolera Sabbi
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Orientador)

Prof. Dr. Oldair Donizette Leite
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Co-orientador)

Prof. Dra. Carla Camara
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Convidado)

Prof. Dra. Larissa De Bortolli
Chiamolera Sabbi
UTFPR – Câmpus Medianeira
(Responsável pelas atividades de TCC)

AGRADECIMENTOS

Obrigada, Mike!

RESUMO

FREITAS, Érica. Caracterização do potencial bioindicador de bromélias epífitas *Tillandsia spp.* em áreas urbanizadas do município de Céu Azul, PR. 2018. Trabalho de Diplomação (Bacharel em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

A poluição ambiental vem causando os mais diversos desequilíbrios aos ecossistemas. Plantas, em especial epífitas, têm sido utilizadas como bioindicadores da qualidade do ar, pela sua exclusividade de armazenamento de nutrientes presentes no ar atmosférico. Neste contexto, foi analisado indicadores de biomonitoramento da poluição atmosférica por metais (Fe, Zn, Cu e Pb) em uma região urbana localizada na cidade de Céu Azul, PR, Brasil, utilizando as espécies de bromélias *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia tricholepis* como biomonitoras passivas da qualidade do ar. Foram selecionados oito pontos de amostragem, fazendo relação com possíveis fontes emissoras, onde a coleta foi realizada no mês de abril de 2018. As determinações de metais foram realizadas por espectrometria atômica. A espécie *T. recurvata* pode ser considerada biointegradora, enquanto a *T. tricholepis* se classificou como sendo bioindicadora. Para as análises de cobre e chumbo os pontos que se destacaram foram 2, 5, 6 e 7, pontos com maior intensidade veicular e urbana dentre os analisados. Para o ferro obteve-se destaque o ponto 3, para a *T. recurvata* e 4 para a *T. tricholepis*, enquanto que para o zinco o ponto de maior destaque foi o 7, para ambas as espécies.

Palavras-Chave: Bioindicador; *Tillandsia recurvata*; *Tillandsia tricholepis*; Biomonitoramento; poluição atmosférica.

ABSTRACT

FREITAS, Érica. Bioindicators potencial's description of epiphytes bromeliads, *Tillandsia spp.*, at an urban area located in Céu Azul, PR, 2018. 49f. Trabalho de Diplomação (Bacharel em Engenharia Ambiental), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Medianeira, 2018.

Environmental pollution has been causing the most diverse imbalances in the ecosystems. Plants, notably epiphytes, have been used as bioindicators for the air quality, because of their ability and uniqueness of absorption of nutrients from the atmosphere directly. In this context, this study provides a pilot project of biomonitoring of air pollution by metals (Fe, Zn, Cu and Pb) at an urban area located in the city of Céu Azul, PR, Brazil, using bromeliads species, *Tillandsia recurvata* and *Tillandsia tricholepis*, as passive biomonitors for the air conditions. Eight sampling sites were selected, related to possible emitting sources. All the samples were collected using manual techniques in April 2018, and the determinations of metals were made in an atomic absorption spectrometer. *T. recurvata* could be considered a biointegrative example while *T. tricholepis* was considered as a bioindicator. The results for copper and lead indicated that this metals stood out in points 2, 5, 6 and 7; points with greater urban and vehicular intensity. For iron it was possible to emphasize point 3 as a good contaminant indicator for *T. recurvata*, and 4, for *T. tricholepis*, while for zinc the point 7 was the highlight point, for both species.

Keywords: Bioindicators; *Tillandsia recurvata*; *Tillandsia tricholepis*; biomonitoring; air pollution.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos.....	8
1.1.1 Objetivo Geral.....	8
1.1.2 Objetivos Específicos	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 POLUENTES ATMOSFÉRICOS E QUALIDADE DO AR	9
2.2 PLANTAS BIOINDICADORAS E O BIOMONITORAMENTO	11
2.3 A FAMÍLIA BROMELIACEAE	13
2.3.1 Tillandsia spp.....	14
3. METODOLOGIA	15
3.1 LOCAL DE ESTUDO	15
3.2 INCIDÊNCIA DAS BROMÉLIAS E PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	17
3.3 IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE.....	19
3.4 ATIVIDADE DE CAMPO.....	20
3.5 DETERMINAÇÃO DE METAIS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 INCIDÊNCIA DAS ESPÉCIES.....	23
4.2 DIFERENCIAÇÃO DAS ESPÉCIES	27
4.3 METAIS	28
4.3.1 Chumbo.....	32
4.3.2 Cobre.....	33
4.3.3 Ferro	36
4.3.4 Zinco.....	37
5. CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

A poluição ambiental vem causando desequilíbrios aos mais diversos meios e populações ao longo do globo. Os poluentes emitidos na atmosfera podem ser de origem natural ou antropogênica. Os poluentes emitidos por fontes naturais são aqueles emitidos sem a interferência do homem como, por exemplo, as atividades geológicas como erupções vulcânicas, gêiseres e alguns processos biológicos que ocorrem nos solos, nos vegetais e animais, além do ecossistema marinho. Porém, as atividades antrópicas, sendo elas fontes móveis ou estacionárias, são as principais responsáveis pela poluição atmosférica e pelo lançamento de metais pesados na atmosfera (HANSEN et. al, 2008).

Plantas têm grande capacidade de absorção e transformação de substâncias tóxicas existentes no ar, solo ou águas subterrâneas e superficiais. Através dos estômatos, são absorvidas substâncias e realizadas as trocas gasosas das plantas com o meio atmosférico em que habitam. Apesar de todas as plantas realizarem tais trocas gasosas normalmente, em alguns casos os poluentes absorvidos por elas podem causar danos severos, não só à elas mesmas, como aos seres humanos e todo o ecossistema envolvido.

Neste contexto, sabe-se que organismos bioindicadores apresentam respostas morfofisiológicas às alterações antropogênicas (EMBRAPA, 2016).

Bioindicadores são utilizados para a determinação direta dos efeitos biológicos, fisiológicos e moleculares de poluentes nos organismos, permitindo assim o reconhecimento de áreas possivelmente impactadas e motivarem a implementação de medidas mitigatórias (CARNEIRO, 2004).

Dentre as espécies utilizadas como bioindicadoras da poluição atmosférica, as epífitas desempenham um papel fundamental pois retiram todos os nutrientes necessários para o seu desenvolvimento diretamente da atmosfera, absorvendo assim metais e poluentes encontrados no ar (CARNEIRO, 2004).

As bromélias do gênero *Tillandsia* spp. são capazes de passar pelos mais diversos fatores de estresse. Além disso, suas espécies epífitas tem capacidade de armazenar metais pesados em suas estruturas, sendo amplamente estudadas pelo seu potencial bioindicador (DRAGUNSKI, 2009).

Este trabalho se justifica através da análise de Leal et. al (2015) sobre a incidência das bromélias em redes de energia elétrica no estado do Paraná, o qual mostrou grande incidência de bromélias epífitas presentes sobre as redes de distribuição de energia elétrica em diversas cidades localizadas na região do oeste paranaense, entre elas o município de Céu Azul-PR.

Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo principal avaliar o potencial da bromélia epífita *Tillandsia* spp. presente em áreas urbanizadas do município de Céu Azul, PR, como bioindicadora da poluição atmosférica urbana.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Caracterizar o potencial bioindicador de bromélias epífitas do gênero *Tillandsia* em áreas urbanizadas do município de Céu Azul – PR.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Localizar e caracterizar os pontos de ocorrência das bromélias epífitas sobre as redes de distribuição de energia elétrica, forófitos, postes, muros na área urbana do município de Céu Azul-PR;
- Realizar mapa de incidência das bromélias no perímetro urbano da cidade;
- Identificar as espécies de bromélias epífitas existentes no perímetro urbano do município de Céu Azul-PR;
- Caracterizar e quantificar metais encontrados em *Tillandsias* ssp na cidade de Céu Azul, PR;
- Relacionar os metais encontrados nas bromélias com possíveis fontes poluidoras;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 POLUENTES ATMOSFÉRICOS E QUALIDADE DO AR

São considerados poluentes atmosféricos 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 (CONAMA, 1990).

Para Freedman (1995), qualquer substância adicionada à atmosfera em concentrações suficientemente altas para causar efeitos mensuráveis nos seres vivos e em materiais também é considerada poluente atmosférico.

Estão presentes no ar urbano elevadas concentrações de gases, como dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x), monóxido de carbono (CO), que são emitidos diretamente de fontes poluidoras e classificados como poluentes primários. Existem também os foto-oxidantes, como o ozônio (O_3), que são os poluentes secundários produzidos por meio de reações fotoquímicas, a partir de alguns poluentes primários (FREEDMAN, 1995).

Além de gases e particulados, existem também muitos metais pesados dispersos no ar atmosférico. O termo metais pesados é utilizado para designar “elementos químicos que apresentam peso específico maior que 6 g/cm^3 ou que possuem número atômico maior que 20” (COSTA et al., 2004).

De acordo com a CETESB (2015, apud PIAZZETTA, 2016) os metais pesados emitidos para o ambiente têm como origem várias fontes antropogênicas. Os processos de combustão, em exemplo a queima de combustíveis em fontes estacionárias, exaustão de veículos automotores, processos de geração de energia que utilizam combustíveis fósseis, incineração e fundição, são as fontes mais importantes desses metais. O aumento progressivo dos teores de alguns desses metais no ambiente, principalmente em resposta às atividades antropogênicas, têm despertado interesse crescente da sociedade em decorrência dos danos causados

aos ecossistemas. A ocorrência de áreas degradadas por tais elementos, no Brasil, torna-se cada vez mais frequente e preocupante (ALVES et al., 2008).

A Resolução CONAMA nº 3/1990 é a responsável no Brasil pelos padrões de qualidade do ar, sendo este dividido em padrão primário e secundário. É definido como padrão primário de qualidade do ar concentrações de poluentes atmosféricos que, se ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população. São os “níveis máximos toleráveis” de concentração a serem atingidos a curto e médio prazo. O padrão primário não é uma proteção ampla, pois representa proteção apenas à saúde da população, não considerando toda a natureza. Para proteção da natureza é fixado o padrão secundário, que são concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo de efeito adverso sobre o bem estar da população, bem como o mínimo dano à flora, fauna, aos materiais e meio ambiente em geral. Sendo considerados então “níveis máximos toleráveis” de concentração a serem atingidos em longo prazo (IAP, 2009).

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar, PRONAR, exige que exista uma diferenciação dos padrões primários e secundários de qualidade do ar conforme o seu uso, dividindo-as em três áreas, sendo elas: áreas de preservação e turismo, como exemplificado por parques nacionais e estaduais, reservas ambientais e estações ecológicas, onde a qualidade do ar deve ser mantida em nível próximo do verificado sem a intervenção antropogênica; áreas com interferência antropogênica porém que o nível de qualidade do ar seja limitado pelo padrão secundário de qualidade; áreas de desenvolvimento onde o nível de deterioração seja limitado pelo padrão primário de qualidade (SANTANA et. al, 2009).

O Brasil não apresenta legislação em vigor para a quantificação de metais pesados na atmosfera, sendo possível apenas a comparação com outros órgãos de referência nacionais (CETESB) e internacionais (SANTANA et. al, 2009).

Os efeitos da má qualidade do ar não são tão visíveis a olho nu, quando comparados a outros fatores mais fáceis de serem identificados, como a qualidade da água, a qual pode ser notada por fatores de cor e turbidez. Estudos demonstram correlações entre a exposição aos poluentes atmosféricos e os efeitos de morbidade e mortalidade, causadas por problemas respiratórios (asma, bronquite, enfisema pulmonar e câncer de pulmão) e cardiovasculares, mesmo quando as concentrações

dos poluentes na atmosfera não ultrapassam os padrões de qualidade do ar vigentes (MMA, 2016).

2.2 PLANTAS BIOINDICADORAS E O BIOMONITORAMENTO

A qualidade do ar nas áreas urbanas tende a apresentar concentrações indesejáveis de contaminantes, sem que haja um sistema abrangente de monitoramento, dada à sofisticação e aos custos elevados dos métodos físico-químicos tradicionais, que podem ser minimizados pela adoção complementar do biomonitoramento (CARNEIRO, 2004).

O biomonitoramento consiste no uso sistemático de respostas biológicas para avaliar mudanças ambientais, a maioria das vezes causadas por interações antropogênicas, com o objetivo de utilizar esta informação em um programa de controle de qualidade (EMBRAPA, 2016).

O termo “resposta biológica” se refere a um conjunto de reações de um indivíduo, ou uma comunidade, em relação a um estímulo, ou a um conjunto de estímulos (ARMITAGE, 1995).

Pratt; Coler (1976 apud BUSS, 2003) trazem como desvantagem do biomonitoramento que, se realizadas longe da fonte poluente, as medições químicas não serão capazes de detectar perturbações sutis sobre o ecossistema.

As plantas que vivem no meio urbano, sofrem os efeitos da poluição do ar oriunda, principalmente, da grande frota automotiva, que produz uma carga elevada de poluentes gasosos e particulados (CETESB, 2004). Tais substâncias podem provocar alterações fisiológicas, bioquímicas e estruturais nas plantas, uma vez que são muito reativas e atacam as membranas celulares (BECANA et al., 2000).

As células vegetais são eucarióticas, realizam mitose e meiose, além de sofrerem mutações, assim como células humanas. Portanto, quimicamente, o DNA vegetal e animal apresentam grande semelhança, e por isso, considera-se que compostos mutagênicos para plantas também sejam para seres humanos (CARVALHO, 2005).

Dentre as principais alterações genéticas causadas nas plantas pela exposição aos poluentes tem-se o aumento na concentração de hormônios vegetais

relacionados ao estresse, aumento ou diminuição da respiração, distúrbios na fotossíntese, clorose e necrose em tecidos e órgãos e morte da planta. Em resposta a essas e outras alterações, organismos e comunidades reagem de forma previsível e quantificável. Por meio de alterações nas suas funções vitais ou composição química eles podem ser usados para avaliação das mudanças em seu ambiente, sendo assim denominados organismos bioindicadores (ARNDT; SCHWEIZER, 1991, apud MOREIRA, 2006).

Nogueira (2006) afirma que espécies vegetais vem sendo utilizadas no biomonitoramento desde o início da década de 20, principalmente em regiões temperadas do globo. Tal data foi definida pelas alterações notórias da variedade das espécies encontradas e pelo grau de agressão nas plantas presentes naqueles ecossistemas, ambos os efeitos provenientes da influência da fumaça derivada da queima de carvão (RUSTON, 1921, apud NOGUEIRA, 2006).

Temmerman et al. (2004) dividiram plantas bioindicadoras em quatro grupos, e sua classificação dependerá da capacidade de adaptação às técnicas de cultivo padronizado, da especificidade das respostas fisiológicas, bioquímicas e moleculares ao poluente, bem como de seus mecanismos de resistência (Quadro 1).

Quadro 1: Classificação de plantas bioindicadoras.

GRUPOS	ALTERAÇÕES NO MEIO FÍSICO	ALTERAÇÕES ESTRUTURAIS	EXEMPLO
Bioindicadoras	Apresentam sintomas visíveis em suas estruturas	Redução no crescimento, necrose, clorose, diminuição no diâmetro das flores.	<i>Ipomea tricolor</i>
Biosensoras	Apresentam sintomas não visíveis a olho nu.	Alterações moleculares, bioquímicas e fisiológicas.	<i>Tradescantia pallida</i>
Bioacumuladoras	Não apresentam sintomas visíveis, e são menos sensíveis a poluentes aéreos.	Acumulam partículas dentro de seus tecidos.	<i>Brassica oleracea acephala</i>
Biointegradoras	Apresentam alterações notórias em grandes espaços.	Mudança na densidade populacional da planta em locais poluídos (aumento ou diminuição da quantidade de plantas no local.).	<i>Rumex sp</i>

Fonte: Adaptada de Temmerman et al. (2004).

Nogueira (2006) afirma que os epífitos em geral são indicados para estudos relacionados à poluição atmosférica, pois os mesmos retiram do ar todas as suas

formas de nutrição, deixando aderido às suas células os particulados existentes no ar atmosférico para futuros estudos. Para tal, é importante que as plantas não sejam lavadas antes das análises, pois boa parte dos poluentes se mantém aderidos à elas e a lavagem causaria perda de parte da informação presente no ar atmosférico, como é o caso dos particulados.

2.3 A FAMÍLIA BROMELIACEAE

A família Bromeliaceae é constituída por plantas terrestres, rupícolas e epífitas, geralmente herbáceas (sem caule lenhoso), variando de plantas de pequeno porte, como *Tillandsia recurvata*, até plantas de grande porte, como *Puya raimondii* Harms, encontrada nos Andes (SMITH; DOWNS, 1974; REITZ, 1983, apud MOREIRA, 2006).

A família Bromeliaceae tem predomínio na região neotropical. É dividida em três subfamílias: Pitcairnioideae, onde as espécies são terrestres e possuem sementes aladas, dispersas pelo vento; Tillandsioideae, predominantemente epífitas, com sementes plumosas dispersas pelo vento; e Bromelioideae, terrestres e epífitas e com frutos, onde as sementes são dispersas por animais (BEZING, 2000).

Pela sua predominância neotropical, a família destaca-se como um dos principais componentes da flora e da fisionomia dos ecossistemas brasileiros, abrigando aproximadamente 36% das espécies catalogadas, segundo Dragunski et al. (2009). Além disso, possui vários gêneros endêmicos, sendo alguns deles encontrados exclusivamente na Floresta Atlântica (MARTINELLI, 1994, apud MOREIRA, 2006). A família é considerada uma das mais importantes neste bioma que no mundo como um todo (SMITH, 1962, apud DRAGUNSKI et al., 2009).

Segundo Bezing (2000 apud SANTOS, 2012) aproximadamente 50% das cerca de 2500 espécies de bromélias crescem apoiadas em outros seres vivos e outras estruturas. Kersten (2010) afirma que os exemplares tenham seus centros de diversidade localizados nas regiões de florestas úmidas do globo terrestre, devido a sua dependência por umidade atmosférica.

2.3.1 Tillandsia spp.

As chamadas bromélias atmosféricas, a exemplo do gênero *Tillandsia* spp., possuem densa cobertura de tricomas, utilizando as raízes apenas para fixação, enquanto as folhas são responsáveis pela fotossíntese e captura de água e nutrientes (BENZING, 2000).

O principal agente dispersor de epífitas na Floresta Atlântica é o vento (BREIER, 2005). A maioria das espécies do gênero retém sua viabilidade de germinação por até seis meses após à dispersão (BENZING, 1980).

A dispersão das sementes anemocóricas ocorre após a produção de frutos secos, em formato de capsulas. Estes frutos quando maduros liberam de dentro de si sementes aladas. (GUERTA, 2015).

O gênero *Tillandsia* spp. é formado por representantes que apresentam uma organização estrutural altamente especializada, o que permite que sobrevivam aos mais diferentes tipos de ambientes (BIANCHI; BENTO; KERSTEN, 2012).

A propagação das espécies pode ser feita de forma assexuada ou sexuada. Na reprodução assexuada formam-se brotos a partir da planta mãe, como exemplificado na Figura 1, que podem sair da base da planta por rizomas, ou do interior da própria roseta (MOREIRA; WANDERLEY; BARROS, 2006). Já a propagação sexuada ocorre por meio de sementes plumosas, com dispersão pelo vento (BEZING, 2000).

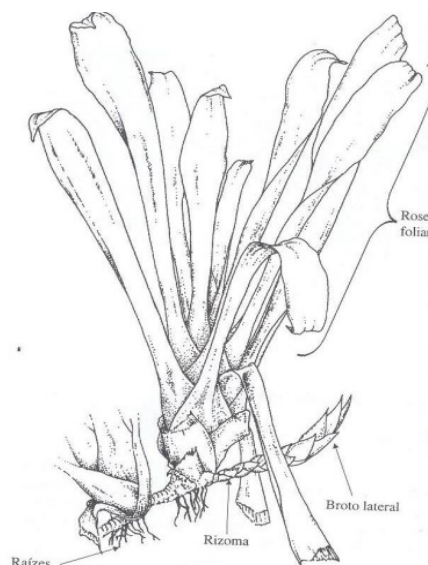


Figura 1: Broto lateral, rizoma e raízes de bromélias epífitas

Fonte: Breier, 2005.

Diversas espécies de *Tillandsia* são utilizadas como biomonitoras passivas nos mais diversos locais. Dentre as espécies utilizadas para este fim encontram-se a *T. recurvata*, *T. capillaris* e *T. usneoides*. São utilizadas como auxiliadoras para diferenciar a poluição por metais entre áreas industriais, agrícolas e centros urbanos, auxiliando principalmente na identificação das potenciais fontes emissoras desses metais. (PIAZZETTA, 2015).

3. METODOLOGIA

3.1 LOCAL DE ESTUDO

O município de Céu Azul localiza-se na região oeste do Paraná, com sede municipal nas coordenadas 53°50'58"W e 25°8'47"S (Figura 2).



Figura 2: Localização da cidade de Céu Azul

Fonte: Wikipedia apud Abreu (2006).

Céu azul tem 1.179,449 km², em 2010 seu IDHM era de 0,732 e população de 11.032 habitantes (IBGE, 2017).

Segundo Köppen (1948) Céu Azul está enquadrado na classificação Cfa, sendo assim Clima Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões quentes, temperaturas superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco.

A cidade apresenta a concentração de seus períodos de chuvas nos meses mais frios, porém, sem uma estação seca definida, segundo dados do IAPAR (1994).

O município encontra-se na região do Terceiro Planalto Paranaense, o planalto de Guarapuava, introduzido assim no plano da Serra Geral (PARANÁ, 2005). A vegetação no município é composta por Floresta Estacional Semidecidual Submontana; Floresta Ombrófila mista Montana; Floresta Estacional Semidecidual Montana; e Floresta Ombrófila Mista Submontana (ITCG, 2009).

Cerca de 70% da área do município de Céu Azul é abrangida pelo Parque Nacional de Itaipu, como mostra a Tabela 1, com o uso e ocupação do solo no município.

Tabela 1: Tabela de classificação de uso do solo do município de Céu Azul.

Classes de Uso do Solo	Área (ha)	Área do Município (%)	Área do município externa ao Parque (%)
Área externa ao Parque			
Área de Capoeiras ou Abandonadas	360,30	0,30	1,029
Área de Sede	380,67	0,32	1,088
Área Urbana	351,25	0,29	1,004
Construções / Instalações	176,07	0,15	0,503
Corpos D'água	2.364,22	1,98	6,758
Cultivo Agrícola	20.266,59	16,96	57,935
Cultivo Forrageiro	4.685,94	3,92	13,395
Cultivos Florestais	270,63	0,23	0,773
Vegetação Natural	6.113,76	5,12	17,477
Uso Indeterminado	12,12	0,01	0,034
Subtotal da área externa ao parque	34.981,55	29,28	100,00
Parque Nacional do Iguaçu	84.493,45	70,72	
Total de área no município	119.475,00	100,00	

Fonte: Chaves et al. (2015)

3.2 INCIDÊNCIA DAS BROMÉLIAS E PONTOS DE AMOSTRAGEM

Para definir os pontos de amostragem na área de estudo, Céu Azul-PR, inicialmente foi realizado um levantamento da ocorrência de bromélias em forófitos e nos cabos da rede elétrica no município de Céu Azul. Esse levantamento foi realizado através de visitas in loco por toda a área urbana do referido município afim de elaborar o mapa de incidência das bromélias. Esse mapa foi elaborado utilizando o software de georeferenciamento GoogleEarth.

Na elaboração do mapa de incidência de bromélias presentes no município de Céu Azul, foi levado em consideração a porcentagem de ocupação das bromélias presentes nas fiações e forófitos baseado na metodologia de Kersten (2006), onde 1 foi representado por uma incidência muito pequena (0 à 10% da fiação e forófito) e 5 uma incidência muito alta (acima de 70% da fiação e forófitos cobertos pelas epífitas) (Tabela 2).

Tabela 2: Grau de incidência de *Tillandsia* spp. em toda a extensão de rua analisada, considerando sua presença em

GRAU DE INCIDÊNCIA	PERCENTUAL DE PRESENÇA DE BROMÉLIAS NAS RUAS ANALISADAS
INCIDÊNCIA 1	0% à 10%
INCIDÊNCIA 2	10% à 30%
INCIDÊNCIA 3	30% à 50%
INCIDÊNCIA 4	50% à 70%
INCIDÊNCIA 5	70% à 100%

Fonte: Adaptado de Kersten (2006).

Também foi levado em consideração para a construção do mapa a ocorrência das espécies, além das fiações de rede elétrica e forófitos, muros, postes e grades que se encontravam pela mesma rua. Para locais sem fiação, foi levado em consideração, para definição do grau de incidência, apenas a aparição em outras estruturas anteriormente citadas.

Com base nessas características foram selecionados oito pontos de amostragem que estão detalhados na Tabela 3.

Os pontos de amostragem (Figura 3) foram escolhidos com base no seguinte critério de seleção: presença de bromélias epífitas sobre as redes de eletricidade da Copel, a intensidade de incidência da mesma – tanto em fiações quanto em árvores, postes e muros presentes na mesma rua – e a proximidade com possíveis fontes poluidoras.

Tabela 3: Localização dos pontos de coleta, definidas por nível de incidência.

PONTO DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS
PONTO 1	Av. Nilo Bazo, no estacionamento em frente à Igreja.	25°08'59.0" S 53°50'37.1" W
PONTO 2	Em frente à Av. Nilo Bazo. Canteiro no meio da BR, em frente à Igreja.	25°08'58.9" S 53°50'34.7" W
PONTO 3	Av. Nilo Bazo, na praça ao lado da Igreja.	25°09'00.0" S 53°50'39.3" W
PONTO 4	Rua Curitiba, entre a rua Teresinha e rua João Pessoa.	25°08'47.8" S 53°50'30.0" W

PONTO 5	Rua Arnaldo Busato, entre a Av. Vereador Robino Pasquete e rua Luiz Maziero.	25°08'49.7" S 53°50'49.7" W
PONTO 6	Av. Arnaldo Busato, entre rua Duque de Caxias e rua Santos Dumont.	25°09'01.2" S 53°50'55.4" W
PONTO 7	Rua Bento Gonçalves, entre rua Arnaldo Busato e rua Florianópolis.	25°09'09.3" S 53°51'02.4" W
PONTO 8	Av. Nilo Bazo, entre rua Martín Lutero e Vereador Ricieri Catafesta.	25°09'23.0" S 53°50'59.4" W

Fonte: Autor.

Para o Ponto 7 foi levado em consideração a presença de um moinho que se encontra na intersecção da Rua Arnaldo Busato com a Rua Bento Gonçalves, portanto, sua coleta se realizou nos arredores do mesmo.



Figura 3: Mapa de localização dos pontos de coleta na cidade de Céu Azul, PR.

Fonte: Autor.

Para todos os pontos, a coleta foi realizada essencialmente em forófitos, muros e postes encontrados nos 8 pontos de amostragem. Não foram coletadas epífitas presentes nas redes de energia elétrica.

3.3 IDENTIFICAÇÃO DA ESPÉCIE

Para definir as espécies, o material coletado foi herborizado e enviado para identificação. A confirmação foi feita pela especialista na família Bromeliaceae, Greta Dettke, do Herbário HCF, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão.

3.4 ATIVIDADE DE CAMPO

A atividade de campo foi realizada em uma campanha, no dia 20 de abril de 2018, nos oito pontos de amostragem, no período da tarde.

Durante o dia de coleta e no anterior não foi registrado chuvas, a região se encontrava em um pequeno período de estiagem que teve duração de aproximadamente dois meses, como mostrado pela Figura 4. Os dias do mês que se foi notada a presença de chuva foram apenas o dia 1, onde se obteve precipitação de 34,4 mm, e no dia 15, o qual teve precipitação de 17,2 mm.

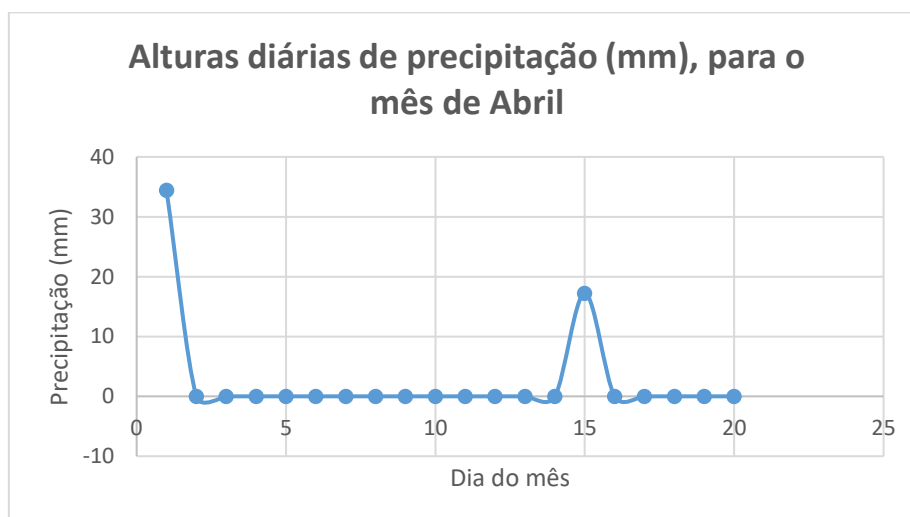


Figura 5: Índice de precipitação para o mês de Abril, na cidade de Céu Azul, PR.
Fonte: IAP (2018).

Em cada ponto de amostragem foram coletadas de 10 a 30 touceiras (dependendo da abundância do local de amostragem) encontradas em forófitos (árvores) ou grades ou muros, posicionadas na região do fuste inferior e médio (Imagem 5 e 6). O material coletado em campo foi acondicionado em sacos plásticos,

identificado e armazenado à temperatura ambiente até chegada ao laboratório, após isso os exemplares foram acondicionados em câmara fria até a execução das análises.



Figura 5: *T. recurvata* encontrada em diferentes pontos de coleta.

Fonte: Autor.



Figura 6: *Tillandsias* coletadas que estavam fixadas em diferentes locais.

Fonte: Autor.

3.5 DETERMINAÇÃO DE METAIS

Foram pesadas em balança analítica aproximadamente 2 g de amostra vegetal para cada ponto de coleta e levados a estufa para secagem, em temperatura constante de 60 °C por 72 h.

Após a secagem, cada amostra foi triturada, com o auxílio de um almofariz, e passada por uma peneira de 60 mesh. Aproximadamente 0,3 g de cada amostra foi armazenada em um vial para futura abertura e realização de análise de metais.

A cada 0,3 g de amostra foram adicionados 10 mL de ácido nítrico (HNO₃) e levados para reagir no Microwave Digestion System, onde a matéria orgânica foi quebrada pelo ácido, produzindo essencialmente gás CO₂ e H₂O. Dentro do equipamento as amostras ficaram por 10 minutos em temperatura de 100 °C, e logo em seguida mais 10 minutos em temperatura de 180 °C. Após a reação no digestor foram adicionados 5 mL de H₂O, constituindo assim 15 mL de solução.

Foram adicionados aos 15 mL de cada amostra 2 mL de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e colocadas em banho-maria para reação e desconstituição de matéria orgânica e abertura das amostras para análise de metais. Após reação, adicionou-se água destilada até completar 50 mL de amostra, em cada ponto. Tal volume foi utilizado futuramente para cálculos de concentração de metais.

Para a determinação dos metais foi utilizada a técnica de espectrometria de absorção atômica em chama (Fe) e forno de grafite (Cr, Zn e Pb).

As análises foram realizadas em duplicata por um Espectrômetro de Absorção Atômica (EAA) multi-elementar sequencial (VARIAN, modelo AA 240FS). O equipamento possui como corretor de sinais de fundo uma lâmpada de deutério. Os valores de comprimento de onda e resolução espectral, bem como as formas de atomização utilizadas para cada elemento analisados são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Condições operacionais empregadas pelo espectrômetro de absorção atômica no sistema de determinação dos metais analisados.

Elemento	Comprimento de Onda (nm)	Resolução Espectral (nm)	Forma de Atomização
Pb	283,3	0,5	Eletrotérmica Forno grafite
Cu	327,4	0,5	Eletrotérmica Forno grafite
Fe	248,3	0,2	Chama Ar/Acetileno

Zn	213,9	1	Eletrotérmica Forno grafite
-----------	-------	---	-----------------------------

Fonte: Autor, adaptado de SÁ (2017).

Para a atomização em chama a vazão ar comprimido utilizada foi de 13,50 L/min, e a vazão acetileno 2,00 L/min.

A calibração do equipamento foi realizada pela construção de curvas de calibração com as soluções-padrão de cada metal analisado em concentrações adequadas.

Para a obtenção das curvas de calibração, bem como os outros cálculos de concentração de metais e construção dos gráficos de proporção foi utilizado o Microsoft Excel 2013.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 INCIDÊNCIA DAS ESPÉCIES

A partir de dados obtidos em visitas *in loco* foi possível a elaboração de mapas de incidência do gênero *Tillandsia* em diversos locais da cidade de Céu Azul. Elaborou-se um mapa contendo as principais fontes de interferências na qualidade do ar atmosférico da região de estudo, onde foram destacados locais que se constataram maiores incidências de bromélias (Figura 7).

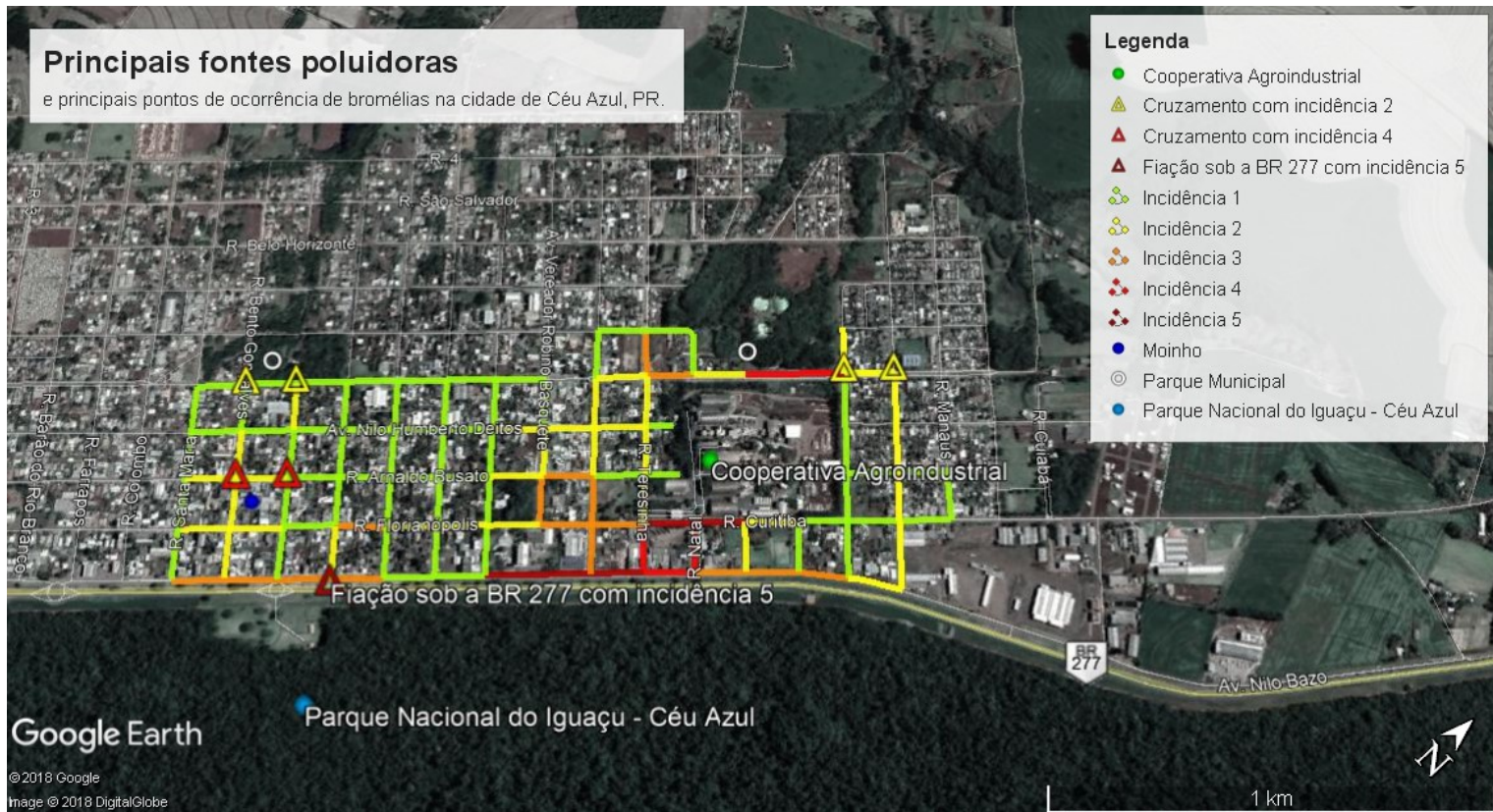


Figura 7: Principais fontes poluidoras e principais pontos de ocorrência de bromélias na cidade de Céu Azul, PR.

Fonte: Autor.

Os pontos de coleta com seus respectivos graus de incidência estão descritos na Tabela 5

Tabela 5: Pontos de coleta com seus respectivos níveis de incidência.

PONTO DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	INCIDÊNCIA
PONTO 1	Av. Nilo Bazo, no estacionamento em frente à Igreja.	5
PONTO 2	Em frente à Av. Nilo Bazo. Canteiro no meio da BR, em frente à Igreja.	4
PONTO 3	Av. Nilo Bazo, na praça ao lado da Igreja.	4
PONTO 4	Rua Curitiba, entre a rua Teresinha e rua João Pessoa	5
PONTO 5	Rua Arnaldo Busato, entre a Av. Ver. Robino Pasquete e rua Luiz Maziero.	2
PONTO 6	Av. Arnaldo Busato, entre rua Duque de Caxias e rua Santos Dumont.	2
PONTO 7	Rua Bento Gonçalves, entre rua Arnaldo Busato e rua Florianópolis.	1
PONTO 8	Av. Nilo Bazo, entre rua Martín Lutero e Vereador Ricieri Catafesta.	2

Fonte: Autor.

As incidências presentes na tabela anterior foram definidas pela análise da quantidade de bromélias, independentemente da espécie, encontradas em todo o comprimento de rua. Foram aceitas aparições em fiações, postes, muros, árvores, ou qualquer outro apoio encontrado pelas espécies para fixação, sendo a incidência 1 locais onde houve pouca manifestação e 5 locais onde houve aparição excessiva de bromélias epífitas, ocupando mais de 70% das fiações e estando presentes em muros e árvores (forófitos), sendo que nestes últimos sua presença também se dava em mais do que 30% dos galhos das árvores.

Silva et. al (2007) afirmam em seu estudo em uma área de restinga do parque nacional de Jurubatiba, Macaé, RJ, sobre densidade populacional de bromélias do gênero *Tillandsia* que a densidade média geral da *T. gardneri* é de 0,016 indivíduos por m² de floresta analisada, e da *T. stricta* é de 0,030 indivíduos por m². Mesmo não se tratando da mesma espécie, tem-se uma densidade populacional média para as *Tillandsias* muito menor do que a encontrada na cidade de Céu Azul, onde em locais com intensidade considerada maior que 3 na escala estudada, como nos pontos 1, 4 e 7, a espécie chega a ocupar mais de 30% da fiação instalada em todo o comprimento da rua, melhor explicado nas Figuras 8 e 9.



Figura 8: Incidência de *T. recurvata* sobre a fiação de energia elétrica na cidade de Céu Azul, PR.

Fonte: Autor.



Figura 9: Incidência de *T. recurvata* sobre a fiação de energia elétrica em um dos pontos de coleta (ponto 1) na cidade de Céu Azul, PR.

Fonte: Autor.

4.2 DIFERENCIAÇÃO DAS ESPÉCIES

Das diferentes espécies coletadas foi notada a presença em potencial de duas espécies, *Tillandsia recurvata* e *Tillandsia tricholepis* (Figura 10).



Figura 10 - Bromélias coletadas no município de Céu Azul. A: *Tillandsia tricholepis*; B: *Tillandsia recurvata*.

Fonte: Autor.

A *T. recurvata* foi encontrada com maior incidência em cima das fiações da rede elétrica da cidade, mas também foi facilmente encontrada em forófitos.

A *T. tricholepis* foi pouco encontrada nas redes de energia elétrica.

Em locais mais baixos, como por exemplo em árvores e muros, foi encontrada tanto a *T. recurvata* quanto a *T. tricholepis*.

T. recurvata é relatada na literatura como exemplo de epífita adaptada aos diferentes fatores de estresse que incidem sobre ela, como radiação solar, aporte hídrico e escassez de nutrientes (MANETTI et al., 2009; QUEZADA; GIANOLI, 2011; VASCONCELOS et al., 2013).

A *T. recurvata* ocorre em todo o continente americano. No Brasil é encontrada nos estados do nordeste, sudeste e sul. No Paraná é encontrada em praticamente todo o estado (KREMER, 2011).

A *T. recurvata*, em um estudo realizado por Bermudez (2008, apud NOGUEIRA, 2006), onde o mesmo avaliou a capacidade de bioacumulação e a resposta à poluentes, de três espécies de Tillandsias e uma de Líquen, em três tipos de ambientes na Argentina: rural, urbano e industrial, apresentou grande eficiência em acumular metais pesados.

A *T. tricholepis* é uma espécie essencialmente epífita, e é caracterizada pelo seu pequeno porte, com folhas dispostas ao longo do caule. É encontrada na Argentina, Bolívia, Peru e no Brasil se limita aos estados do nordeste (CE, PE), sudeste (MG, RJ), e sul (PR, RS). (KREMER, 2011).

Considerando a classificação de Temmerman et al. (2004), a *T. recurvata* pode ser considerada biointegradora, pois apresenta nítida mudança na densidade populacional nos locais estudados, se apresentando em grande quantidade na maioria dos pontos, como descrito na Tabela 5. A *T. recurvata* se manifestou em fios de energia elétrica em maior quantidade, quando comparada a *T. tricholepis*, que não encontrou a mesma facilidade para seu desenvolvimento em cima das fiações, por este motivo apenas a *T. recurvata* obteve tal classificação.

4.3 METAIS

As concentrações encontradas para a espécie *T. recurvata* e *T. tricholepis* nos diferentes pontos de amostragem estão representados na Tabela 6 e 7, respectivamente.

Tabela 6: Concentrações dos diferentes metais analisados para a *T. recurvata* nos diferentes pontos de coleta.

PONTO DE COLETA	CONCENTRAÇÃO DE COBRE (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE ZINCO (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE FERRO (mg/kg)
1	10,848	18,979	13,258	4.415,574
2	14,905	20,701	18,777	2.651,497
3	12,412	15,622	20,900	3.008,923
4	17,315	0,000	14,324	13.982,260
5	22,877	33,585	22,416	4.958,789
6	13,101	15,702	22,571	4.900,801
7	0,000	15,470	23,432	3.938,683
8	0,000	0,000	11,299	3.613,523

Fonte: Autor.

Tabela 7: Concentrações dos diferentes metais analisados para a *T. tricholepis* nos diferentes pontos de coleta.

PONTO DE COLETA	CONCENTRAÇÃO DE COBRE (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE CHUMBO (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE ZINCO (mg/kg)	CONCENTRAÇÃO DE FERRO (mg/kg)
1	13,809	2,635	4,117	6.282,211
2	17,976	34,200	55,979	4.830,330
3	12,557	11,451	49,134	13.678,275
4	12,603	7,179	4,102	3.839,884
5	12,469	33,424	4,135	7.867,737
6	14,026	18,592	4,113	2.935,383
7	14,526	43,966	170,292	6.841,540
8	10,872	15,821	27,759	9.202,293

Fonte: Autor.

Para a melhor interpretação dos dados, foram elaborados gráficos com as diferentes concentrações de metais por pontos de amostragem, para as espécies *T.recurvata* (Figura 11 e 12) e *T.tricholepis* (Figura 13 e 14).

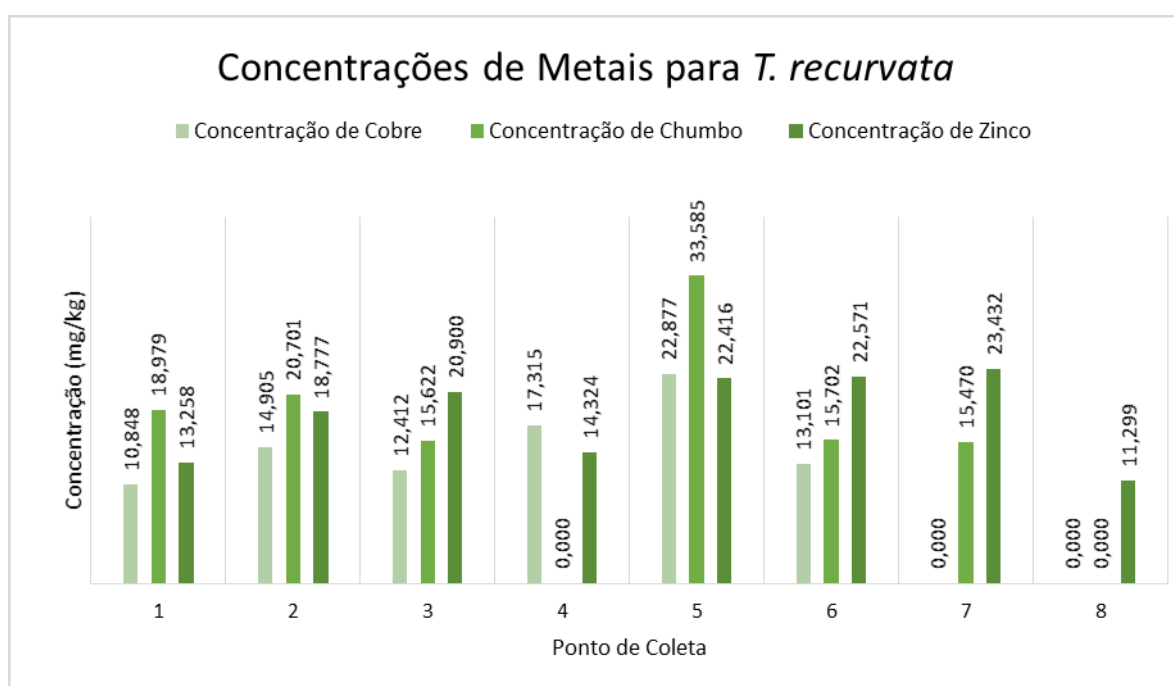


Figura 11: Concentrações de diferentes metais analisados para *T.recurvata* encontradas nos diferentes pontos de coleta

Fonte: Autor.

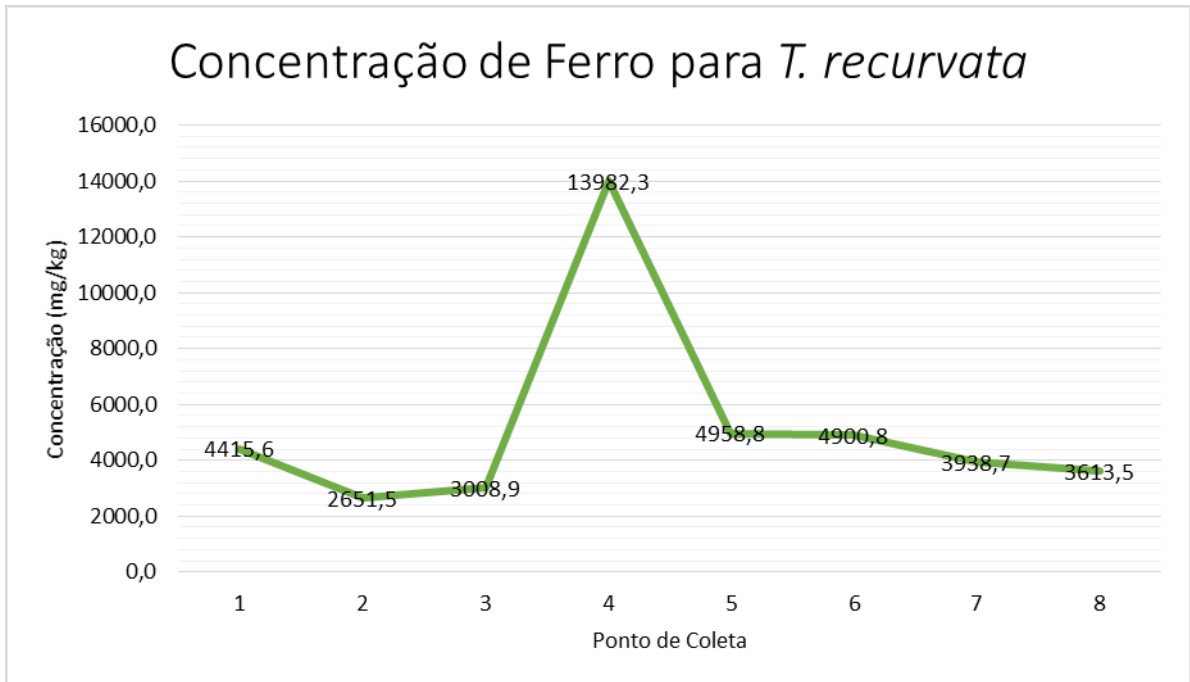


Figura 12: Concentrações de ferro para a *T. recurvata* encontradas nos diferentes pontos de coleta

Fonte: Autor.

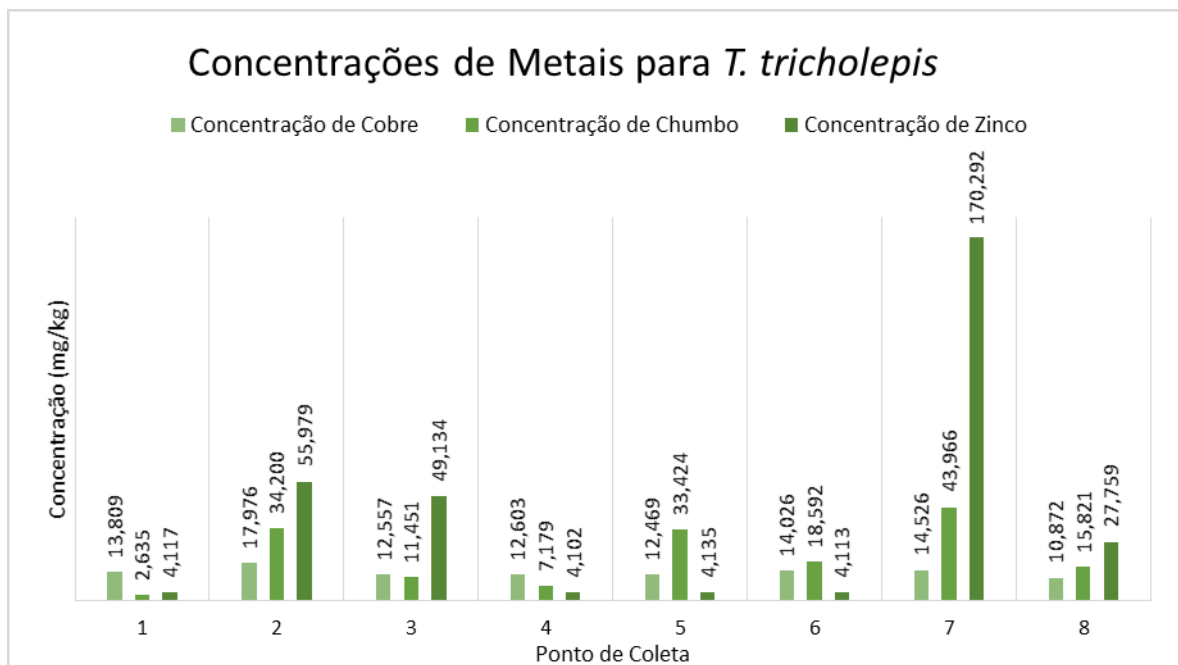


Figura 13: Concentrações de diferentes metais analisados para *T. tricholepis* encontradas nos diferentes pontos de coleta

Fonte: Autor.

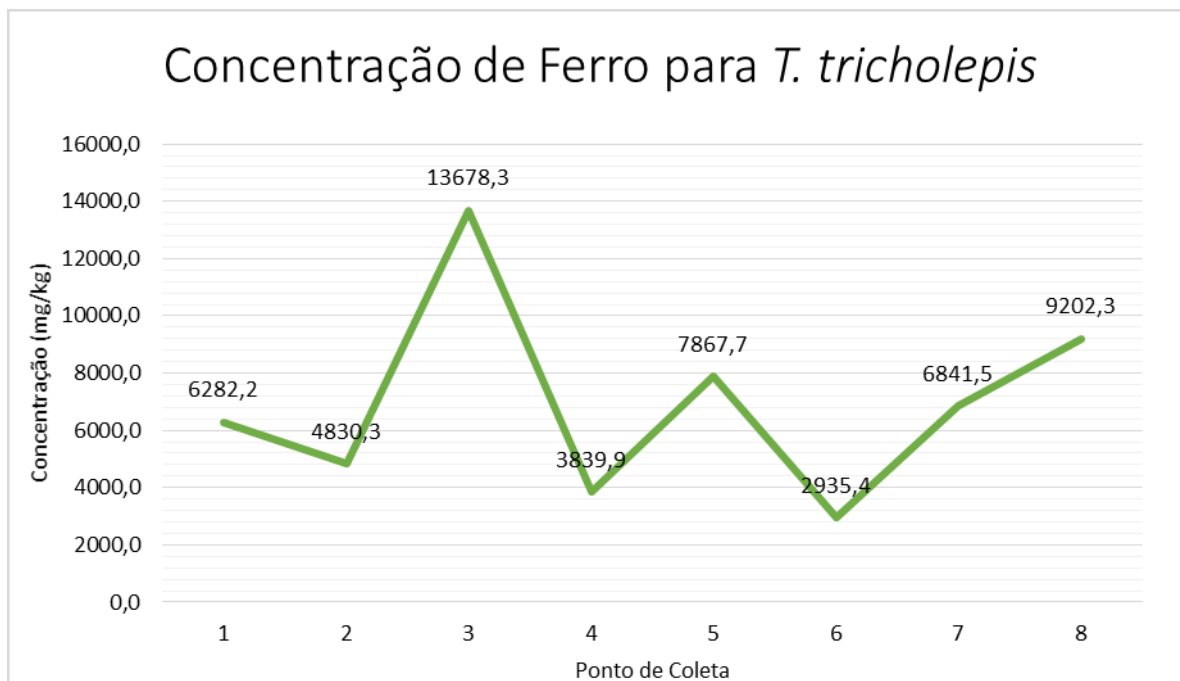


Figura 14: Concentrações de ferro para *T. tricholepis* encontradas nos diferentes pontos de coleta

Fonte: Autor.

As figuras 12 e 14 foram gerados apenas com os resultados para ferro, pois o mesmo se diferiu muito dos resultados obtidos para os outros metais analisados, dificultado a visualização dos outros resultados quando colocados em um mesmo gráfico.

Analisando os gráficos obtidos para a concentração dos metais estudados (Fe, Zn, Cu, Pb) para as duas espécies de bromélias, a *T. tricholepis* apresenta melhor variação nos resultados, mostrando diferenças significativas nas concentrações dos diferentes metais entre os pontos de coleta, e apresentando também todos os resultados sendo maiores que 0,1 ppm. Tais fatores indicam a possibilidade da *T. tricholepis* ser uma bioacumuladora na classificação de Temmerman et al. (2004), sendo mais fácil a realização de estudos relativos à acumulação e bioindicação de metais para esta espécie quando comparada a *T. recurvata*, neste estudo especificamente.

Foi admitido que não houve acumulação de metais nos pontos onde obtiveram-se resultados menores que 10 ppm de concentração para *T. recurvata*, constando 0,0 mg/kg para as concentrações de cobre, nos pontos 4 e 8, e chumbo, nos pontos 7 e 8.

4.3.1 Cobre

O cobre é um metal marrom avermelhado e nobre, como o ouro e a prata. Apresenta quatro estados de oxidação: Cu^0 (metálico), Cu^+ (íon cuproso), Cu^{2+} (íon cúprico) e o menos comum, Cu^{3+} (íon trivalente). O cobre possui elevada condutividade térmica e elétrica e baixa corrosividade, daí seu amplo uso em indústrias elétricas, linhas de transmissão, enrolamento de motores, agrotóxicos, algicida, odontologia, dentre outras inúmeras aplicações. Na natureza, pode estar presente como sulfeto, arsenito, cloreto, carbonato e na forma elementar. É muito tóxico para as plantas, altamente tóxico para invertebrados e moderadamente para mamíferos (QUINÁGLIA, 2006 apud ROOS, 2018).

A figura 15 traz informações quanto a concentração de cobre para as espécies de bromélias *T.recurvata* e *T. tricholepis*.

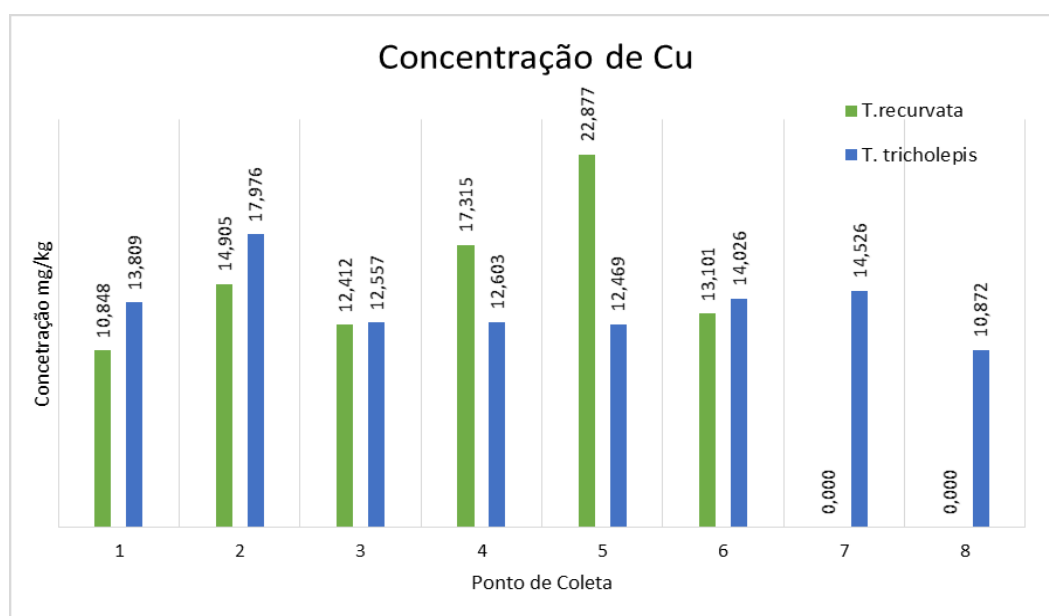


Figura 15: Concentração de Cobre encontrada, em mg/kg, para as espécies *T.recurvata* e *T. tricholepis*.

Fonte: Autor.

Os pontos que se destacam pela maior presença de cobre por peso de planta para a *T. recurvata* são os pontos 5, 4 e 2, enquanto que para a *T. tricholepis* são os pontos 2, 6 e 7. O ponto 2, ressaltado para as duas espécies, é localizado em um canteiro que divide o tráfego da BR 277. Os pontos 5 e 6 estão próximos ao centro

comercial da cidade, área onde se mantém tráfego de veículos de maior intensidade, quando comparado com outros pontos da cidade de Céu Azul.

Piazzetta et. al (2015), ao realizar estudo com *T. recurvata*, no município de Curitiba, PR, ressalta em seu trabalho que a maior concentração de cobre também se fez presente em pontos com maior intensidade de tráfego veicular, sendo que em seu estudo obteve a concentração de 219,43 mg/kg e 133,99 mg/kg nos pontos de maior incidência veicular e 84,19 mg/kg no ponto com tráfego pouco intenso. Para a cidade de Céu Azul não foram encontrados valores tão altos quanto os citados por Piazzetta et. al, e, acredita-se que seja por se tratar de uma cidade de pouca concentração veicular, quando comparada com Curitiba.

O mesmo acontece com Tadiello et al. (2014) que ao realizar trabalho na cidade de Santa Cruz do Sul, RS, os três pontos com pior qualidade do ar, ou seja, de maior concentração de zinco no ar atmosférico, comprovados pela sua manifestação direta na *T. aeranthis* estudada, obtiveram concentração média de 14,12 mg/kg nos três pontos de destaque.

4.3.2 Chumbo

A figura 16 traz o perfil dos teores de chumbo acumulados para as duas espécies de bromélias de estudo nos diferentes pontos de coleta.

Para a *T.recurvata* os pontos com maior concentração do poluente estudado são os pontos 2 e 5, com concentração de 33,5 mg/kg e de 20,7 mg/kg, respectivamente. Para a *T. tricholepis* os pontos de ressaltos são os pontos 7, 2 e 5, onde que para o 7 obteve-se uma concentração máxima de metal, de 43,9 mg/kg, e para o ponto 2 e 5 obteve-se concentração de 34,2 mg/kg e 33,4 mg/kg, respectivamente.

O ponto 2 localizado no canteiro central da BR-277 se destacou para ambas as espécies.

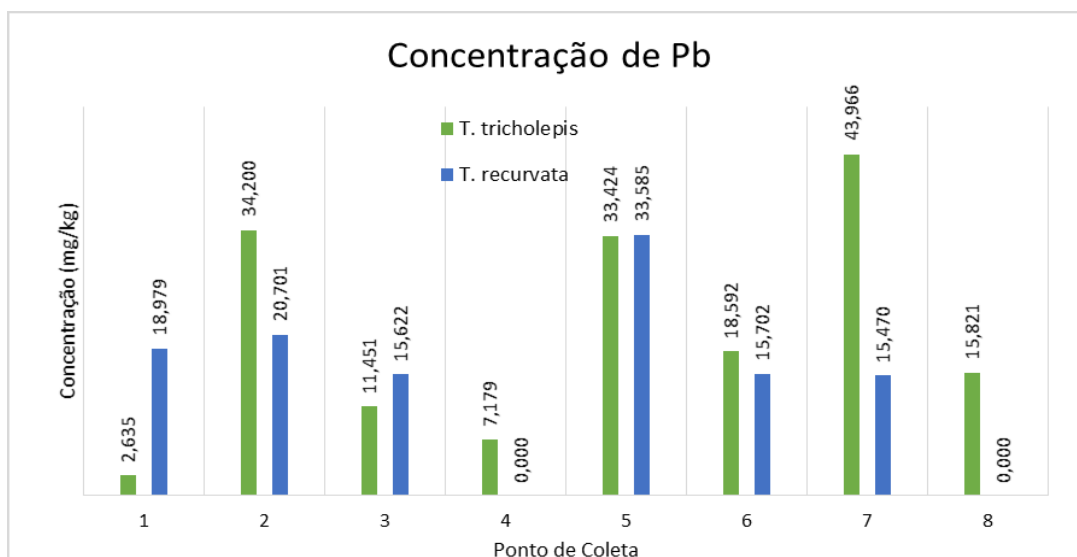


Figura 16: Concentração de chumbo, em mg/kg, examinado nas bromélias *T.recurvata* e *T. tricholepis* em diferentes pontos de amostragem.

Fonte: Autor.

Para Piazzetta et al (2015) os pontos com alta concentração de Pb também foram encontrados em locais onde o tráfego veicular se fez mais intenso, sendo o ponto com maior intensidade veicular destacado com 43,99mg de chumbo por kg de planta.

Apesar de ser proibido através de leis ambientais a presença de chumbo na gasolina desde a década de 80 (SÁ, 2017; CREDENDIO, 2009.) pode-se associar a presença de chumbo nos pontos anteriormente destacados pela intensa atividade veicular nos locais.

Veículos movidos a gasolina ainda são considerados emissores principais de chumbo na atmosfera, sendo que, influenciado pela sua proibição na gasolina, as taxas de chumbo no ar atmosférico diminuíram nas últimas décadas, mantendo-se abaixo dos valores mínimos aceitos por órgãos como OMS, CETESB e EPA. (ATSDR, 1993, apud SÁ, 2017; CREDENDIO, 2009)

Segundo Rocha (2009), o chumbo, o mercúrio e o cádmio são metais que não existem naturalmente em nenhum organismo. Não desempenham funções nutricionais ou bioquímicas em micro-organismos, plantas ou animais, ou seja, a presença destes metais em organismos vivos é prejudicial em qualquer concentração. O chumbo, o mercúrio e o cádmio são os metais pesados que por meio dos alimentos,

incluindo a água de consumo, mais tem contribuído para os casos de intoxicação prolongada ou crônica.

Chardi (2016) ao avaliar o potencial bioindicador de cinco espécies de *Tillandsia* spp. na cidade de Assunção (Paraguai) relata que os três metais estudados (Pb, Cd e Hg) aumentaram em locais poluídos, sendo que para o chumbo a concentração em amostras de *T. tricholepis* chegaram até 62,99 ppm, valor este muito maior do que o encontrado nesse estudo, onde o maior valor encontrado para *T. tricholepis* foi no ponto 7, com concentração de 270,83 ppb (0,27 ppm). Novamente, deve-se levar em consideração que a cidade de Céu Azul possui um tráfego e uma densidade populacional bem menor que a cidade de Assunção.

O mesmo autor ainda relata que dentre as espécies estudadas (*T. recurvata*, *T. meridionalis*, *T. duratii*, *T. tricholepis* e *T. loliacea*), *T. tricholepis* foi considerada a bioindicadora mais relevante, devido a sua ampla distribuição e abundância nos locais de estudo, baixo teor de metais no local de controle e altos teores de metais em locais poluídos, e correlações significativas com a densidade de tráfego de Pb e Cd (CHARDI, 2016).

Para finalizar, o autor enfatiza a necessidade do biomonitoramento da poluição do ar em áreas fora do controle de monitoramento do ar, como Assunção, onde os altos níveis de poluição por metais, especialmente Pb, podem representar um incremento de risco para a população humana que habita esta área urbana (CHARDI, 2016).

Almeida (2015) avaliou o potencial de acumulação de chumbo pela *T. recurvata*, tanto em condições laboratoriais quanto em campo, e verificou que esta é uma espécie que apresenta resultados satisfatórios no que se refere ao acúmulo de chumbo, visto que foi possível observar uma resposta proporcional de aumento da concentração de atividade nas amostras avaliadas, quando submetidas a uma maior exposição chumbo. Quanto aos resultados da avaliação em campo, a autora também relata a espécie ter sido eficiente no biomonitoramento, porém chama a atenção de que as condições meteorológicas e a direção e intensidade dos ventos, influenciam a dispersão de Pb atmosférico.

4.3.3 Ferro

As concentrações de ferro encontrada nas duas espécies avaliadas estão descritas na Figura 17.

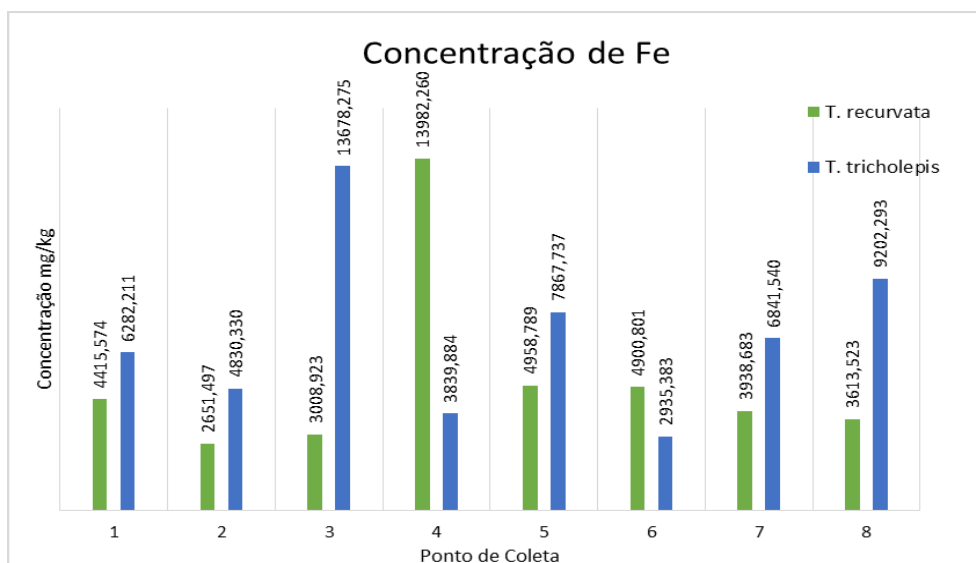


Figura 17: Concentração de Ferro encontrada, em mg/kg, nas espécies *T.recurvata* e *T. tricholepis*

Fonte: Autor

A análise da figura 17 reflete que a maior concentração de ferro para a espécie *T.recurvata* se deu no ponto 3, local onde se encontra uma praça movimentada da cidade, de grande interação populacional. Já para a *T. tricholepis* o ponto 4 foi o de maior concentração de ferro, local onde se encontra uma indústria produtora de óleo e farelo a base de soja.

Piazzetta et al. (2015) traz em seu estudo feito em Curitiba de avaliação do potencial bioindicador da *T. recurvata* acerca da poluição atmosférica urbana que os pontos de maior concentração encontrados para o ferro estão localizados nas áreas urbanizadas de intenso tráfego veicular da cidade, porém, neste contexto, vale destacar que a cidade de Curitiba possui uma incidência veicular muito maior do que a encontrada na cidade de Céu Azul.

Em estudo realizado na região metropolitana do México para verificar o potencial bioindicador de *T. recurvata*, verificou-se um aumento da concentração de partículas ricas em Fe, assim como zinco, cobre, entre outros, nas amostras em áreas industriais e com tráfego intenso. Os autores demonstram que os resultados apresentados demonstram a utilidade da espécie *T. recurvata* como um bioindicador

passivo de poluição, com aplicação acessível e imediata. Reforça-se ainda isso pelo fato dessa espécie ser abundante não só no México, mas também em outras cidades da América (MIRANDA et al., 2016).

Koga (2007 citado por TADIELLO et al., 2014) cita que para *T.aeranthos* os valores de ferro encontrados em espécimes em áreas livres de influência antropogênica na qualidade do ar, variaram em torno de 18,60 mg/kg a 23,50 mg/kg, enquanto que em áreas de impacto antropogênico a concentração foi de 1400 mg/kg a 2600 mg/kg.

O ferro pode ser encontrado no meio urbano de forma antrópica, através de particulados liberados por indústrias, ou por fatores pedológicos, uma vez que solos podem ser originados de rochas naturais compostas por ferro. Áreas com grandes núcleos populacionais tendem a possuir maiores níveis de ferro presente no ar atmosférico (WHO, 1998; EMBRAPA, 2016).

4.3.4 Zinco

O zinco é encontrado em pequenas concentrações no ar atmosférico; se faz mais presente em áreas urbanas, ou próximas a fontes emissoras, do que em áreas rurais, onde os índices registrados são relativamente baixos. Processos como o de galvanização por empresas siderúrgicas (aplicação de uma camada protetora de Zn em uma superfície, afim de evitar a corrosão), queima de carvão e combustíveis fósseis, fertilizantes e agrotóxicos com zinco em sua formulação são as principais formas antropogênicas de emissão de zinco para o meio (CETESB, 2012).

Na figura 18 obteve-se um pico na concentração de zinco para a *T. tricholepis* no ponto 7, chegando a um concentração de 170,2 mg/kg, ponto onde a *T.recurvata* também teve sua maior concentração do metal, porém com uma concentração de 23,4 mg/kg.

No ponto 7 localiza-se um moinho comercial que tem como atividade principal a moagem de trigo e fabricação de seus derivados.

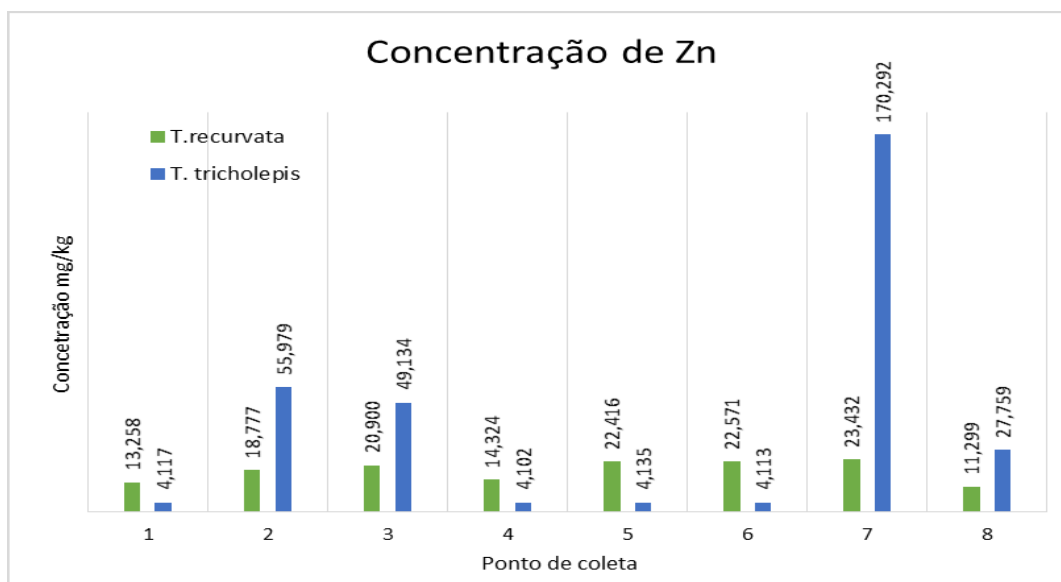


Figura 18: Contração de Zinco obtida para os diferentes pontos de coleta para as espécies de *T. recurvata* e *T. tricholepis*, em mg/kg.

Fonte: Autor.

Zechmeister et al. (2005, apud SÁ, 2017) afirmam que o zinco também pode ser oriundo da poluição provinda da circulação de veículos automotores.

O cobre e o zinco são os principais metais utilizados nas rações para nutrição animal, principalmente de suínos, para a prevenção de doenças, melhorar a digestão e também como promotores de crescimento sobre o desempenho destes. Além dos metais citados, também utiliza-se em menores concentrações o sódio, magnésio, selênio, ferro, cálcio, entre outros (SMANHOTTO et al., 2010 apud ROOS, 2018).

Áreas impactadas por atividades antropogênicas dos mais diversos níveis são entendidas como as que detém a concentração mais elevada do metal (NOGUEIRA, 2006; KOGA, 2007, apud TADIELLO et. al, 2014).

Tadiello et. al (2014) e Piazzetta et. al (2015) afirmam em seus trabalhos realizados em Santa Cruz do Sul e Curitiba, respectivamente, que os pontos com maior concentração de zinco estão localizados próximos a grandes centros urbanos e de movimentação veicular intensa, justificando sua presença pela própria atividade veicular. Para Tadiello et. al os maiores valores obtidos nas suas análises com *T. recurvata* foram de 364,22mg/kg e 291,16mg/kg nos pontos de maior concentração de zinco, enquanto que para Piazzetta et. al os valores encontrados para os maiores pontos de concentração foram de 304,4mg/kg e 294,1mg/kg de zinco por peso de *Tillandsia aeranthis*.

Becker et al. (2016) realizaram o estudo da riqueza de epífitos vasculares e concentração de metais pesados em *T. recurvata* em centros urbanos distribuídos ao longo da Bacia do Rio dos Sinos (RS) com diferentes graus de antropização e afirmaram que foi observada uma redução da riqueza a partir do aumento da urbanização, o que resultou em uma forte e negativa relação da riqueza com a frota veicular e com a densidade demográfica. Cádmio, chumbo e zinco demonstraram um padrão de concentração semelhante entre si, com um aumento significativo a partir do aumento da urbanização. Esses resultados evidenciaram uma forte relação do cádmio, do chumbo e do zinco com a frota veicular e a densidade demográfica.

5. CONCLUSÃO

Através da análise dos resultados obtidos com o presente trabalho pode-se observar uma tendência de ambas as espécies estudadas como biomonitoras passivas da poluição atmosférica urbana.

Foram caracterizados diversos pontos de ocorrência das bromélias no perímetro urbano analisado, e foi possível a elaboração de um mapa de incidência de bromélias na região urbana da cidade de Céu Azul, PR.

Foram identificadas duas espécies em potencial de bromélias epífitas, sendo elas a *Tillandsia recurvata* e a *Tillandsia tricholepis*. Ambas as espécies se fizeram presente em todo o perímetro estudado, porém a *T. recurvata* está distribuída ao longo da fiação de energia elétrica da cidade em maior número do que a *T. tricholepis*.

Foram quantificados metais nas *Tillandsias* de estudo através de espectrometria de emissão atômica, sendo eles chumbo, cobre, ferro e zinco. Através dos gráficos elaborados foi possível notar que áreas de maior influência veicular foram as que mais se destacaram na concentração presente de chumbo e cobre. O zinco se fez mais presente em áreas de influência industrial (ponto 7) para ambas as espécies.

Os pontos que se destacaram como maiores poluidores das condições atmosféricas foram os pontos 2, 7 e 5. O ponto 2, localizado em um canteiro central na BR-277, e o ponto 5, localizado no centro da cidade, se destacaram pela sua presença de metais relacionados com a queima de combustíveis por veículos automotores, tais resultados também foram encontrados por Tadiello et. al (2014) e Piazzetta et. al (2015), em seus estudos realizados em Santa Cruz do Sul e Curitiba, onde os autores encontraram valores maiores de concentração dos metais analisados em locais com tráfego veicular intenso. No ponto 7 está localizado um moinho, e seu destaque em concentração de zinco para ambas as espécies pode-se dar pela própria atividade industrial. Por se tratar de um moinho cujo o único substrato utilizado é o trigo, podem-se se fazer presentes na atmosfera metais encontrados nos fertilizantes utilizados na sua cultura, os quais foram depositados na superfície das plantas e transportados até a indústria.

REFERENCIAS

AMENDOLA, B. Cepema estuda impacto de poluentes na região de Cubatão. Publicado em 21 fev. 2011. Disponível em <http://www.usp.br/agen/?p=48754>. Acesso em 24 ago. 2017.

ARMITAGE, P. D., 1995. Behaviour and ecology of adults. In: *The Chironomidae: Biology and Ecology of Non-Biting Midges* (P. D. Armitage, P. S. Cranston & L. C. V. Pinder, ed.), p. 194-224, London: Chapman & Hall.

ALMEIDA, A. C. Avaliação do potencial de acumulação de ^{210}Pb pela *Tillandsia recurvata* L. para fins de biomonitoração da qualidade do ar. Recife, 2015. 49 f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares.

ALVES, E. S.; TRESMONDI, F.; LONGUI, E. L., 2008. Análise estrutural de folhas de *Eugenia uniflora* L. (Myrtaceae) coletadas em ambientes rural e urbano, SP, Brasil. *Acta Botânica Brasílica*, v. 22, n. 1, p. 241-252.

ATSDR. Agency for toxic substances and disease registry. Toxicological Profile for Chromium. Syracuse: U.S. Department of Health e Human Services, 2000.

ATSDR. Agency for toxic substances and disease registry. Toxicological Profile for Lead. Atlanta. 307 p. 1993.

BALASOORIYA, B.L.W.K., SAMSON, R., MBIKWA, F., VITHARANA, U.W.A., BOECKX, P., VAN MEIRVENNE, M. Biomonitoring of urban habitat quality by anatomical and chemical leaf characteristics. 2009. *Environmental and Experimental Botany*, v. 65, p. 386–394.

BATALHA, J.R.F., Guimarães, E.T., Lobo, D.J.A., Lichtenfels, A.J.F.C., Deur, T., Carvalho, H.A., Alves, E.S., Domingos, M., Rodrigues, G.S. & Saldiva, P.H.N. 1999. Exploring the clastogenic effects of air pollutants in São Paulo (Brazil) using the *Tradescantia micronuclei* assay. *Mutation Research* 426: 229-232.

BENZING, D.H. 2000. *Bromeliaceae: Profile an Adaptive Radiation*. Cambridge, Cambridge University Press. Benzing, D.H. & Stiler, K.E. 1998. Dispersão de sementes em bromélias de frutos carnosos: interpretações incorretas e orientações para estudos mais aprofundados. *Bromélia* 5: p. 23-25.

BECKER, D.F.P.; LINDEN, R.; MULLER, A.; SCHMITT, J.L. Riqueza de epífitos vasculares e concentração de metais pesados em *Tillandsia recurvata* L. em centros urbanos com diferentes graus de antropização. *Anais*. Disponível em

<https://www.botanica.org.br/trabalhos-cientificos/67CNBot/resAnexo1-0741-0711-846b0f1cf8c87dda78fd6ba9bfd8a87b.pdf>. Acesso em 22 de Junho de 2018

BEZING, D.H.; BERMUDEZ, D. 1991. Epiphytic bromeliads as air quality monitors in South Florida. *Selbyana*, vol. 21, p. 42-58.

BREIER, T.B. O EPIFITISMO VASCULAR EM FLORESTAS DO SUDESTE DO BRASIL. Campinas, SP, 2005. Teses de Doutorado em Biologia Vegetal. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas.

BIANCHI, J. S.; BENTO, C. M.; KERSTEN, R. A., 2012. Epífitas vasculares de uma área de ecótono entre as florestas ombrófilas densa e mista, no Parque Estadual do Marumbi, PR. *Estudos de Biologia-Ambiente e Diversidade*, v. 34, p. 37-44.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 03, de 28 de junho de 1990. Estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para elaboração de planos de emergência nos casos de episódios críticos de poluição do ar. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 22 de setembro de 1990.

BUSS, D.F., BAPTISTA, B.F., NESSIMIAN, J.L. Bases conceituais para a aplicação de biomonitoramento em programas de avaliação da qualidade da água de rios. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, Abril de 2003.

CARVALHO, L. C.; FREITAS, A. F. N.; ROCHA, C. F. D.; SLUYS, M. V. Variação na estrutura e na composição de Bromeliaceae em cinco zonas de restinga no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, Macaé, RJ. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 24, n. 1, p. 1-9, 2001.

CARVALHO, F.G.; JABLONSKI, A. & TEIXEIRA, E.C. Estudo das partículas totais em suspensão e metais associados em áreas urbanas. *Quím. Nova*, 23(5): 614-617, 2000.

CARNEIRO, R. M. A. 2004. Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade.

CÉU AZUL, Município de Céu Azul. Disponível em: <https://www.ceuazul.pr.gov.br/>. Acesso em 21 ago. 2017.

CETESB, Qualidade do Ar no Estado de São Paulo. São Paulo. CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-Publicações-erelatórios>. 2012, p 1 -125. Acessado em 12 nov. 2017.

CHAVES, T. A.; JÚNIOR O. A. C.; GOMES R. A. T.; GUIMARÃES R. F.; MARTINS É. S. Padrões de fragmentação da paisagem no município de Céu Azul (Paraná). *Geografia Ensino & Pesquisa*, vol. 19, n. 1, jan./abr. 2015.

CHARDI, A.L. Biomonitoring potential of five sympatric *Tillandsia* species for evaluating urban metal pollution (Cd, Hg and Pb). *Atmospheric Environment* vol. 131, April 2016, p. 352-359.

CONAMA, RESOLUÇÃO CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Publicada no DOU, de 22 de agosto de 1990, Seção 1, páginas 15937-15939. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>. Acesso em 10 nov. 2017.

CREDENDIO, J.E. Nível de poluição por chumbo despenca na Grande SP em 20 anos. *Folha de São Paulo*, 2009. Disponível em <https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff2809200914.htm>. Acesso em 03 jun. 2018.

CONAMA, Resolução Conama nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. 1990.

CONAMA, Resolução. 396 de 07 de abril de 2008. Conselho Nacional do Meio Ambiente, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências v. 396, 2008.

COSTA, D. P. et al. *Manual de Briologia*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2010.

DRAGUNSKI, DC; CAIADO, J.; FERREIRA, E. F.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE Jr. A. Uso de bromeliáceas em biomonitoramento atmosférico. *Arq. Ciências Saúde UNIPAR*, Umuarama, v. 13, n.3, p. 205-209.

EMBRAPA, Dados climáticos de Municípios não constantes das normais. Disponível em <http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em 12 nov. 2017.

EU-EPA. Environment Protection Agency. Control of emissions of hazardous air pollutants from mobile sources; final rule. Federal Register 40, CFR Parts 80 and 86. US Government Printing Office, Washington, DC., 2001.

FERREIRA, G. G. P. S. *Tillandsia usneoides* (L.) como ferramenta de monitoramento de poluição atmosférico para metais-traço nos municípios de Campinas e Paulínia,

estado de São Paulo, SP, Brasil. 2013. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET e-ISSN 2236 1170 - V. 18 n. 1 Abr 2014, p.254-272.

FREEDMAN, B. 1995. Environmental ecology. The ecological effects of pollution, disturbance and other stresses. 2nd. Academic Press Inc. San Diego.

GUERTA, R. S.; LUCON, L. G.; FIGUEIREDO, R. A. Fenologia de três espécies de *Tillandsia* (Bromeliaceae), em um fragmento de Cerrado no sudeste do Brasil. 2015. Revista Biociências, Taubaté, v 21 no 1, p. 118-128.

HANSEN, M., 2008. Proposição de um método para avaliação do adicional de emissões veiculares em partida a frio. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Cartas climáticas do Estado do Paraná – Classificação Climática: Segundo Köppen. Doc. 18. Instituto Agrônômico do Paraná, Londrina. 1994. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=597>. Acessado 12 nov. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=410530&search=parana%7Cceu-azul%7Cinfograficos:-informacoes-completas>. Acesso em 12 nov. 2017.

KOGA, M. S. Estudo sobre eficiência da espécie *Tillandsia aeranthos* (Bromeliaceae) a ser utilizada como bioindicador para avaliação da contaminação total da atmosfera por metais pesados (caso do município de Rio Grande, RS). Rio Grande: FURG, 2007. 94p. Monografia (Graduação em Oceanologia)- Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2007.

KREMER, D. O gênero *Tillandsia* L. (Bromeliaceae - Tillandsioideae) no Estado do Paraná, Brasil. Ponta Grossa, 2011. 165 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) -Universidade Estadual de Ponta Grossa e Universidade Estadual do Centro-Oeste.

KRUG, F. J. Métodos de preparo de amostras: fundamentos sobre preparo de amostras orgânicas e inorgânicas para análise elementar. Piracicaba, SP, 2008.

LATEC, Instituto LACTEC. ESTUDO AVALIA RELAÇÃO ENTRE QUALIDADE DO AR E OCORRÊNCIA DE BROMÉLIAS EM REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA. Publicado em 05 mai. 2017. Disponível em <http://www.institutoslactec.org.br/menu-noticias/estudo-avalia-relacao-entre-qualidade-do-ar-e-ocorrencia-de-bromelias-em-redes-de-distribuicao-de-energia/>. Acesso 21 ago. 2017.

LEAL, L., SANTOS, J.J.S., BLANC, G.F.C., HACK, R.O.E., PIAZZETTA, L.B., LAGO, G.B., KERSTEN, R.A., RODRIGUES, J.M. 2015. Estudos sobre ocorrência de bromélias nas redes de distribuição de energia elétrica. IX Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (IX CITENEL).

LIMA, J.F., Fernández, E.B. & Fawcett, W.N. 2000. *Mangifera indica* and *Phaseolus vulgaris* in the bioindication of air pollution in Bahia, Brazil. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 46. p 89-275.

MANETTI, L. M.; DELAPORTE, R. H.; LAVERDE-JÚNIOR, A. L., 2009. Metabólitos secundários da família Bromeliaceae. *Química Nova*, v. 32, n. 7, p. 1885-1897.
PARANÁ, GOVERNO ESTADUAL. Mapeamento Geológico do Estado do Paraná – Folha Foz do Iguaçu, 1:250.000. 2005. Disponível em: www.mineropar.pr.gov.br. Acessado em 12 nov. 2017.

MIRANDA, A.G.C.; CHAPARRO, M.A.E.; CHAPARRO, M.A.E.; BOHNEL, H.N. Magnetic properties of *Tillandsia recurvata* L. and its use for biomonitoring a Mexican metropolitan area. *Ecological Indicators*. vol. 60. January 2016. p. 125-136.

MOREIRA, B.A., WANDERLEY, M.G.L., CRUZ-BARROS, M.A.V. Bromélias: Importância Ecológica e diversidade. *Taxonomia e Morfologia*. 2006. Pós-graduação do Instituto de Botânica de São Paulo Curso de Capacitação de Monitores - Estágio de Docência.

NOGUEIRA, C.A. Avaliação da poluição atmosférica por metais na região metropolitana de São Paulo utilizando a bromélia *Tillandsia usneoides* como biomonitor. São Paulo. 2006. Tese – Programa de Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Autarquia associada à Universidade de São Paulo.

PEDROSO, A. N. V. 2007. Poluentes Atmosféricos & Plantas Bioindicadoras. Instituto de Botânica – IBt.

PIAZZETTA, K. D. Avaliação do potencial de *Tillandsia recurvata* (L.) L., Bromeliaceae, como bioindicadora da poluição atmosférica urbana. 2015. 130 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

QUINÁGLIA, Gilson Alves. Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da baixada santista. Tese de Doutorado da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2006.

RAHN, K.A. The chemical composition of the atmospheric aerosol. 1976. Technical Report of the Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island, Kingston, R.I. USA.

RIZZINI, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil. 1976. V. 1. Edusp/Hucitec. São Paulo.

ROCHA, Adriano Ferreira da. “Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?”. Tese de Licenciatura do Curso de Ciências da Nutrição, Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação da Universidade do Porto - FCNAUP. Porto, Portugal. 2009.

ROOS, Jonikey Neri. Avaliação espacial de metais pseudo-totais e disponíveis em sedimento de fundo do rio alegria – PR. 2018. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018.

SANTOS, T.O.; VIEIRA, R.; FILHO C.A.S.; HANZIN, C.A.; VALENTIM, E. Quantificação de elementos químicos associados ao tráfego de veículos em bromélias atmosféricas transplantadas na Região Metropolitana do Recife. 2013. vol. 9

SANTOS, J. J. S., Estudo de Tillandsia spp (Bromeliaceae) epífitas nas redes de distribuição de energia elétrica de Curitiba, 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento de Tecnologia, Área de Concentração Meio Ambiente) - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento.

SANTOS J.J.S.; LAGO G.B.; LEAL L.; HACK R.O.E.; KERSTEN R. A. Bromélias epífitas nas redes de distribuição de energia elétrica no estado do Paraná, Brasil. CNBOT, Vitória, ES. set. 2016.

SÁ, C. F. Biomonitoramento de Metais no ar *Sphagnum subsecundum* como “moss bag” na área urbana do município de Barreiras, Bahia, Brasil. 2017. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais - PPGCA da Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB.

SEGECIN, S.; SCATENA, V.L. Anatomia foliar de *Tillandsia L.* (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*. v.28, p.635-649, set. de 2005.

SILVA, L.B.; ALVES, M.A.S. Fenologia, Recurso Floral e Densidade Populacional de *Tillandsia stricta* e *T. gardneri* (BROMELIACEAE) em Área de Restinga, no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, MACAÉ, RJ. 2007. *Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil*, Caxambu – MG.

SIAM, Sistema Integrado de Informação Ambiental. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100> . Acesso em: 10 nov. 2017.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. de P.; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, M. Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. *Engenharia Agrícola*, v.30, n.2, p.346-357. Jaboticabal/SP, 2010.

TADIELLO, R.B.; COSTA, A.B.; LOBO, E.A.; SCHUCH, M.; PUTZKE, J. Utilização da *Tillandsia aeranthes* como bioindicadora de poluição atmosférica, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. 2014.

VENDRAMINI, F.; DÍAZ, S.; GURVICH, D. E.; WILSON, P. J.; THOMPSON, K.; HODGSON, J. G. Leaf traits as indicators of resource-use strategy in floras with succulent species. 2002. *New Phytologist*, v. 154, p. 147-157.

TEMMERMAN, L., Bell, J.N.B., Garrec, J. P., Klumpp, A., Krause, G.H.M. & Tonneijck, A.E.G. 2004. Biomonitoring of air pollutants with plants – considerations for the future. In: *Urban air pollution, bioindication and environmental awareness*. A. Klumpp, W. Ansel. & G. Klumpp (eds). Cuvillier Verlag. Göttingen. pp. 337-373

VASCONCELOS, A. L.; VASCONCELOS, A. L.; XIMENES, E. A.; RANDAU, K. P. *Tillandsia recurvata L.* (Bromeliaceae): aspectos farmacognósticos. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada*, v. 34, p. 151-159. 2013.

WHO. World Health Organization. Copper. Geneva: Who. Environmental Health Critéria 200. 1998.

ZECHMEISTER, H. G. et al. Estimation of element deposition derived from road traffic sources by using mosses. *Environmental Pollution*, v. 138, n. 2, p. 238-249, 2005.

