

**REITORIA ACADÊMICA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO À PRODUÇÃO  
CIENTÍFICA**

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES DO GÊNERO  
TILLANDSIA NO BIOMONITORAMENTO DE OLIGOELEMENTOS**

*Estudante*

Sara M.G FANCHINI – Curso de Ciências Biológicas do CEUNSP

*Professores orientadores*

Luciana A. GIACOMINI – Docente do curso de Ciências Biológicas - CEUNSP  
Rodrigo A. P. SALVETTI – Docente do curso de Ciências Biológicas - CEUNSP

*Coordenação do Curso de Ciências Biológicas - CEUNSP*

Valéria Leite ARANHA

*Assessora de Pesquisa*

Milena Fernandes MARANHO

*Reitor*

Marcel Fernando Inácio CARDOZO

Itu, SP, 2020

**RESUMO:** A cada ano torna-se preocupante a quantidade de poluentes emitidos na atmosfera por fontes móveis e estacionárias, e a conseqüente diminuição na qualidade da saúde da população humana. Entre esses poluentes encontram-se os metais pesados, que em pequenas concentrações podem ser tóxicos tanto para células vegetais, como para células humanas. Por essa razão, é indispensável a realização do monitoramento da qualidade de ar. Um método alternativo ao convencional é o biomonitoramento, no qual utiliza-se organismos vivos para a avaliação da qualidade ambiental. Neste estudo foi realizada a revisão da literatura sobre o uso das plantas do gênero *Tillandsia* no monitoramento da qualidade do ar, ao longo de duas décadas, a partir da consulta de diversos trabalhos realizados em diferentes localidades, com espécies variadas. Pode-se concluir que este gênero é bastante utilizado e recomendado entre os pesquisadores como biomonitor de oligoelementos com potencial de prejudicar a saúde humana.

**PALAVRAS - CHAVE:** Biomonitor; metal potencialmente tóxico; bromélia; poluição.

## INTRODUÇÃO

Desde o início da Revolução Industrial e a formação dos grandes centros urbanos, o homem vem interferindo gradativamente na composição da atmosfera através do lançamento de material particulado e de substâncias oriundas de processos industriais e da queima de combustíveis fósseis (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009; VETORAZZI *et al.*, 2019)

As substâncias e partículas sólidas ou líquidas presentes na atmosfera podem provir de fontes naturais, como vulcões, ou biogênicas, como, por exemplo, o grão de pólen dos vegetais, as bactérias e compostos orgânicos voláteis, ou de fontes antropogênicas, como a fumaça emitida pelos automóveis e pela queima de matéria vegetal ou a poeira suspensa pelo manejo do solo na agricultura (PHILIPPI JÚNIOR, 2005; ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009).

As diversas atividades humanas interferem na quantidade de material natural presente na atmosfera. De acordo com Rocha, Rosa e Cardoso (2009) a emissão natural é bem maior que a proveniente de atividades antrópicas, porém esta última vem crescendo anualmente. Tendo como exemplo a cidade de São Paulo, o relatório da CETESB de 2018

indicou que nas vias de maior tráfego houve ultrapassagens na concentração de material particulado (partículas sólidas ou líquidas) com níveis de significativo impacto sobre a saúde (MURAMOTO *et al.*, 2019).

O poluente atmosférico é caracterizado por qualquer matéria com concentração capaz de tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, e que possa ocasionar danos aos animais e vegetais (CONAMA, 2018). Existem duas categorias de poluentes, os primários, que são emitidos diretamente pela fonte de poluição, e os secundários, formados pela reação com outros poluentes (SÃO PAULO, 2013). A distribuição e a intensidade das emissões de poluentes atmosféricos de origem veicular e industrial afetam diretamente a qualidade do ar (MURAMOTO *et al.*, 2019).

Os metais presentes no ambiente ocorrem naturalmente em pequenas quantidades. Porém, por meio da emissão de poluentes oriundos de atividades, como por exemplo, a queima de combustíveis, exaustão de veículos automotores, mineração, incineração e fundição, o ser humano pode ocasionar a redistribuição geológica desses elementos, proporcionando, dentre outras consequências, a bioacumulação dessas substâncias em plantas ou animais (GEIGER, COOPER, 2010; CETESB, 2015).

Os diversos metais dispersos na atmosfera podem ser prejudiciais às plantas, podendo ocasionar alterações fisiológicas, estruturais e bioquímicas (NAGAJYOTI; LEE; SREEKANTH, 2010). Devido à grande capacidade de adaptação às propriedades químicas variáveis do ambiente, as plantas são consideradas reservatórios intermediários entre solo-água-animais (KABATA-PENDIAS, 2001). Alguns desses metais como chumbo, níquel e zinco, que provêm da mineração, do tráfego de automóveis, da queima de carvão, entre outras atividades, podem causar alterações no processo fotossintético, no crescimento e desenvolvimento, estimular o aparecimento de clorose e até, mesmo a ocorrência de necrose foliar das plantas (NAGAJYOTI; LEE; SREEKANTH, 2010; PIAZZETTA, 2015).

Devido à eliminação de diversas substâncias na atmosfera, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) realiza o controle da qualidade do ar através de redes de monitoramento ambiental instaladas em algumas cidades do estado de São Paulo, onde são obtidas amostras analisadas posteriormente em laboratório para obtenção dos resultados (CETESB, 2020). Apesar de ser um método eficiente, exige a instalação da estação de monitoramento, além de um laboratório equipado e pessoas capacitadas para leitura e interpretação dos dados, o que nem sempre está disponível em cidades mais afastadas dos grandes centros urbanos.

Uma alternativa para tanto é o método de biomonitoramento, utilizando seres vivos como plantas, animais e fungos liquenizados. Estes seres, ao se depararem com estressores ambientais (produtos químicos tóxicos, poluentes atmosféricos), são capazes de emitir uma resposta através da alteração de suas funções ou do acúmulo das substâncias presentes, como, por exemplo, os oligoelementos presentes no ambiente (MIRBAHAI; CHIPMAN, 2014; PIAZZETTA, 2015; VETORAZZI *et al.*, 2019).

O método consiste de análises quantitativas da concentração de uma determinada substância, através da análise tecidual do organismo, denominado bioindicador de acumulação; ou da observação da mudança do padrão morfológico, genético ou comportamental, conhecido como bioindicador de reação (WOLTERBEEK, 2002; PIAZZETTA, 2015). As plantas epífitas, pertencentes ao gênero *Tillandsia*, são comumente utilizadas por vários autores como bioindicadoras da qualidade do ar (BRIGHIGNA, 1997; NOGUEIRA, 2006; TADIELLO *et al.*, 2015; PIAZZETTA, 2015; FREITAS, 2018; BENÍTEZ *et al.*, 2019; COSTA, 2019; SCHRECK *et al.*, 2020).

O presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica dos artigos que abordam a capacidade da *Tillandsia* de ser utilizada como bioindicadora da presença de oligoelementos no ambiente.

## **METODOLOGIA**

Foi realizada a busca ativa nas bases de dados do Google Acadêmico e na Biblioteca Eletrônica Científica Online - Scielo (2000-2020), utilizando palavras em qualquer idioma. Os descritores de assunto escolhidos foram "biomonitoramento", "*Tillandsia*", "poluição atmosférica", "biomonitoramento do ar" e "metais pesados". Foram selecionados artigos que apresentaram análises químicas quantitativa e qualitativa de metais encontrados nas epífitas do gênero *Tillandsia*.

## **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### ***Poluição e poluentes atmosféricos***

Poluição é uma alteração das características físicas, químicas e biológicas da biosfera (ar, solo e água) que pode ocasionar prejuízos à saúde, à segurança e o bem-estar da população, assim como as suas atividades e a sobrevivência dos seres vivos (BRASIL, 1981; BRAGA, 2005). Os poluentes são, muitas vezes, produtos oriundos da ação humana que causam impactos ao meio ambiente. As fontes poluidoras podem ser classificadas como pontuais ou estacionárias, porque apresentam um ponto fixo de descarga, como os pontos de lançamento de esgoto; ou móveis, que não possuem um ponto fixo para a eliminação de poluentes, como os gases expelidos dos automóveis. Os efeitos da poluição podem ser sentidos a nível local, regional ou global (BRAGA, 2005; ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009; CETESB, 2020).

Como existe uma variedade de substâncias presentes na atmosfera, levando em conta a categorização estabelecida pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013 (SÃO PAULO, 2013), são considerados poluentes primários as partículas em suspensão, o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre e os óxidos de nitrogênio, estes poluentes podem reagir com componentes naturais da atmosfera e formar os poluentes secundários, como o ozônio e o ácido sulfídrico (BRAGA, 2005; SÃO PAULO, 2013; CETESB, 2020). Ainda de acordo com este decreto e com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

(CETESB, 2020), as substâncias poluentes utilizadas monitoradas e consideradas indicadoras da qualidade do ar são: os materiais particulados (partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, partículas inaláveis finas, fumaça), compostos de enxofre, de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis, monóxido de carbono, compostos halogenados, metais pesados, e oxidantes fotoquímicos.

De maneira geral, os poluentes atmosféricos podem contribuir com a morbidade e a mortalidade da população. Vários autores relatam doenças associadas à exposição de poluentes em indivíduos de faixas etárias diversas, como as doenças respiratórias e cardiovasculares (KÜNZLI *et al.*, 2000; GOUVEIA *et al.*, 2006; EVO *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013; GOUVEIA *et al.*, 2019; MORAES *et al.*, 2019; MATOS *et al.*, 2019). Em mulheres grávidas, houve associação com o baixo peso e defeitos congênitos (GOUVEIA; BREMNER; NOVAES, 2004).

### ***Metais pesados***

Os metais pesados são aqueles que possuem peso atômico na tabela periódica maior que o ferro (55,85 g/mol). Mediante a isso, nem todos os metais poluidores são “pesados”, como o vanádio, o manganês e o cromo. Assim, quando se trata de poluição, usa-se o termo oligoelementos ou metais traço, que “estão presentes em concentrações relativamente baixas na crosta terrestre, solos e plantas” (HUERTOS; ROMERO-BAENA; 2008). As indústrias têxteis, as emissões dos automóveis, os pesticidas, os fertilizantes e as tintas são considerados responsáveis pelo lançamento de metais como cromo, chumbo, cádmio e cobre no ambiente (PAUL, 2017).

Os elementos cobre, cromo, zinco e manganês são considerados metais essenciais à saúde humana, mas em excesso podem ser tóxicos. Já os semi-metais como arsênio, cádmio, mercúrio, níquel e chumbo, podem se tornar tóxicos mesmo que em concentrações baixas (PAUL, 2017). Para as plantas, alguns oligoelementos ou micronutrientes são essenciais em pequenas quantidades, pois participam das reações de

óxido-redução e fazem parte da composição de várias enzimas. Entretanto, metais como mercúrio, prata e o chumbo são altamente tóxicos mesmo em baixas concentrações e são bioacumulativos (NAGAJYOTI; LEE; SREEKANTH, 2010; PIEAZZETTA, 2015; GIAMPAOLI, 2015).

### ***Biomonitoramento***

O uso de organismos como plantas e animais para a análise da qualidade do ambiente e suas respostas em relação às mudanças ambientais causadas por poluentes, é denominado de biomonitoramento. Neste método ocorre a observação da densidade, a distribuição, morfologia, fisiologia, ou até mesmo a análise quantitativa das substâncias acumuladas nos tecidos vivos (WOLTERBEEK, 2002; DE TEMMERMAN *et al.*, 2004; PIAZZETTA, 2015).

A utilização de plantas para o monitoramento da qualidade de ar é vantajosa quando comparada ao método físico-químico, pois é possível avaliar desde uma folha da planta até o ecossistema em que está inserida, visto que podem acumular concentrações tão baixas de substâncias que pelo método físico-químico seriam impossíveis de se detectar. Além do mais, são menos custosas e não necessitam de profissionais altamente especializados, garantindo que regiões sem monitoramento ou investimento possam também realizar a avaliação da qualidade do ambiente, sendo particularmente adequadas para países em desenvolvimento como o Brasil (CALASANS; MALM, 1997; DE TEMMERMAN *et al.*, 2004; NOGUEIRA, 2006).

Existem dois tipos de biomonitoramento, o passivo que utiliza as plantas encontradas em seus locais de origem, *in situ*, e o biomonitoramento ativo, no qual as plantas são cultivadas e inseridas posteriormente no local a ser estudado (DE TEMMERMAN *et al.*, 2004; MAKI *et al.*, 2013). Esses bioindicadores são denominados de “indicadores ecológicos”, nos termos descritos por De Temmerman *et al.*, 2004. Esse

termo é usualmente empregado em estudos de populações ou comunidades de plantas, no qual é analisada a densidade, a distribuição, as relações ecológicas e o efeito da poluição.

O biomonitoramento do ar pode ser realizado por plantas avasculares, fungos liquenizados e plantas vasculares. As plantas superiores (vasculares) podem absorver os elementos químicos por três vias: translocação, do solo para a raiz e desta para toda a planta; por assimilação dos compostos gasosos presentes no ar através das folhas pelos estômatos; e assimilação por deposição atmosférica (CARNEIRO, 2004).

Em razão disso, as epífitas da subfamília Tillandsioideae, presentes em diferentes substratos de áreas urbanas (TADIELLO *et al.*, 2014), são amplamente utilizadas como bioindicadoras da qualidade ambiental por apresentarem crescimento lento e obterem todos os nutrientes e água da atmosfera, através dos tricomas, podendo assim refletir a concentração de poluentes no ar (BRIGHIGNA *et al.*, 1997; TEMMERMAN *et al.*, 2004; CARNEIRO, 2004; FIGUEIREDO, 2007; TADIELLO *et al.*, 2014). As plantas do gênero *Tillandsia* possuem o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), ou seja, para evitar a perda de água por conta da temperatura, fecham seus estômatos durante o dia e os abrem apenas a noite para capturar dióxido de carbono e realizar a transpiração (AMADO FILHO *et al.*, 2002; TAIZ *et al.*, 2017). Brighigna *et al.* (1997) consideram epífitas desse gênero muito mais apropriadas para o estudo da poluição do ar do que outras epífitas, como fungos liquenizados e musgos, pois estes estão restritos a certos tipos de habitat, diferente das *Tillandsias* que suportam a seca e altas temperaturas, sendo mais adequadas para o biomonitoramento de áreas tropicais (CALASANS; MALM, 1997).

Brighigna *et al.* (2002) utilizaram as espécies de *Tillandsia caput-medusae* e *Tillandsia bulbosa* para verificar a qualidade do ar na Itália. Além do teste analítico feito para Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPA), também realizaram a visualização das folhas com o microscópio eletrônico de varredura e observaram o acúmulo de



substâncias nos tricomas e nos estômatos, indicando novamente a capacidade dessas plantas de reterem em suas estruturas as substâncias do ar.

A *Tillandsia* é considerada excelente bioacumuladora de metais pesados, principalmente mercúrio, cobre e zinco (GIAMPAOLI, 2015), fato este comprovado nos trabalhos de Calasans e Malm (1997) que utilizaram as plantas *T.usneoides* como acumuladora de mercúrio e Brighigna *et al.* (1997) que utilizaram a *T.caput-medusae* como bioacumuladora de oligoelementos, entre eles o cobre.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo de duas décadas, vários autores realizaram biomonitoramento, ativo ou passivo, utilizando espécies do gênero *Tillandsia*, em diferentes localidades (Quadro 1).

Quadro 1- Espécies vegetais utilizadas no biomonitoramento.

Legenda: NC = Não Consta.

Espécie	Tipo de monitoramento	Local de estudo	Período de estudo	Referência
<i>Tillandsia capillaris</i>	Passivo	Região central da Argentina	NC	PIGNATA, M. L. <i>et al.</i> (2002)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	Rio de Janeiro	NC	AMADO FILHO, G. M. <i>et al.</i> (2002)
<i>T. capillaris</i> , <i>T. permutata</i>	Passivo	Córdoba - Argentina	2000- 2001	WANNAZ, E. D. <i>et al.</i> (2006)
<i>T. capillaris</i> , <i>T. permutata</i> , <i>T. tricholepis</i> , <i>T. retorta</i>	Ativo	Córdoba- Argentina	2002	WANNAZ, E. D; PIGNATA, M. L. (2006)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	São Paulo	2002-2003	NOGUEIRA, C. L. (2006)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	Região Metropolitana São Paulo	2002-2003	FIGUEIREDO, A.M.G. <i>et al.</i> (2007)
<i>T. capillaris</i> , <i>T. recurvata</i> , <i>T. tricholepis</i>	Ativo	Córdoba - Argentina	2003-2004	BERMUDEZ, G.M.A; RODRIGUEZ, J.H; PIGNATA, M. L. (2009)

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

<i>Tillandsias treptocarpa,</i> <i>Tillandsia pohliana</i>	Passivo	Umuarama - PR	2006	DRAGUNSKI, D. C. <i>et al.</i> (2009)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Passivo	Ilha da Madeira - RJ	NC	PITASSI, G. Q. <i>et al.</i> (2009)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	Campinas e Paulínia- SP	2009- 2010	FERREIRA, G. G. P. S. (2011)
<i>T. brachycaulos,</i> <i>T. caputmedusae,</i> <i>T. ionantha,</i> <i>T. streptophylla,</i> <i>T. stricata,</i> <i>T. usneoides,</i> <i>T. xerographica</i>	Ativo	Universidade Sudoeste de Ciência e Tecnologia - China	NC	LI, P.; ZHENG, G (2011)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Passivo e ativo	São Paulo	2009- 2011	ALBULQUERQUE, C. R. <i>et al.</i> (2013)
<i>Tillandsia capillaris</i>	Ativo	Oruro - Bolívia	2010	GOIX, S. <i>et al.</i> (2013)
<i>Tillandsia recurvata</i>	Ativo	Região Metropolitana de Recife	NC	SANTOS, T. O. <i>et al.</i> (2013)
<i>Tillandsia recurvata</i>	Passivo	Londrina - PR	2012- 2013	SILVA, M. H. (2013)
<i>Tillandsia capillaris</i>	Ativo	Malagueño, Córdoba - Argentina	2009- 2011	ABRIL, G. A. <i>et al.</i> (2014)
<i>Tillandsia aeranthos</i>	Passivo	Santa Cruz do Sul - RS	2010	TADIELLO, R. B. <i>et al.</i> (2014)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	Região Metropolitana de Campinas	2012- 2013	GIAMPAOLI, P. (2015)
<i>Tillandsia recurvata</i>	Passivo	Curitiba- PR	2014	PIAZZETTA, K. D. (2015)
<i>T. recurvata,</i> <i>T. meridionalis,</i> <i>T. duratii, T. tricholepis,</i> <i>T. loliacea</i>	Passivo	Assunção-Paraguai	2001- 2002	CHARDI, A. S. (2016)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Passivo	Região Metropolitana Rio de Janeiro	2011	JÚNIOR, A. N. M. <i>et al.</i> (2018)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	Santa Cruz- RJ	2014- 2015	SANTOS, L. B.; ALMEIDA, A. C.; GODOY, J. M. (2018)
<i>Tillandsia recurvata</i>	Passivo	AburráValey - Colombia	2016	ECHEVERRY, D. M. <i>et al.</i> (2018)
<i>Tillandsia recuvata,</i> <i>T. tricolepis</i>	Passivo	Céu Azul - PR	2018	FREITAS, E. J. (2018)

<i>Tillandsia usneoides</i>	Passivo	Loja - Equador	NC	BENÍTEZ, A. <i>et al.</i> (2019)
<i>Tillandsia capillaris</i>	Ativo	Região Metropolitana de Huancayo – Peru	2017	DE LA CRUZ, A. R. H. <i>et al.</i> (2020)
<i>Tillandsia usneoides</i>	Ativo	La Union-Espanha	2017-2018	SCHRECK E. <i>et al.</i> (2020)

É possível constatar que quase a metade dos estudos efetuados (44,5%) utilizou a espécie *Tillandsia usneoides*, pois consideram esta espécie adequada para o monitoramento de ambientes urbanos, mesmo que esta não seja encontrada naturalmente nesses locais e tenha sido introduzida para o monitoramento (monitoramento ativo). Apesar de não serem encontradas em locais poluídos, essa espécie consegue crescer e se desenvolver normalmente nos locais transplantados, evidenciando sua capacidade bioacumuladora (NOGUEIRA, 2006). Segundo Schreck *et al.* (2020) *T. usneoides* pode ser um bioindicador de elementos traço e se mostrou eficiente no acúmulo de mercúrio, cádmio, chumbo, níquel, cobre, cromo e zinco.

Outra espécie frequentemente utilizada foi a *T. recurvata* (25,9%), que além de ser bioacumuladora (SANTOS *et al.*, 2013), pode ser utilizada para indicar ambientes poluídos, pois geralmente apresenta-se em maior quantidade (em número de indivíduos e tamanho) nesses locais do que nos ambientes menos poluídos. Essa espécie também é bem resistente ao acúmulo de metais, não demonstrando nenhuma mudança morfofisiológica (PIAZZETTA, 2015).

Entretanto Bermudez, Rodriguez e Pignata (2009) concluíram que, dentre as espécies de *Tillandsia* utilizadas em seus estudos, a *T. recurvata* foi a mais sensível às atividades urbanas e industriais, sendo por isso a mais recomendada para o biomonitoramento da qualidade do ar.

Wannaz e Pignata (2006) observaram que *T. capillaris*, ao ser comparada com as espécies *T. permutata* e *T. tricholepis*, foi a que apresentou maior acúmulo de metais, exceto para o elemento zinco, sendo recomendada como biomonitora tanto em relação ao

acúmulo de metais nos tecidos, quanto às respostas fisiológicas, como danos nas folhas, oxidação, análise da clorofila a e b, produção de peroxidase (PIGNATA *et al.*, 2002). Porém são sensíveis a agroquímicos, apresentando altos índices de danos foliares (BERMUDEZ; RODRIGUEZ; PIGNATA, 2009). Vários pesquisadores (WANNAZ; PIGNATA, 2006; BERMUDEZ; RODRIGUEZ; PIGNATA, 2009) observaram que *T. tricholepis* é sensível à poluição urbana e aos agroquímicos, e conseqüentemente são capazes de absorver altas concentrações de enxofre, podendo então serem utilizadas como biomarcadores desse elemento.

Chardi (2016) mostrou que todas as espécies: *T. meridionalis*, *T. duratii*, *T. tricholepis*, *T. loliaceae* *T. recurvata* possuem o mesmo padrão geral de bioacumulação, porém a espécie *T. tricholepis* é bem fácil de identificar em campo e apresenta uma alta correlação entre o acúmulo de metais e o tráfego de veículos, confirmando seu potencial como biomonitor.

*Tillandsia streptocarpa* e *Tillandsia pohliana* exibiram traços dos metais analisados e, assim como as demais espécies empregadas, tem potencial para serem usadas como biomonitor da qualidade do ar (DRAGUNSKI *et al.*, 2009).

A espécie *T. retorta* apresentou a concentração mais baixa dos metais analisados e apresentou mais danos nos tecidos, como acúmulo de enxofre, diferença entre o peso seco e úmido, e danos foliares. A *T. permutata* tolerou a contaminação do ar advinda do tráfego, porém foi mais sensível aos metais de origem industrial (WANNAZ; PIGNATA, 2006). *T. aeranthis* também demonstrou sua capacidade bioacumuladora de metais (TADIELLO *et al.*, 2014).

Os resultados de Li e Zheng (2011) indicaram que a densidade dos tricomas, mais do que o tamanho dos tricomas em si, tem um grande efeito na capacidade das folhas de *Tillandsia* em reterem e acumularem os metais da atmosfera.

## CONCLUSÃO

A partir da revisão da literatura pode-se observar que, apesar de ser utilizada há anos por diversos autores e locais, e que a maior parte dos resultados são vantajosos com o uso das espécies do gênero *Tillandsia* como biomonitor da qualidade do ar, ainda há uma escassez na quantidade de pesquisas que abordam o tema, principalmente aquelas em que são feitas análises morfofisiológicas dos tecidos da planta, expandindo assim sua capacidade não apenas de bioacumuladora, mas também de biomarcadora, e deste modo podendo associar a quantidade de poluentes com os danos causados nas plantas.

É possível aprimorar cada vez mais as técnicas de análise para permitir que os dados computados possam servir como referência para a quantificação e o controle da poluição atmosférica, principalmente em locais onde o monitoramento do ar do modo convencional não é possível devido aos custos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, G. A. *et al.* Characterization of atmospheric emission sources of heavy metals and trace elements through a local-scale monitoring network using *T. capillaris*. **Ecol Indic**, v.40 p. 153–161, 2014.
- ALBUQUERQUE, C. R. *et al.* Utilização da bromélia *Tillandsia usneoides* L. no biomonitoramento da poluição atmosférica na região metropolitana de São Paulo – SP, Brasil. INAC 2013: **International Nuclear Atlantic Conference**, Recife, 2013.
- AMANCIO, C. T.; NASCIMENTO, L. F. Environmental pollution and deaths due to stroke in a city with low levels of air pollution: ecological time series study. **Sao Paulo Med J**, v. 132, n. 6, p. 353-358, 2014.
- AMADO FILHO, G. M., *et al.* Hg localization in *Tillandsia usneoides* L. (Bromeliaceae), an atmospheric biomonitor. **Atmos Environ**, v. 36, n. 5, p. 881- 887, feb., 2002.
- BENÍTEZ, A. *et al.* Lichens and bromeliads as bioindicators of heavy metal deposition in ecuador. **Diversity**, v. 11, n. 28, 2019.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

BERMUDEZ, G. M. A.; RODRIGUEZ, J. H.; PIGNATA, M. L. Comparison of the air pollution biomonitoring ability of three *Tillandsia* species and the lichen *Ramalinacelastris* in Argentina. **Environmental Research**, v. 109, n. 1, p. 6-14, jan. 2009.

BRAGA, B. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2005.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm)>. Acesso em 24 mar. 2020.

BRIGHIGNA, L. *et al.* The use of an epiphyte (*Tillandsia caput-medusae* morren) as bioindicator of air pollution in Costa Rica. **Sci Total Environ**, v. 198, p. 175-180, 1997.

BRIGHIGNA, L. *et al.* The use of tropical bromeliads (*Tillandsia* spp.) for monitoring atmospheric pollution in the town of Florence, Italy. **Rev. biol. trop**, San José v. 50, n. 2, june 2002.

CALASANS, C. F.; MALM, O. Elemental mercury contamination survey in a chlor-alkali plant by the use of transplanted Spanish moss, *Tillandsia usneoides* (L.). **Sci Total Environ**, v. 208, n. 3, p. 165-177, dec. 1997.

CARNEIRO, R. **Bioindicadores vegetais de poluição atmosférica: uma contribuição para a saúde da comunidade**. 2004. 169 p. Dissertação (Mestre em Enfermagem em Saúde Pública) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2004.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Evolução das concentrações de níquel, cádmio, arsênio e chumbo no material particulado na atmosfera de São Paulo (estação Cerqueira César)**. São Paulo: CETESB, 2015.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Poluentes**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/poluentes/>. Acesso em 27 mar. 2020.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Redes de monitoramento**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/redes-de-monitoramento/>. Acesso em: 27 mar 2020.

CHARDI, A. S. Biomonitoring potential of five sympatric *Tillandsia* species for evaluating urban metal pollution (Cd, Hg and Pb). **Atmos Environ**, v. 131, p. 352-359, apr. 2016.

CONAMA - Conselho Nacional Do Meio Ambiente. **Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018**. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>>. Acesso em 28 abr. 2020.

COSTA, F. C. B. *et al.* Espécies de *Tillandsia* L. (Tillandsioideae, Bromeliaceae) como bioindicadoras de poluição atmosférica. **CES REVISTA**, Juiz de Fora, v. 33, n. 1, 2019.

DE TEMMERMAN, L. D. *et al.* **Biomonitoring of air pollutants with plants – considerations for the future**. In: Urban air pollution, bioindication, and environmental awareness, Eds. Klumpp, A., Ansell, W & Klumpp, G. CuvillierVerlag, Gottingen, p. 337-373, 2004.

DRAGUNSKI, D. C. *et al.* Uso de bromeliáceas em biomonitoramento atmosférico. **Arq. Ciênc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 13, n. 3, p. 205-209, set./dez. 2009.

ECHEVERRY, D. M. *et al.* Magnetic biomonitoring as a tool for assessment of air pollution patterns in a tropical valley using *Tillandsia* sp. **Atmosphere**, v. 9, n. 283, 2018.

EVO, C. P. R. *et al.* Poluição do ar e internação por insuficiência cardíaca congestiva em idosos no município de Santo André. **Arq Bras Cienc Saude**, v. 36, n. 1, p. 6-9, 2011.

FERREIRA, G. G. P. S. **Medição do aporte atmosférico dos elementos-traço nos municípios de Campinas e Paulínia com auxílio da espécie vegetal *Tillandsia usneoides* (L.)**. 2011. 82 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Instituto de Geociência, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

FIGUEIREDO, A. M. G. *et al.* Assessment of atmospheric metallic pollution in the metropolitan region of São Paulo, Brazil, employing *Tillandsia usneoides* L. as biomonitor. **Environmental Pollution**, v. 145, n. 1, p. 279- 292, jan., 2007.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

FREITAS, E. J. **Caracterização do potencial bioindicador de bromélias epífitas *Tillandsia spp.* em áreas urbanizadas do município de Céu Azul, PR.** 2018. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

GEIGER, A.; COOPER, J. Overview of airborne metals regulations, exposure limits, health effects, and contemporary research. US: **Environmental Protection Agency**, 2010.

GIAMPAOLI, P. **Análises químicas e fisiológicas em plantas de *Aechmea fasciata* e *Tillandsia usneoides*: estudo de viabilidade para biomonitoramento de poluentes atmosféricos do polo Industrial de Paulínia, SP.** 2015. 119 p. Tese (Doutor em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) - Instituto de Botânica, São Paulo, 2015.

GOIX, S. *et al.* Transplantation of epiphytic bioaccumulators (*Tillandsia capillaris*) for high spatial resolution biomonitoring of trace elements and point sources deconvolution in a complex mining/smelting urban context. **Atmos Environ**, v. 80, p. 330-341, 2013.

GOUVEIA, N.; BREMNER, S. A.; NOVAES, H. M. D. Association between ambient air pollution and birth weight in São Paulo, Brazil. **J Epidemiol Public Health Rev**, v. 58, p. 11-17, 2004.

GOUVEIA, N. *et al.* Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no Município de São Paulo, Brasil. **Cad Saude Publica**, v. 22, n. 12, p. 2669-2677, 2006.

GOUVEIA, N. *et al.* Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte–Minas Gerais, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, p. 3773-3781, 2019.

HUERTOS, E. G.; ROMERO-BAENA, A. J. Contaminación de suelos por metales pesados. **Macla: revista de La Sociedad Española de Mineralogía**, n. 10, p. 48-60, 2008.

JUNIOR, A. N. M. *et al.* Tracking atmospheric dispersion of metals in Rio de Janeiro Metropolitan region (Brazil) with epiphytes as bioindicators. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, v.90, n.3, july/sept. 2018.



**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.

KÜNZLI, N. *et al.* Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. **The Lancet**, v. 356, n. 9232, p. 795-801, 2000.

LA CRUZ, A. R. H. *et al.* Air quality biomonitoring of trace elements in the metropolitan area of Huancayo, Peru using transplanted *Tillandsia capillaris* as a biomonitor. **An. Acad. Bras. Ciênc.**, Rio de Janeiro, v.92, n.1, apr. 2020.

LI, P.; ZHENG, G. Foliar trichome and atmospheric heavy metal accumulation of seven epiphytic *Tillandsia* species. In: **5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering**, Wuhan, p. 1-4, 2011.

MAKI, E.S. *et al.* Utilização de bioindicadores em monitoramento de poluição. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 3, n. 2, p. 169-178, 2013.

MATOS, E. P. *et al.* Análise espaço-temporal do efeito da poluição do ar na saúde das crianças. **Cad. Saúde Pública**, v. 35, n. 10, out. 2019.

MIRBAHAI, L.; CHIPMAN, J. K. Epigenetic memory of environmental organisms: a reflection of lifetime stressor exposures. **Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 764, p. 10-17, 2014.

MORAES, S. L. *et al.* Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 7, p. 1-16, 2019.

MURAMOTO, C. A. *et al.* **Qualidade do ar no estado de São Paulo**. Série Relatórios. São Paulo: CETESB, 2019.

NAGAJYOTI, P. C.; LEE, K. D.; SREEKANTH, T. V. M. Heavy metals, occurrence and toxicity for plants: a review. **Environ Chem Lett**, v. 8, p. 199-216, 2010.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

NOGUEIRA, C. L. **Avaliação da poluição atmosférica por metais na região metropolitana de São Paulo utilizando a bromélia *Tillandsia usneoides* L. como biomonitor.** 2006. 112 p. Tese (Doutorado em Ciência) - Instituto de pesquisas energéticas e nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PAUL, D. Research on heavy metal pollution of river Ganga: A review. **Annals of Agrarian Science**, v. 15, n. 2, p. 278-286, 2017.

PHILIPPI JÚNIOR, A. **Controle da qualidade do ar.** Barueri, SP: Manole, 2005.

PIAZZETTA, K. D. **Avaliação do potencial de *Tillandsia recurvata* (L.), L. Bromeliaceae, como bioindicadora da poluição atmosférica urbana.** 2015. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

PIGNATA, M. L. *et al.* Atmospheric quality and distribution of heavy metals in Argentina employing *Tillandsia capillaris* as a biomonitor. **Environmental Pollution**, v. 120, n. 1, p. 59-68, nov. 2002.

PITASSI, G. Q. *et al.* Quality study of the air at Sepetiba, Rio de Janeiro, Brazil, using *Tillandsia usneoides* L (Bromeliaceae) as biomonitor. INAC 2009: **International Nuclear Atlantic Conference**, Rio de Janeiro, 2009.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental.** Porto Alegre: Bookman, 2009.

SÃO PAULO. **Decreto nº 59.113, de 23 de abril de 2013.** Estabelece novos padrões de qualidade do ar e dá providências correlatas. Disponível em: <<https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/decreto/2013/decreto-59113-23.04.2013.html>>. Acesso em 24 mar. 2020.

SANTOS, L. B.; ALMEIDA, A. C.; GODOY, J. M. Alternative source apportionment in the surrounding region of a large steel industry applying *Tillandsia usneoides* as biomonitor. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 41, n. 1, jan. 2018.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

SANTOS, T. O. *et al.* Quantificação de elementos químicos associados ao tráfego de veículos em bromélias atmosféricas transplantadas na Região Metropolitana do Recife. **Scientia Plena**, v. 9, n. 8, 2013.

SCHRECK E. *et al.* *Tillandsia usneoides* as biomonitors of trace elements contents in the atmosphere of the mining district of Cartagena-La Union (Spain): New insights for element transfer and pollution source tracing. **Chemosphere**, v. 241, 2020.

SILVA, M. H. **O uso de *Tillandsia recurvata* (L.) L. como biomonitora de zinco (Zn) atmosférico na área urbana de Londrina, PR.** 2013. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

SILVA, A. M. C. *et al.* Material particulado originário de queimadas e doenças respiratórias. **Rev. Saúde Públ**, v. 47, n. 2, p. 345-352, jun. 2013.

TADIELLO, R. B. *et al.* Utilização de *Tillandsia aeranthos* como bioindicador de poluição atmosférica, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. **Revista Tecnológica**, Maringá, v. 23, p. 85-98, 2014.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

WANNAZ, E. D.; PIGNATA, M. L. Calibration of four species of *Tillandsia* as air pollution biomonitors. **J Atmos Chem**, v. 53, p. 185-209, 2006.

WANNAZ, E. D. *et al.* Assessment of heavy metal accumulation in two species of *Tillandsia* in relation to atmospheric emission sources in Argentina. **Sci Total Environ**, v. 361, p. 267-278, may 2006.

WOLTERBEEK, B. Biomonitoring of trace element air pollution: principles, possibilities and perspectives. **Environmental Pollution**, v. 120, n. 1, p.11-21, nov. 2002.

VETORAZZI, V. C. R. *et al.* Efeitos genotóxicos em tetrades de *Tradescantia pallida* var. *purpurea* (Commelinaceae) induzidos por poluentes atmosféricos na cidade de Joinville, Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 2, n. 5, p. 4647-4667, 2019.

**REITORIA ACADÊMICA**  
**ASSESSORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E EXTENSÃO**  
**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO À PRODUÇÃO**  
**CIENTÍFICA.**

**Estado do conhecimento sobre reversão de fibrilação atrial em equinos.**

*Estudante*

**Tuany Pires de CAMARGO**

*Professores orientadores*

**Leslie M. DOMINGUES FALQUEIRO**

*Coordenação do Curso*

**Leslie M. DOMINGUES FALQUEIRO<sup>1</sup>**

*Coordenadora de Pesquisa*

**Milena Fernandes MARANHO**

*Assessoria de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão*

**Alex Sandro Benetti DIAS**

*Reitor*

**Marcel Fernando Inácio CARDOZO**

Salto, SP, 2020

**RESUMO**

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia mais frequente, sendo uma das causas mais comuns de intolerância ao exercício em cavalos de alta performance. Existe uma carência de dados comprovados sobre as terapias instituídas, usualmente a utilização das drogas para tratar doenças cardíacas em equinos é baseada em dados de outras espécies. O objetivo do presente estudo foi reunir informações sobre terapias utilizadas para reversão da fibrilação atrial em equinos e avaliação dos resultados obtidos por meio da plataforma PubMed, buscando redigir sobre os pontos positivos e negativos dos métodos de tratamento instituídos. Com base no presente levantamento de dados o uso de Sulfato de Quinidina é o mais eficaz para cardioversão medicamentosa, bem como associações da droga à outras para reduzir os possíveis efeitos colaterais. A cardioversão elétrica transvenosa (TVEC) também se destacou demonstrando excelentes resultados inclusive em equinos que apresentavam fibrilação atrial de forma crônica, denotando uma taxa de sucesso superior a 95%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fibrilação Atrial-1; Equinos-2; Cardioversão-3;

## INTRODUÇÃO

A cardiologia vem conquistando espaço e importância na medicina veterinária, principalmente quando o assunto é esporte. Os problemas cardiovasculares são a terceira causa mais comum de intolerância ao exercício em equinos de alta performance, sendo uma das principais alavancas na queda de seu desempenho, representando assim, uma grande problemática. As alterações cardiovasculares são geralmente parte de um processo multifatorial, mas podem ser consideradas como consequências individuais no declínio de algumas performances. Dentre as doenças cardiovasculares, as arritmias cardíacas são de grande importância, principalmente em animais atletas. (REEF. 2001; YONEZAWA, et al. 2014; DINIZ. 2011).

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia mais comum em equinos, tendo como fatores predisponentes o tônus vagal elevado no repouso e a ampla massa atrial, outro fator contribuinte é a depleção de potássio, estando muitas vezes associada com a administração de diuréticos ou pela perda excessiva através do suor durante atividade física. Equinos também podem apresentar a FA de forma assintomática sem alterações na frequência cardíaca. (PATTENSON, 2002; REEF, 2001; MARR, 2010; YONEZAWA, et al. 2014).

A fibrilação atrial (FA) é identificada na auscultação, tendo o seu diagnóstico definitivo realizado através de um eletrocardiograma (ECG). No ECG é representada pela ausência de ondas P ou substituição por pequenas ondas F, com um intervalo RR irregular, contudo, o complexo QRS frequentemente não sofre alterações. Quando apresentaram alterações no complexo QRS, ao serem submetidos ao estresse físico, demonstraram variações desarmônicas na onda T, afetando não apenas seu rendimento, mas representando um enorme risco de colapso ao paciente. (VANLOON, 2018; MATHIAS, 2013).

O eletrocardiograma (ECG) é o registro dos fenômenos elétricos que se originam durante a atividade cardíaca, por meio de um eletrocardiógrafo, através das correntes elétricas derivadas de dois eletrodos. (RAMOS, P. A. et al, 2007). Segundo Belgrave (1990), o eletrocardiograma é o método diagnóstico mais adequado para a confirmação de arritmias, sendo um recurso de avaliação utilizado com facilidade a campo, tendo resultado imediato e de baixo custo, sendo indicado também em situações de suspeita arritmica durante exame clínico como de forma preventiva em exames de compra, riscos cirúrgicos e avaliações de condicionamento físico.

O tratamento da FA pode ser realizado através do uso de fármacos antiarrítmicos, definidos por Spinosa (2002) como medicamentos capazes de controlar e/ou suprimir arritmias, datado com maior frequência o sulfato de quinidina (QS), flecainida e amiodarona, ou através de métodos não farmacológicos como a execução da técnica de cardioversão elétrica. Ambos os fármacos e até mesmo os tratamentos terapêuticos alternativos apresentaram excelentes resultados já relatados em inúmeros estudos, como também denotaram reações adversas graves e a morte de pacientes durante os tratamentos. Contudo, o autor McGurrin, estima em sua publicação que o sucesso da conduta muitas vezes está relacionado com o caso clínico presente pelo paciente ou pela eficiência da técnica empregada pelo médico responsável.

## **DISCUSSÃO E RESULTADOS.**

Doenças cardíacas em cavalos estão sendo tratadas com maior frequência, mas que existe uma carência de dados comprovados sobre as terapias instituídas, comumente a utilização das drogas para tratar doenças cardíacas é baseada em dados de outras espécies; Estudos disponíveis frequentemente avaliam apenas um pequeno número de cavalos, impossibilitando a previsão de efeitos adversos idiossincráticos, outro ponto a levar em consideração é que muitos estudos são realizados em cavalos saudáveis, submetidos à prévia indução de fibrilação atrial. (SLEEPER, 2017).

Buhl, em seu estudo confirma a prejudicialidade da FA ao desempenho atlético caracterizando uma diminuição da velocidade, elevação da frequência cardíaca (FC) e conclui que, cavalos que apresentam FA possuem esta capacidade limitada ao exercício devido a diminuição do débito cardíaco secundário à diminuição da contração atrial, taquicardia e ritmo irregular, desta forma, quantificaram uma redução de velocidade de aproximadamente 12%, valor curiosamente equivalente à estudos em paciente humanos com FA, o qual relataram até 15%. Em cavalos atletas, a redução do desempenho em relação ao exercício ocorre em consequência à um déficit na captação de oxigênio, o autor sugere a elevação da FC, como possível mecanismo compensatório, mantendo o débito cardíaco suficiente durante o exercício devida a falta de contração atrial ocasionada pela FA, contudo, contesta sua própria sugestão, com base em seus resultados, onde demonstra velocidade máxima (Vmax) diminuída, portanto a taquicardia não parece ser totalmente compensatória para manter a

oxigenação adequada durante o exercício, tornando-se clara a incerteza sobre a elevação da FC ser ou não um recurso adaptativo de resposta benéfica ao aumento das demandas físicas.

O autor VanLoon, escreve sobre a necessidade de um tratamento de suporte presente para reduzir a frequência cardíaca (FC), elevar a função contrátil e função cardíaca em pacientes que apresentam quadros de FA, sugere como opção a administração de digoxina, que é descrita pelo autor McGurrin, como método de controle da frequência ventricular na FA., diurético, inibidores da enzima de conversão da angiotensina exclusivamente para as causas sintomatológicas. Segundo Pferdemedizin, quanto maior o tempo de persistência de uma FA, menor o sucesso terapêutico e maiores são os riscos de uma recidiva, em contrapartida, VanLoon ressalta que o paciente não deve ser submetido a terapia de FA nos primeiros dias após o relato do quadro, evitando possíveis causas paroxísticas, definida pelo autor como “Paroxysmal AF”, as quais apresentam reversão espontânea em até 5 dias, sendo assim, os mesmos devem ser direcionados a exames complementares como bioquímico sanguíneo e eletrólitos, excreção fracionada de potássio, ecocardiografia e ECG em repouso e durante atividade física objetivando predisposições para que sejam direcionado a um tratamento adequado. O autor Klinik für Pferdemedizin confirma as informações dispostas por vanLoon, afirmando ineficiência de uma cardioversão nas primeiras 24h a 48h, onde possíveis causas estimulantes, encontram-se relacionadas diretamente a presença do quadro, e a conversão espontânea ainda pode ocorrer, orientando o monitoramento do paciente.

Segundo Van Loon, a existência de uma possível contribuição genética é válida, onde estudos apontam uma maior casuística de FA em determinadas raças. M. Kraus et al. desenvolveram um trabalho sobre a herdabilidade da fibrilação atrial, confirmando a teoria proposta por Van loon. Através de um levantamento de dados concluíram que grande maioria dos indivíduos tratados no presente estudo partilhavam da mesma linhagem, adjunto de uma maior incidência em cavalos machos jovens.

Um estudo realizado por Heliczzer, relata o caso de um garanhão que chegou ao hospital para coleta de sêmen, sem apresentar sintomatologia alguma, no eletrocardiograma de avaliação foi descoberta a fibrilação atrial, o paciente foi encaminhado para cardioversão elétrica transvenosa (TVEC) e após quatro choques elétricos converteu ao ritmo sinusal normal, um ECG contínuo de 72 horas, realizado para monitoração do paciente pós cardioversão, revelou corridas ocasionais de taquicardia atrial / flutter atrial e frequentes despolarizações prematuras supraventriculares únicas (SVPDs), durante a avaliação do caso realizaram um estudo de viabilidade do sêmen e do volume ejaculado, concluindo que não há alteração neste segmento. A cardioversão elétrica transversa é um método alternativo com alta taxa de sucesso e com gradual aceitação de uso em casos de FA, mesmo em quadros crônicos, apresenta uma taxa de sucesso superior a 95%, nos casos submetido a terapia, convertendo cavalos que não obtiveram melhoras durante a terapia a base de QS, além de evitar efeitos adversos e de riscos associados a drogas rítmicas. O procedimento demanda materiais e profissionais especializados, além de submeter o paciente a anestesia geral. (VANLOON,2018). McGurrin relata a eficiência do TVEC como método alternativo em

casos que terapias medicamentosas não surtiram os efeitos desejáveis ou apresentaram respostas adversas ao tratamento, bem como citado acima, afirma uma eficácia superior a 98%, segundo o autor o sucesso da conduta está relacionado com o caso clínico presente e pela técnica empregada, como exemplo o posicionamento dos eletrodos, contudo, pode haver incoerência dos resultados, relacionados a raça, peso do paciente e duração da FA. A cardioversão em cavalos jovens que não apresentam alterações cardíacas subjacentes como valvopatia avançada e dilatação atrial grave são melhores sucedidas, enquanto cavalos que apresentam tais alterações são classificados como maus candidatos a conduta terapêutica de cardioversão. Marly-Voquer, relata que durante a TVEC, quando os choques elétricos são aplicados, o débito cardíaco e a pressão arterial são instáveis, no entanto, durante a anestesia o fornecimento de oxigênio aos músculos deve ser mantido para garantir uma recuperação segura dos pacientes, o uso de dexmedetomidina diminui a demanda de oxigênio dos tecidos periféricos e aumenta a tolerância dos tecidos às lesões isquêmicas, apesar da diminuição do débito cardíaco, a autora considera isso um benefício adicional do uso de dexmedetomidina durante a TVEC em equinos.

Em um estudo sobre os resultados da administração da Flecainida (antiarritmico de classe I) para reversão de FA, a autora Carstensen et al. denota determinada qualidade na administração, induzida em quadros de FA de curto prazo, contudo, enaltece a cautela diante o uso do medicamento, pois mesmo monitorado, predispôs um dos pacientes ao quadro de parada cardíaca e morte após administração. Van loon também cita o uso administrativo de flecainida, IV ou oral, em casos de FA, e conclui que o uso do medicamento predispõe a quadros de arritmias ventriculares perigosas principalmente em casos crônicos e agudo de FA, relatando mortes súbitas após o tratamento. O autor McGurrin também cita o uso de Flecaínida, relata de uma melhora significativa porém de curta duração, descreve a eficácia do tratamento clínico oral de um paciente, entretanto, apresentou efeitos colaterais como QRS prolongado e desconforto abdominal, o uso do medicamento não demonstrou os efeitos desejados por via intravenosa e seu paciente também apresentou graves arritmias, o autor também ressalta a importância da consideração cuidadosa sobre os possíveis efeitos adversos do medicamento antes de considerá-lo como método terapêutico, Hesselkilde et al. em contrapartida relata que a flecaínida teve ótimos resultados, apresentando redução da frequência da fibrilação atrial induzida, em poucos minutos, o estudo aponta a validade do cavalo como modelo para a FA humana.

Takahashi et al. realizou um estudo de comparação sobre a eficácia da quinidina e da flecaínida no tratamento de fibrilação atrial, de início recente em cavalos de corrida. Houve uma diferença significativa na taxa de cardioversão usando somente a quinidina (91% [71/78]), em comparação do uso somente da flecaínida (41% [12/29]), onde taxa de conversão após a adição da quinidina ao tratamento foi de 82% (14/17), portanto o autor conclui que o tratamento com flecaínida foi menos eficaz que o tratamento com quinidina, mas a frequência de complicações não diferiu entre os fármacos. O autor McGurrin aponta a quinidina como método farmacológico de escolha terapêutica para FA, a qual segue a mais de 60 anos de estudos prevalecendo com uma taxa de sucesso em 88% dos casos em cavalos tratados com o



medicamento. Os possíveis efeitos colaterais do tratamento com QS apontados são: edema nasal, depressão, cólica, diarreia e laminite, hipotensão, prolongamento do QRS e QT, taquicardia supraventricular e ventricular (TV), colapso e morte. Caso paciente apresente toxicidade, o autor orienta a administração de bicarbonato de sódio intravenoso com administração (1 mEq/ kg) reduzindo assim as concentrações plasmáticas livres de QS. Durante o tratamento QS, alguns cavalos podem desenvolver subitamente taxas de resposta ventricular muito altas, geralmente de origem supraventricular. (VANLOON, 2018). McGurrin também descreve a relação dos efeitos colaterais com a dose administrada, e afirma que as reações adversas podem ser evitadas com as devidas doses do medicamento, e ressalta que a medicação deve ser interrompida se a frequência cardíaca exceder 80 bpm ou se a duração do complexo QRS exceder 120% da sua linha de base no eletrocardiograma, também aponta como alternativa o uso da digoxina adjunto à terapia de quinidina pois a resposta da frequência cardíaca se apresenta de forma controlada, e o tratamento pode continuar, contudo, os dois medicamentos competem pelos sítios de ligação e proteínas de transporte, dando espaço para sobrecarga de dosagem, tornando-se importante tomar cuidado com as doses para administração. Pferdemedizin, cita o uso associado de QS com o método de cardioversão elétrica como sua conduta terapêutica e conclui dizendo que outros métodos farmacológicos não são recomendáveis, e apresentam graves efeitos colaterais. Lotstra, R.J em seu estudo retrospectivo com base no uso de Sulfato de Quinidina, afirma que a associação da droga com digoxina, proporcionou maiores taxas de conversão.

Amiodarona (antiarrítmico de classe III) demonstrou moderada eficácia durante o tratamento de FA crônica, segundo McGurrin, cerca de 60% dos cavalos submetido ao tratamento obtiveram inicialmente melhoras clínicas, contudo, demonstrou efeitos colaterais como elevação dos índices hepáticos, fraqueza nos membros anteriores e em 33% dos pacientes submetidos a administração do medicamento, fora relatada diarreia grave à administração prolongada do medicamento (36h), levando a conclusão do autor que o medicamento deve ser administrado de forma e duração limitada. A amiodarona também foi usada em associação com a cardioversão elétrica para reduzir risco de recorrência precoce da FA após esse procedimento em alguns casos, trazendo resultados positivos. VanLoon retrata o uso da amiodarona, como método menos eficiente em comparação ao QS, entretanto, válido e apresenta bons resultados para cavalos que demonstram efeitos adversos tóxicos a ao QS, ou quando o tratamento oral com o mesmo não pode ser administrado. O Autor Pferdemedizin alega que mesmo na ausência de dados científicos disponíveis para cavalos, a terapia antiarrítmica crônica a base de Sotalol (antiarrítmico de classe III), como potencial eficiência na redução no índice de recidivas em quadros de FA, em contrapartida o autor McGurrin o tratamento com sotalol não apresentou significância clínica mínima durante o tratamento.

O autor McGurrin declara em sua publicação, um bom prognóstico para o retorno de desempenho total do paciente, o cavalo com FA isolada é considerado clinicamente normal. O autor estima uma taxa de recidivas ao redor de 15% a 20%, onde a duração da FA tem influência direta sobre o índice de recorrências, bem como o grupo de tratamento, uma elevada taxa de recidivas foram relatadas em cavalos que apresentavam um período mais

prolongado de FA ou às quais estavam associadas a doenças cardíacas subjacentes. As taxas de recidivas em pacientes tratados com quinidina e a TVEC são consideradas similares, o cavalo deve permanecer em repouso até que todas as funções elétricas e mecânicas se reestabeleçam. Incidentes envolvendo colapsos durante exercícios de alta intensidade em cavalos, foram recentemente observados e relatados, deixando um questionamento, se os cavalos que apresentam quadros de FA devem ser considerados seguros para fins de equitação, o autor recomenda a retirada de cavalos com FA quando a FC excede 220 bpm durante atividade, ou na presença de arritmias ventriculares durante exercício. (BUHL ET AL.,2018).

É de conclusão notória que, o método terapêutico adotado é de escolha única e exclusiva do Médico Veterinária responsável, independentemente, todos os autores trabalham em prol da vida, exercendo aquilo que demonstra o mais adequado diante de cada caso. O presente trabalho exerce finalidade informativa e traz consigo minucioso aprofundamento literário de obras e relatos de autores estrangeiros, os quais descreveram suas experiências e observações positivas e negativas de seus métodos de escolha adotados, sejam eles a base de terapias convencionais ao uso de antiarrítmicos ou procedimentos não farmacológicos. Portanto, após revisão literária e estudos realizados, é perceptível que, métodos terapêuticos a base de drogas antiarrítmicas, mais precisamente, o uso da Quinidina, ganharam grande destaque nos últimos anos de pesquisas e práticas ativas, a qual alcançou inúmeros autores descrevendo elevada taxa de êxito em pacientes que foram submetidos, tratados e obtiveram a cardioversão. Algorismos significativamente relevantes e extremamente similares ao método não farmacológico de maior citação e referências encontradas nas obras, o procedimento de Cardioversão Elétrica (TVEC), observado número conceituado de destaque que excedeu sucesso superior a 95% dos cavalos submetidos ao tratamento.

## REFERÊNCIAS

BELGRAVE, J.O.S. **A case of atrial fibrillation with congestive heart failure.** Equine Vet. Educ. 2:2-4. 1990.

BUHL, R., CARSTENSEN, H., HESSELKILDE, E. Z., KLEIN, B. Z., HOUGAARD, K. M., RAVN, K. B., ... & JESPERSEN, T. **Effect of induced chronic atrial fibrillation on exercise performance in Standardbred trotters.** Journal of veterinary internal medicine, 32(4), 1410-1419. 2018.

CARSTENSEN, H., HESSELKILDE, E. Z., FENER, M., LOFT-ANDERSEN, A. V., FLETHOJ, M., KANTERS, J. K., ... & BUHL, R. **Time-dependent antiarrhythmic effects of flecainide on induced atrial fibrillation in horses.** Journal of veterinary internal medicine, 32(5), 1708-1717. 2018.

DINIZ, M. P; MACHIMA, L. E. S; FERNANDES, W. R. **Estudo eletrocardiográfico de equinos de salto sadios.** Pesquisa Veterinária Brasileira 31(4):355-361, 2011.

**Itu I**

R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**

Rua do Patrocínio, 716  
13300 200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**

Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

HELICZER, N., MITCHELL, K., LORELLO, O., DAUVILLIER, J., BURGER, D., SCHWARZWALD, C. C., & de SOLIS, C. N. **Atrial fibrillation management in a breeding stallion.** *Journal of veterinary cardiology*, 19(3), 299-307. 2017.

HESSELKILDE, E. Z., CARSTENSEN, H., HAUGAARD, M. M., CARLSON, J., PEHRSON, S., JESPERSEN, T., ... & PLATONOV, P. G. **Effect of flecainide on atrial fibrillatory rate in a large animal model with induced atrial fibrillation.** *BMC cardiovascular disorders*, 17(1), 289. 2017.

KRAUS, M., PHYSICK-SHEARD, P. W., BRITO, L. F., & SCHENKEL, F. S. **Estimates of heritability of atrial fibrillation in the Standardbred racehorse.** *Equine veterinary journal*, 49(6), 718-722. 2017.

KRAUS, M., PHYSICK-SHEARD, P., BRITO, L. F., SARGOLZAEI, M., & SCHENKEL, F. S. **Marginal ancestral contributions to atrial fibrillation in the Standardbred racehorse: Comparison of cases and controls.** *PloS one*, 13(5). 2018.

LOTSTRA, R.J.; VAN DEN BROEK, J.; POWER, T.; MARR, C.M.; WIJNBERG, I. D. **RETROSPECTIVE OBSERVATIONAL STUDY ON THE OUTCOME OF MEDICAL TREATMENT OF ATRIAL FIBRILLATION.** *British Equine Veterinary Association Congress*. 2015.

MARLY-VOQUER, C. ; SCHWARZWALD, C. C.; BETTSCHART-WOLFENSBERGER, R. **The use of dexmedetomidine continuous rate infusion for horses undergoing transvenous electrical cardioversion—A case series.** *The Canadian Veterinary Journal*, v. 57, n. 1, p. 70, 2016.

MARR, C. M; BOWEN, M. **Dysrhythmias: assessment and medical management.** *Cardiology Of The Horse*, 2, 165-171. 2010.

MATHIAS, H. F. **Fibrilhação Atrial em Equinos.** 2013.

MCGURRIN, M. K. J. **The diagnosis and management of atrial fibrillation in the horse.** *Veterinary Medicine: Research and Reports*, v. 6, p. 83, 2015.

PATTESON, M. **Cardiac arrhythmias.** *Equine Cardiology* 1, 216-227. 1996.

RAMOS, A. P; SOUSA, B. S. **Eletrocardiograma: princípios, conceitos e aplicações.** *Centro de Estudos de Fisiologia do Exercício*, 2007.

REEF, V.B. **Cardiovascular problems associated with poor performance**, p.381-410. In: Robinson N.E. (Ed.), *Current Therapy in Equine Medicine* 3rd ed. W.B. Saunders, London. 1992.

SCHWARZWALD, C. C. **Herzerkrankungen beim Sportpferd: Aktuelle Empfehlungen des 2014 ACVIM/ECEIM Consensus Statement.** *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, p. 677-689, 2016.

SLEEPER, M. M. **Equine cardiovascular therapeutics.** *Veterinary Clinics: Equine Practice*, v. 33, n. 1, p. 163-179, 2017.

SPINOSA, H. de S; GÓRNIAC, S. L; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária.** 2002.

TAKAHASHI, Y.; ISHIKAWA, Y.; OHMURA, H. **Treatment of recent-onset atrial fibrillation with quinidine and flecainide in Thoroughbred racehorses: 107 cases (1987–2014).** *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 252, n. 11, p. 1409-1414, 2018.

**Itu I**  
R. Madre Maria Basília, 965  
13300 903 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Itu II**  
Rua do Patrocínio, 716  
13300 200 Itu SP  
T 55 11 4013 9900

**Salto**  
Pç. Antônio Vieira Tavares, 153  
13320 219 Salto SP  
T 55 11 4028 8800

VANLOON. G. **Cardiac arrhythmias in horses**. Vet clin equine. 2018.

YONEZAWA, L. A.; DE SOUZA BARBOSA, T.; KOHAYAGAWA, A. **Eletrocardiograma do equino**. Revista de Ciências Agroveterinárias, 13(1), 84-93, 2014.