

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC  
UNIDADE ACADÊMICA DE HUMANIDADES, CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO  
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

**MARCIO CORREA ALVES**

**MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) COMO  
ESPÉCIES SENTINELAS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE**

**CRICIÚMA, SC**

**2016**

**MARCIO CORREA ALVES**

**MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) COMO  
ESPÉCIES SENTINELAS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para  
obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências  
Biológicas – Bacharelado da Universidade do Extremo  
Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Jairo José Zocche.

**CRICIÚMA, 2016.**

**MARCIO CORREA ALVES**

**MORCEGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) COMO  
ESPÉCIES SENTINELAS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para  
obtenção do Grau de Bacharel no Curso de Ciências  
Biológicas – Bacharelado da Universidade do  
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Jairo José Zocche.

**Criciúma, 22 de Junho de 2016.**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Jairo José Zocche – Pós-Doutor em Biologia da Conservação (UNESC) -  
Orientador

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Ricardo Aurino de Pinho – Pós-Doutor Sênior (UNESC).

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Rohr – Doutora em Genética e Biologia Molecular (UNESC).

*A todos que de alguma forma fizeram parte deste trabalho contribuindo para o seu desenvolvimento e aos meus Pais – Adão e Zilda.*

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus amigos e irmãos em espírito, aos amigos e colegas de faculdade pelo companheirismo nessa jornada de estudos, lutas, noites adentro mal dormidas. E por todos os esforços gastos, durante esses anos de estudo. Amigos que muito me deram apoio e incentivo para continuar essa trajetória buscando uma melhor formação e aprimorando meus conhecimentos, para a vida profissional e pessoal.

Aos meus irmãos de sangue que sempre me apoiaram, em muitos momentos em que desanimei e pensei em desistir, até mesmo da graduação, mas que continuaram ali me servindo de base e dando todo o apoio quando precisei. E que, ao mesmo tempo, sempre se espelharam na minha pessoa como exemplo, muitas vezes como base de apoio também.

Aos meus pais que amo muito, que apesar de não possuírem muito fizeram tudo o que estava ao seu alcance para dar uma boa base, uma educação e orientações para a vida, nos ensinando os caminhos a serem seguidos, para sermos pessoas boas.

Ao meu Orientador, pelos conhecimentos passados na escrita do Trabalho de Conclusão de Curso e em sala de aula, nas disciplinas ministradas. E por todo o apoio e atenção disponibilizados para o projeto desde o início.

E a Deus por me dar a Vida.

**Obrigado!**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu Orientador por tudo em que me auxiliou e me passou em conhecimentos e também ao Prof. Dr. Fernando carvalho (Tomate), pelos conhecimentos passados na sala de aula, pelos puxões de orelha em sala e nas saídas a campo e, em especial, meu agradecimento pelas capturas de espécimes para a realização deste trabalho e auxílio na metodologia.

A Giulia dos Santos Pedroso pela disponibilização de amostras de tecidos de quirópteros para a realização deste estudo.

Agradeço ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul pela parceria na leitura das análises de elementos químicos por meio da técnica de PIXE.

Agradeço a Deus, pela esperança, e fé e pelas oportunidades as quais me foram dadas, onde aprendo e continuo aprendendo, com a minha família, com meus amigos, entre as pessoas que me rodeiam e que chegam até eu pedindo um auxílio ou uma palavra de ajuda ou para também de dar conselhos ou uma palavra de conforto, com tudo isso estou aprendendo com sabedoria e ganhando experiência para a Vida.

**Meu Muito obrigado!**

*“O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano. Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre os ombros de gigantes.”*

*Isaac Newton.*

*“Para os crentes, Deus está no princípio das coisas e para os cientistas, no final de toda a reflexão.”*

*Max Planck.*

## RESUMO

A mineração é considerada uma fonte de poluição e devido sua natureza transformadora do ambiente. A extração de carvão no Sul de Santa Catarina teve início há mais de 100 anos, tomou impulso por volta de 1940 com a mecanização das minas subterrâneas. Devido à disposição de forma inadequada dos resíduos da mineração e à ocorrência de poeiras fugitivas geradas na extração e beneficiamento do carvão, contribuiu para degradação da qualidade dos ecossistemas regionais. Objetivo deste trabalho foi analisar o conteúdo total de elementos químicos nos pulmões e fígado de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818); *Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810), com vistas à utilização dos mesmos como espécies sentinela da saúde de morcegos frugívoros na Bacia Carbonífera Catarinense. Os animais foram capturados na Bacia carbonífera Catarinense, sul de Santa Catarina (área minerada) e na Reserva Particular do Patrimônio Salto Morato, no litoral norte do Paraná (controle). O conteúdo de elementos químicos foi determinado segundo a técnica PIXE. Os conteúdos de Na, Cl, K, Cu, Br e Rb nos pulmões de *A. lituratus* na BCC foram significativamente maiores do que o seu controle, ocorrendo o mesmo para *S. lilium* em relação a Na, Cl, Ca, Fe e Br. O conteúdo de quatro elementos (Mg, Ca, Cu e Rb) foi mais elevado nos pulmões de *A. lituratus* do que nos pulmões de *S. lilium*, enquanto que o conteúdo de seis elementos (Na, Cl, K, Fe, Zn e Br) foi mais elevado nos pulmões de *S. lilium* do que nos pulmões de *A. lituratus*. Em relação aos conteúdos no fígado foi verificado que em *A. lituratus* os elementos químicos Na, P, S, Cl, K, Fe e Br foram significativamente superiores na BCC, quando comparados com seu respectivo controle, ocorrendo o mesmo para *S. lilium*, em relação a Na, Cl, K e Zn. Ao ser comparado o conteúdo total de cada elemento entre os órgãos da mesma espécie na BCC foi verificado que *A. lituratus* evidenciou concentrações significativamente mais elevadas nos pulmões do que no fígado para Na, Cl, Ca, Fe, Cu e Br, enquanto que *S. lilium* concentrou conteúdos significativamente mais elevados de Na, Si, Cl, K, Ca, Fe e Br nos pulmões em comparação com o fígado e Mg, S, Cu e Zn em concentrações significativamente mais elevadas no fígado em comparação com os pulmões. Os resultados, deste estudo evidenciam que os morcegos, quando expostos cronicamente ao ambiente enriquecido com elementos químicos em suspensão na atmosfera, acumulam de modo geral teores mais elevados de elementos químicos nos pulmões do que no fígado sugerindo que as espécies estudadas podem ser utilizadas como espécies sentinelas.

**Palavras-chave:** *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), *Sturnira lilium* (É. Geoffroy, 1810), Bioindicadores, Carvão Mineral, Elementos Químicos, PIXE, Bioacumulação.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Localização da Bacia Carbonífera Catarinense – BCC, no sul do estado de Santa Catarina.....13
- Figura 2 – Localização das áreas de coleta dos animais: 1 – Salto Morato (controle), município de Guaraqueçaba, PR e; 2 - Bacia Carbonífera Catarinense, município de Criciúma, SC.....19
- Figura 3 - Exemplar de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), mostrando a listras brancas faciais e a folha nasal, marcas características da espécie.....21
- Figura 4 – Exemplar de *Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810), evidenciando as principais características para a identificação da espécie, como a presença de verrugas em forma de meia lua no lábio inferior e a coloração típica.....21

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Conteúdo médio $\pm$ incerteza média ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ base peso seco) de elementos químicos nos pulmões de duas espécies de morcegos frugívoros no sul do Brasil. Onde: BCC = Bacia Carbonífera Catarinense, SC e; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato, PR (área controle)..... | 24 |
| Tabela 2 - Conteúdo médio $\pm$ incerteza média ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ base peso seco) de elementos químicos no fígado de duas espécies de morcegos frugívoros no sul do Brasil. Onde: BCC = Bacia Carbonífera Catarinense, SC e; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato, PR (área controle).....   | 26 |
| Tabela 3 - Conteúdo médio $\pm$ incerteza média ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ base peso seco) de elementos químicos no pulmão e no fígado de duas espécies de morcegos frugívoros na Bacia Carbonífera Catarinense, SC.....  | 27 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>AMREC</b>                | Associação dos Municípios da Região Carbonífera                       |
| <b>ANEEL</b>                | Agência Nacional de Energia Elétrica                                  |
| <b>BCC</b>                  | Bacia Carbonífera Catarinense   |
| <b>CBVM</b>                 | Conselho Brasileiro de Medicina Veterinária                           |
| <b>CETEM</b>                | Centro de Tecnologia Mineral  |
| <b>CEUA</b>                 | Comissão de Ética em Usos de Animais                                  |
| <b>CID</b>                  | Código Internacional de Doenças                                       |
| <b>COBEA</b>                | Colégio Brasileiro de Experimentação Animal                           |
| <b>CONAMA</b>               | Conselho nacional do Meio Ambiente                                    |
| <b>DAM</b>                  | Drenagem Ácida da Mina  |
| <b>DNA</b>                  | Ácido desoxirribonucleico (ou ADN em Português)                       |
| <b>DNPM</b>                 | Departamento Nacional Produção Mineral                                |
| <b>EPA</b>                  | Environmental Protection Agency (Agência de Proteção Ambiental - EUA) |
| <b>IBGE</b>                 | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística                       |
| <b>LAFIBE</b>               | Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do Exercício                   |
| <b>MP</b>                   | Material Particulado  |
| <b>MP<sub>&gt;10</sub></b>  | Material Particulado maior que 10 µm                                  |
| <b>MP<sub>&lt;10</sub></b>  | Material Particulado menor ou igual a 10 µm                           |
| <b>MP<sub>&lt;2,5</sub></b> | Material Particulado menor ou igual a 2,5 µm                          |
| <b>PIXE</b>                 | Produção de raios-X induzida por íons                                 |
| <b>RAIO-X</b>               | Emissões eletromagnéticas de natureza semelhante à luz visível        |
| <b>ROM</b>                  | <i>Run of Mine</i> do Inglês (produção bruta/ minério bruto)          |
| <b>RPPN</b>                 | Reserva Particular do Patrimônio Natural                              |
| <b>SISBIO</b>               | Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade                 |
| <b>TMB</b>                  | Taxas de Metabolismo Basal  |
| <b>WHO</b>                  | World Health Organization (Organização Mundial da Saúde - OMS)        |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | <b>12</b> |
| <b>2. OBJETIVOS</b> .....   | <b>18</b> |
| 2.1 Objetivo geral.....   | 18        |
| 2.2 Objetivos específicos.....  | 18        |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....   | <b>19</b> |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO.....  | 19        |
| 3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS .....   | 19        |
| 3.3 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA E DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS .....             | 20        |
| 3.4 PROTOCOLO DE CAPTURA E OBTENÇÃO DE AMOSTRAS DOS MORCEGOS... ..                | 22        |
| 3.5 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE ELEMENTOS QUÍMICOS..... | 22        |
| 3.6 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....                            | 23        |
| <b>4. RESULTADOS</b> .....  | <b>24</b> |
| <b>5. DISCUSSÃO</b> .....   | <b>28</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO</b> .....   | <b>34</b> |
| REFERÊNCIAS .....   | 35        |
| <b>7. ANEXOS</b> .....  | <b>48</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

Atividades antrópicas como a mineração, urbanização desordenada, queima de combustíveis fósseis, processamento industrial, fundição, uso de pesticidas e fertilizantes na agricultura e pecuária disponibilizam elevadas concentrações de elementos químicos no ambiente (ZHUANG et al., 2009, CAO et al., 2014, ZHENG, WANG, ZHENG, 2007, SHI et al., 2011, LI et al., 2006) agravando os problemas ambientais (BARBOZA, 1995).

A mineração é considerada uma fonte de poluição, devido sua natureza transformadora. Quando comparada a outras fontes de degradação do ambiente conclui-se que a mesma provoca a degradação de intensas áreas onde se encontra instalada, principalmente quando executada de maneira irresponsável (FERNANDES, 2005). Mesmo sob condições de controle ambiental é considerada uma das atividades humanas que mais causam impacto à paisagem, ao clima, à água, ao solo, à vegetação natural, à fauna e ao homem (GRIFFITH, 1980).

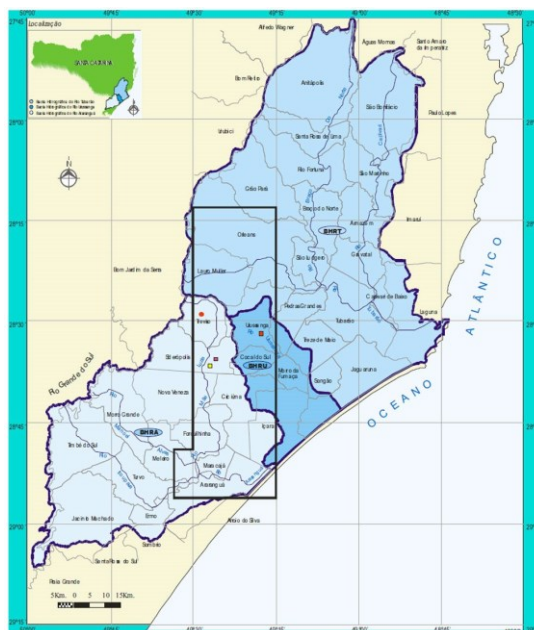
Os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul detêm conjuntamente 99,8% das reservas carboníferas do País (DNPM, 2004 apud BORGES, 2013, DNPM, 2008). A Bacia Carbonífera Catarinense (BCC) está localizada no sudeste do estado de Santa Catarina, abrange 1850 km<sup>2</sup> e ocupa uma faixa entre os paralelos 28°48'25'' e 28°23'54'' e meridianos 49°33'38'' e 49°15'11'' de 95 km de comprimento e 20 km de largura (Figura 1) (HORBACH et al., 1986, DNPM, 2007, apud TEIXEIRA, 2013).

A extração de carvão na BCC teve início há mais de 100 anos e a degradação ambiental sofreu incremento após a Segunda Guerra, com a mecanização das minas subterrâneas e intensificação da exploração, a partir da década de 1970 com crise do petróleo (ZIM-ALEXANDRE, 1999). Desde então a atividade vem alterando física, química e biologicamente os ecossistemas associados às áreas de mineração (ZIM-ALEXANDRE, 1999, CETEM, 2001a, b, SOUZA, 2005) comprometendo diretamente os recursos bióticos e abióticos (COSTA, ZOCHE, ZOCHE-DE-SOUZA, 2007, ZOCHE-DE-SOUZA et al., 2007) e resultando em cerca de 5.500 ha de áreas degradadas (LOPES, SANTO, GALATTO, 2009).

A exploração do carvão gera quantidades significativas de rejeitos potencialmente poluidores (ZOCHE, 2008) que são geralmente acumulados a céu aberto ou em depósitos

controlados, contribuindo para a oxidação da pirita, solubilização e lixiviação de metais pesados no solo e gerando a drenagem ácida de mina (DAM) (FERREIRA et al., 2003). Além disso, promove a poluição do ar, resultando na produção de  $SO_x$  e  $NO_x$ , que ocorre principalmente como consequência do manuseio de material particulado, da combustão espontânea que ocorre nos depósitos do rejeito e da geração energia termoelétrica, (CETEM, 2001a,b, ANEEL, 2012).

Figura 1 – Localização da Bacia Carbonífera Catarinense – BCC, no sul do estado de Santa Catarina.



Fonte: Justiça Federal de Santa Catarina, 2013.

A drenagem ácida de mina desencadeia reações de oxidação com produção de íons  $H^+$  e a liberação de  $Fe^{+2}$  (ZIM-ALEXANDRE, 1999). Há áreas que foram mineradas há muito tempo na BCC e que ainda continuam disponibilizando íons metálicos (As, Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Al, Cr, Mn, Co, entre outros) em concentrações que comprometem o desenvolvimento das comunidades bióticas (ZOCHE, 1989, 2005, ZANARDINI-JUNIOR, PORTO, 1991, CETEM, 2001a, SOUZA, 2005).

Os metais pesados têm como características, a baixa degradabilidade, um alto poder de bioacumulação, bem como o potencial tóxico, tanto para plantas como para animais (SOARES et al., 2001, COSTA, 2004, 2005a, b, COSTA, ZOCHE, ZOCHE-DE-SOUZA,

2007). Por terem estrita relação com o tecido adiposo animal que não são metabolizados ou eliminados (ZOCHE, 1989, 2002) e por isso tem sua concentração aumentada na medida em que avançam nos níveis tróficos (LARCHER, 1986, 2000, FREITAS, 2007, KABATA-PENDIAS, 2011), podendo assim causar malefícios a saúde humana (KABATA-PENDIAS, MUKHERJEE, 2007, MACHADO et al., 2002, ZOCHE, 2003, LI et al, 2006, JANG et al, 2006, ZHUANG et al, 2009, ZOCHE, FREITAS, QUADROS,2010).

A inalação, ingestão ou exposição crônica de metais pesados tem efeitos nocivos sobre os seres humanos e outros animais (WONG et al., 2003, ZHENG, WANG, ZHENG,2007, LAI et al., 2010). Elementos como o Cr, Cu e Zn podem ser cancerígenos e perigosos que atuam sobre o sistema nervo central, sobre os mecanismos da dor, doenças pulmonares e hepáticas (JÚNIOR, MADEIRA, 2005), assim como sobre mecanismos de estresse oxidativo que possui importante papel na fisiologia celular e na sobrevivência das células (SUN et al., 2003, FOLCHINI, JARDIM, NASCIMENTO, 2007, HALLIWELL, GUTRIDGE, 2007, FALFUSHINSKA et al., 2008, ZOCHE, FREITAS, QUADROS, 2010, PEDROSO, 2015, ZOCHE et al., 2013), de toxicidade e de genotoxicidade (CHAKRABORTY, MUKHERJEE, 2009, LEÓN-MEJÍA, 2011, CARDOSO et al., 2014).

Na BCC, juntamente com a mecanização da extração e beneficiamento do carvão veio o aumento dos índices de doenças profissionais, que se deu pelo fato de que a melhoria nas condições de trabalho não acompanharam na mesma proporção, as melhorias no processo de produção. Máquinas maiores exigiam galerias mais amplas, o que exigiu melhores sistemas de exaustão de ar. Os sistemas instalados nem sempre atendiam as necessidades e sistemas de exaustão inadequados, mantém em suspensão as partículas de carvão o que acarretam a ocorrência de pneumoconiose (VOLPATO, 1984, ZIM-ALEXANDRE, 1999).

As partículas encontradas no MP (Material particulado) variam de tamanho, isto é, quanto maior sua dimensão menor seu tempo em suspensão, portanto, partículas menores tendem a se manter por mais tempo suspensas, durante períodos consideráveis, podendo ser transportadas para outras regiões (FLAGAN, SEINFELD, 1988, BARBOSA, 2014).

O material particulado atmosférico (MP) pode ser classificado em: partículas grossas, partículas inaláveis e partículas inaláveis finas. As partículas grossas apresentam diâmetro aerodinâmico, sendo maiores que 10  $\mu\text{m}$ . As partículas inaláveis tem diâmetros menores ou iguais a 10  $\mu\text{m}$ , são comumente compostas por fumaça, poeira, mofo, pólen,

esporos e podem permanecer em suspensão na atmosfera por minutos ou horas sendo transportadas por dezenas de quilômetros. Podem penetrar vias aéreas superiores e causam irritação até inflamações. As partículas inaláveis finas, por sua vez, possuem diâmetros menores ou iguais a  $2,5\mu\text{m}$ , são formadas essencialmente por compostos orgânicos, metais e fuligem e seu tempo de permanência na atmosfera pode ser de dias até semanas. São passíveis de serem transportados de centenas a dezenas de quilômetros e podem penetrar o trato respiratório atingindo os alvéolos, causando doenças do trato cardiorrespiratório ou as agravando (BARBOSA, 2014, EPA, 2003, WHO, 1993, 1996, 2005, 2016).

O monitoramento da quantidade de poluentes presentes no ambiente e nos animais auxilia na detecção e avaliação do impacto destes poluentes nos organismos expostos, devido ao fato de existirem diferenças na forma de metabolização dos mesmos (VAN DER OOST, BEYER, VERMEULEN, 2003). A utilização de biomarcadores para detecção de contaminação ambiental iniciou-se no Brasil no final dos anos 90 (BAINY, WOODIN, STEGEMAN, 1999). Para se detectar e avaliar os efeitos biológicos de elementos poluentes utilizam-se biomarcadores, que refletem uma interação entre um sistema biológico e um perigo potencial, que pode ser químico, físico ou biológico (WHO, 1993).

Dois características são muito importantes nos biomarcadores: permitir a identificação de interações que ocorrem entre os contaminantes e os organismos e; possibilitar a mensuração de efeitos sub-letais. Esta última característica permite pôr em prática ações remediadoras ou, melhor ainda, ações preventivas. Daí se vem à importância e o interesse atual de incorporação da análise de biomarcadores em programas de avaliação da contaminação ambiental (JESUS, CARVALHO, 2008).

Além dos biomarcadores, os biomonitores, também conhecidos como organismos sentinela, vêm sendo utilizados há muito tempo para alertar as pessoas sobre ambientes perigosos. Na seleção de um biomonitor os principais aspectos a serem observados são: a) os animais devem dividir o mesmo ambiente com os humanos; b) os animais devem responder de forma semelhante aos humanos aos químicos e tóxicos e; c) os animais devem desenvolver patologias similares aos humanos, como resposta a estes efeitos (SHUGART, 1994, SILVA, HEUSER, ANDRADE, 2003, SILVA et al., 2012, PEDROSO, 2015). Desta forma, podem-se investigar os danos e riscos, deletérios, a que uma população humana está exposta de forma

indireta, por meio de estudos com outros organismos de topo de cadeia alimentar, fornecendo assim indicações de contaminação (PEDROSO, 2015).

Os biomarcadores em organismos sentinela abordam as questões de biodisponibilidade de apenas responder à fração bioativa (PIOLA et al., 2009). Eles têm sido extensivamente utilizados para documentar e quantificar tanto a exposição quanto os efeitos dos poluentes ambientais e têm o potencial de reconhecer rapidamente os efeitos que podem afetar as populações e comunidades. Os tipos de respostas biológicas que podem ser considerados como biomarcadores do intervalo molecular, celular e subcelular aos efeitos sobre o organismo intacto, a população, ou estrutura da comunidade e, talvez, também a estrutura e funcionamento dos ecossistemas (COLGAN et al., 2003).

Animais sentinelas são definidos como “qualquer organismo não humano que pode reagir a um contaminante ambiental antes dos impactos contaminantes em humanos, e oferecendo a possibilidade de expandir a nossa compreensão e resposta às preocupações de saúde ambiental” (STAHL, 1997). As populações de animais sentinelas podem ser expostas: a um único produto químico ou uma mistura complexa ou; aos diferentes meios como (ar, água, solo ou sedimentos) em vários locais (de trabalho, casa, ambiente, ou em laboratório), existindo assim, várias vantagens potenciais, associadas à utilização de espécies sentinela como indicadores de risco à saúde humana (SCHALIE et al., 1999).

Morcegos são os únicos mamíferos que possuem voo verdadeiro (REIS et al., 2006, 2007), sendo composto por mais de 1.300 espécies que ocupam uma gama variada de habitats pelos continentes no mundo (exceto a Antártida) (FENTON, SIMMONS, 2014, MUÑOZ-GARCIA et al., 2016). Morcegos gastam cerca, de 15 vezes mais energia durante o voo do que em repouso (SPEAKMAN, THOMAS, 2003, MUÑOZ-GARCIA et al., 2016), tendo maiores taxas de metabolismo basal (TMB) do que outros mamíferos de mesma massa corpórea (MUÑOZ-GARCIA et al., 2016). Podem transitar em áreas com grandes extensões e com longos deslocamentos para buscar alimentos ou abrigo (HEITHAUS, FLEMING 1978, FLEMING, HEITHAUS 1986, FLEMING, 1991) sobre áreas urbanas (ESBÉRARD, 2003, ESBÉRARD et al., 2006) e florestais (BERNARD, FENTON, 2003).

Sendo assim, tais animais ficam expostos e vulneráveis a contaminantes diretos (pesticidas, metais pesados) através das cadeias alimentares, além de material particulado em suspensão no ar e na água. São extremamente úteis ao homem em estudos epidemiológicos,

farmacológicos, de mecanismos de resistência a doenças e desenvolvimento de vacinas, bem como em diversos estudos ambientais (REIS et al., 2007), como espécies sentinelas (ZOCHE, FREITAS, QUADROS, 2010).

As elevadas exposições e elementos tóxicos e metais podem resultar em uma variedade de condições patológicas em mamíferos ou até a morte (STAHAL, 1997). Uma vez que alguns elementos são acumulados gradualmente nos órgãos alvo antes mesmo de a toxicidade se manifestar, os morcegos podem ser particularmente expostos a contaminantes devido a sua longevidade (HICKEY, FENTON, 2001), pois vivem cerca de 20 anos ou mais. A alta plasticidade ecológica na ocupação do ambiente (FLEMING, 1991, KOZAKIEWICZ, SZACKI 1995, YABE, MARQUES, 2001, ESBÉRARD, 2003, BERNARD, FENTON, 2003) torna-os particularmente susceptíveis, ao acúmulo de metais ou elementos tóxicos da mineração por fontes de exposição diversas e pela cadeia alimentar (por bioacumulação) pela alta ingestão de alimentos (STHAL, 1997, O'SHEA, 2001, ZOCHE, FREITAS, QUADROS, 2010).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar o conteúdo total de elementos químicos nos pulmões e fígado de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818); *Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810), com vistas à utilização dos mesmos como espécies sentinela da saúde de morcegos frugívoros na Bacia Carbonífera Catarinense.

### **2.2 Objetivos específicos**

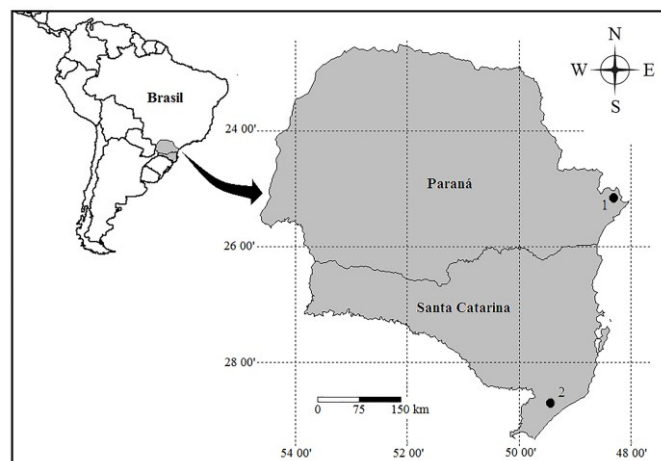
- Determinar o conteúdo de elementos químicos nos pulmões e fígado de morcegos frugívoros expostos à poluição atmosférica na BCC;
- Comparar os conteúdos de elementos químicos dos pulmões e fígado de morcegos frugívoros capturados na BCC com os conteúdos de elementos químicos de morcegos frugívoros de uma área controle;
- Avaliar a possibilidade do uso das espécies estudadas como espécies sentinela dos riscos deletérios que a poluição atmosférica representa a saúde dos morcegos na BCC.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO

Os animais foram coletados em duas áreas no sul do Brasil (Figura 3). A Área I, denominada de Reserva Particular do Patrimônio Salto Morato (Controle), está localizada no litoral norte do Paraná, no município de Guaraqueçaba, nas coordenadas ( $25^{\circ}10'33''\text{S}$  e  $48^{\circ}17'45''\text{O}$ ) e; a Área II, denominada de Bacia Carbonífera Catarinense (BCC), está localizada no município de Criciúma em um remanescente de mata secundária nas coordenadas ( $28^{\circ}42'13''\text{S}$  e  $49^{\circ}24'46''\text{O}$ ) do Campus Universitário da UNESC.

Figura 2 – Localização das áreas de coleta dos animais: 1 – Salto Morato (controle), município de Guaraqueçaba, PR e; 2 - Bacia Carbonífera Catarinense, município de Criciúma, SC.



Fonte: Fernando Carvalho (2016).

#### 3.2 DESCRIÇÃO DAS ÁREAS

A área I (controle), localizada na RPPN Salto Morato ( $25^{\circ}10'33''\text{S}$  e  $48^{\circ}17'45''\text{O}$ ), abriga 2.253 ha de Mata Atlântica, caracteriza-se por ser uma Reserva Particular do Patrimônio Natural e encontra-se em região com expressiva concentração de espécies endêmicas. Encontra-se sob a influência do tipo climático Cfa, cuja média anual de temperatura varia entre 17 e 21°C, sendo a média de temperaturas máximas de 24-26°C e das mínimas de 13-17°C. Os índices pluviométricos oscilam de 2.000 e 3.000 mm anuais com umidade relativa do ar de 85% (IAPAR, 2016).

A Área II, localizada na BCC, caracteriza-se pela presença marcante da exploração de carvão, a qual, juntamente com outras atividades antrópicas influenciam a qualidade ambiental da região, sobretudo a qualidade do ar. Está sob a influência do tipo climático Cfa (clima subtropical úmido, sem estação seca e verão quente), cuja temperatura média anual oscila entre 17,0 e 19,3 °C, as temperaturas médias máximas e mínimas variam, respectivamente de 23,4-25,9 °C e de 12,0-15,1 °C. A precipitação pluviométrica total anual é de 1.220 a 1.660 mm e a umidade relativa do ar varia de 81,4- 82,2% (EPAGRI, 2001).

O local escolhido para as coleta dos morcegos está representado por um remanescente de mata secundária (28°42'13"S e 49°24'46"O) localizado no Campus Universitário da UNESC, na cidade de Criciúma.

### 3.3 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA E DESCRIÇÃO DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

As espécies estudadas foram definidas por Pedroso (2015) em seu Trabalho de Conclusão de Curso, cujas amostras dos tecidos animais foram gentilmente cedidas para a realização do presente estudo.

Foram escolhidos duas espécies de morcegos frugívoros pertencentes à família Phyllostomidae: *Artibeus lituratus* Olfers (1818) e *Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810). A seleção das espécies teve por base o tipo de dieta (exclusivamente frugívoros), com a finalidade de limitar ao máximo o acesso dos animais aos elementos tóxicos via cadeia alimentar. Desta forma, a ingestão se daria via consumo de água e de ar contaminado.

*Artibeus lituratus* (Figura 4) é uma espécie frugívora pertencente à subordem Microchiroptera e a família Phyllostomidae é considerada de médio porte, com massa corporal até 90 g e antebraço ultrapassando 75 mm (ZORTÉA, CHIARELLO, 1994). No Brasil, está representada em todas as regiões e biomas, sendo uma importante espécie frugívora dispersora de sementes e formadora de florestas (PASSOS, GRACIOLI, 2004, PACHECO et al., 2010, IUCN, 2009, 2016). Habita desde a copa das árvores á cavernas, frestas entre rochas, ocos de árvores, telhados (REIS, 1989, ESBÉRARD, 2003, ESBÉRARD et al., 2006), ou formando tendas com as folhas de palmeiras (ZORTÉA, CHIARELLO, 1994). Vive tanto em áreas conservadas quanto em ambientes florestais ou ambientes alterados, como é caso das cidades (SAZIMA, FISCHER, SAZIMA, FISCHER, 1994).

Figura 3 - Exemplar de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818), mostrando a listras brancas faciais e a folha nasal, marcas características da espécie.



Foto: Wilson Uieda (apud Pacheco et al., 2010).

*Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810) é uma das espécies mais abundantes dos Phyllostomidae e é conhecida como “pequenos morcegos de ombros amarelos” (Figura 5). Pesam de 13 a 18 g, com porte médio com comprimento total de 62 a 65 mm (VIEIRA, CARVALHO-OKANO, 1994). Ocupam vários tipos de habitats Florestais, incluindo as Florestas Montanhosas, as Florestas Tropicais Semi Decíduas e Florestas Úmidas e Semi Áridas. Podendo ser encontrados também em planícies tropicais e áreas abertas, como campos abertos ou terras agrícolas (MELLO, KALKO, SILVA, 2008), podendo viver aproximadamente 20 anos em vida selvagem (GRZIMEK, 1990).

Figura 4 – Exemplar de *Sturnira lilium* E. Geoffroy St. Hilaire (1810), evidenciando as principais características para a identificação da espécie, como a presença de verrugas em forma de meia lua no lábio inferior e a coloração típica.



Fonte: Fernando Carvalho (2015).

### 3.4 OBTENÇÃO DE AMOSTRAS DOS MORCEGOS

Os protocolos de coleta e manipulação dos animais foram autorizados pelo SISBIO (Autorização para Atividades com Finalidade Científica n. 46623-1) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UNESC (Licença CEUA n. 063/2014-2), anexos I e II, respectivamente. As amostras de tecido pulmonar e hepático utilizadas neste estudo foram cedidas por Giúlia dos Santos Pedroso, quando da captura de morcegos para a realização do seu Trabalho de Conclusão de Curso – TCC junto ao Curso de Ciências Biológicas da Unesc, no ano de 2015.

Uma fração de cada amostra de pulmão e de fígado foi individualmente acondicionada em tubos falcon mantida sob-refrigeração em gelo até serem acondicionadas a -80 °C até o momento da preparação das amostras (desidratação e maceração) para análises do conteúdo de elementos químicos (micro, macroelementos e metais pesados).

### 3.5 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS E DETERMINAÇÃO DO CONTEÚDO DE ELEMENTOS QUÍMICOS

As amostras de tecido pulmonar (n = 4 em ambas as áreas) e hepático (n = 2 na BCC e n = 4 na RPPN Salto Morato) de *Artibeus lituratus* e; de tecido pulmonar (n = 3 em ambas as áreas) e hepático (n = 3 na BCC e n = 4 na RPPN Salto Morato) de *Sturnira lilium* (os valores de (n) que diferem, são de amostras não obtidas ou com pouco material para análise) foram descongeladas, submetidas à desidratação em estufa a 50 °C por 7200hs, individualmente maceradas e reduzidas a pó com auxílio de almofariz e pistilo de porcelana. Em seguida acondicionadas em tubos de eppendorf e encaminhadas para análise do conteúdo total de elementos químicos, segundo a técnica PIXE (*Particle Induced X-Ray Emission*) (HE, 1993, JOHANSSON, CAMPBELL, 1988, JOHANSSON, CAMPBELL, MALMQVIST, 1995).

A técnica de PIXE, usada para análise do conteúdo de elementos químicos em amostras bióticas e abióticas, apresenta alta sensibilidade, simplicidade e possibilita identificação e quantificação simultânea de boa parte dos elementos da tabela periódica até o limite de partes por bilhão (*ppb*) a partir de uma pequena quantidade de amostra (MAXWELL, CAMPBELL, TEESDALE, 1989, MAXWELL, TEESDALE, CAMPBELL,

1995). Um acelerador tandem de 3 MV direciona sobre a amostra um feixe de prótons de 2 MeV com uma corrente média de 3 nA. Os raios-X induzidos pelo feixe sobre as amostras são detectados por um detector de Si (Li) com uma resolução de energia de cerca de 150 eV a 5,9 keV. O protocolo de normalização adotado segue o procedimento descrito por Johansson, Campbell, Malmqvist em (1995). Os espectros PIXE foram organizados e quantificados com auxílio do software GUPIXWIN (MAXWELL, TEESDALE, CAMPBELL 1995, CAMPBELL et al., 2000) e também conforme descrito em Rohr et al. (2013).

Os resultados finais, obtidos a partir da leitura individual de três sub-amostras de cada amostra são expressos em partes por milhão ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ), numa base de peso seco. As incertezas cotadas para as concentrações elementares representam uma convolução de incertezas sobre o procedimento de ajuste de mínimos quadrados dos espectros de raios X, a partir da configuração experimental e do padrão utilizado no presente estudo (ZOCHE, DAMIANI, HAINZENREDER, MENDONÇA, PERES, SANTOS, DEBASTIANI, DIAS, ANDRADE, 2013).

### 3.6 APRESENTAÇÃO DOS DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados são apresentados em partes por milhão ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )  $\pm$  as incertezas cotadas para as concentrações elementares. A significância estatística entre as diferenças observadas na concentração dos elementos nos respectivos órgãos das espécies de morcegos das áreas mineradas em relação ao seu controle foram avaliadas comparando-se os valores par a par  $\pm$  as incertezas cotadas. A sobreposição de valores indica que o conteúdo observado nas duas áreas não difere estatisticamente entre si quando os valores das incertezas são levadas em conta.

## 4 RESULTADOS

Os conteúdos totais médios  $\pm$  as incertezas médias (expressos em  $\mu\text{g g}^{-1}$ ) dos elementos químicos detectados nos pulmões e no fígado das espécies estudadas são apresentados nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Conteúdo médio  $\pm$  incerteza média ( $\mu\text{g g}^{-1}$  base peso seco) de elementos químicos nos pulmões de duas espécies de morcegos frugívoros no sul do Brasil. Onde: BCC = Bacia Carbonífera Catarinense, SC e; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato, PR (área controle).

| Elementos Químicos | Espécies, áreas e conteúdos médios $\pm$ incerteza média ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) |  |                            |   |
|--------------------|---|--|----------------------------|---|
|                    | <i>Artibeus lituratus</i>   |  | <i>Sturnira lilium</i>     |   |
|                    | Área Controle (n = 4)   | BCC (n = 4)                                      | Área Controle (n = 4)      | BCC (n = 2)   |
| Na                 | 4.597,25 $\pm$ 312,74   | 7.220,25 $\pm$ 384,64 <sup>a</sup>               | 6.123,00 $\pm$ 336,15      | <b>8.168,33 <math>\pm</math> 408,57 <sup>a</sup></b>  |
| Mg                 | 504,90 $\pm$ 95,24  | <b>517,98 <math>\pm</math> 94,08</b>             | 435,30 $\pm$ 85,28         | 406,40 $\pm$ 88,24                                    |
| Si                 | 708,50 $\pm$ 133,03   | -  | -                          | 649,80 $\pm$ 122,68                                   |
| P                  | 164.171,00 $\pm$ 1.192,54   | 137.057,50 $\pm$ 10.572,96                       | 136.600,00 $\pm$ 12.307,66 | 118.175,67 $\pm$ 12.816,92                            |
| S                  | 21.286,50 $\pm$ 832,02  | 20.578,25 $\pm$ 806,70                           | 20.465,00 $\pm$ 781,76     | 19.818,67 $\pm$ 788,01                                |
| Cl                 | 6.170,00 $\pm$ 215,83   | 10.354,75 $\pm$ 278,29 <sup>a</sup>              | 9.506,00 $\pm$ 264,27      | <b>12.866,67 <math>\pm</math> 339,59 <sup>a</sup></b> |
| K                  | 7.227,50 $\pm$ 171,35   | 7.783,25 $\pm$ 178,09 <sup>a</sup>               | 10.810,00 $\pm$ 225,93     | <b>10.294,67 <math>\pm</math> 226,27</b>              |
| Ca                 | 775,50 $\pm$ 30,43  | <b>494,77 <math>\pm</math> 22,95</b>             | 413,60 $\pm$ 20,68         | 457,97 $\pm$ 21,57 <sup>a</sup>                       |
| Cr                 | 47,89 $\pm$ 2,95  | -  | -                          | -   |
| Mn                 | 37,93 $\pm$ 3,92  | -  | -                          | -   |
| Fe                 | 1.027,95 $\pm$ 11,83  | 687,38 $\pm$ 9,17                                | 679,70 $\pm$ 8,16          | <b>781,47 <math>\pm</math> 10,44 <sup>a</sup></b>     |
| Ni                 | 15,23 $\pm$ 1,86  | -  | -                          | -   |
| Cu                 | 9,08 $\pm$ 1,83   | <b>13,13 <math>\pm</math> 1,87 <sup>a</sup></b>  | -                          | 4,57 $\pm$ 1,18                                       |
| Zn                 | 56,17 $\pm$ 4,02  | 56,33 $\pm$ 3,39                                 | 58,92 $\pm$ 3,44           | <b>64,66 <math>\pm</math> 3,42</b>                    |
| Br                 | 42,23 $\pm$ 7,15  | 78,89 $\pm$ 8,09 <sup>a</sup>                    | 51,66 $\pm$ 7,00           | <b>91,25 <math>\pm</math> 8,47 <sup>a</sup></b>       |
| Rb                 | 32,42 $\pm$ 8,23  | <b>46,47 <math>\pm</math> 10,46 <sup>a</sup></b> | 43,25 $\pm$ 9,79           | 44,49 $\pm$ 10,28                                     |

<sup>a</sup> Indica que o conteúdo médio do elemento em questão no órgão da respectiva espécie na BCC é significativamente maior do que o seu controle, quando as incertezas médias são levadas em conta.

Valores assinalados em negrito indicam que o conteúdo médio do elemento químico nos pulmões da respectiva espécie na BCC é significativamente maior em comparação à outra espécie estudada, quando as incertezas são levadas em conta.

- Indica que o conteúdo do elemento químico na amostra estava abaixo do limite de detecção do aparelho (LoD).

Em relação aos pulmões (Tabela 1), observa-se que os conteúdos médios de Na ( $7.220,25 \pm 384,64 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $10.354,75 \pm 278,29 \mu\text{g g}^{-1}$ ), K ( $7.783,25 \pm 178,09 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $13,13 \pm 1,87 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Br ( $78,89 \pm 8,09 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Rb ( $46,47 \pm 10,46 \mu\text{g g}^{-1}$ ) nos pulmões de *A. lituratus* na BCC são significativamente maiores do que o seu controle, acontecendo o mesmo para *S. lilium* em relação a Na ( $8.168,33 \pm 408,57 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $12.866,67 \pm 339,59 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Ca ( $457,97 \pm 21,57 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Fe ( $781,47 \pm 10,44 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Br ( $91,25 \pm 8,47 \mu\text{g g}^{-1}$ ) quando as incertezas médias são levadas em conta.

Observa-se ainda (Tabela 1) que os conteúdos médios de quatro elementos (Mg, Ca, Cu e Rb) foram mais elevados nos pulmões de *A. lituratus* do que nos pulmões de *S. lilium*, enquanto que seis elementos (Na, Cl, K, Fe, Zn e Br) foram mais elevados nos pulmões de *S. lilium* do que nos pulmões de *A. lituratus*, quando as incertezas são levadas em conta nas comparações.

No que se refere aos conteúdos médios dos elementos químicos no fígado das duas espécies estudadas (Tabela 2) verifica-se que no caso de *A. lituratus*, os conteúdos médios de Na ( $3.221,00 \pm 266,41 \mu\text{g g}^{-1}$ ), P ( $158.243,50 \pm 11.419,50 \mu\text{g g}^{-1}$ ), S ( $19.610,50 \pm 782,50 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $4.268,50 \pm 157,71 \mu\text{g g}^{-1}$ ), K ( $8.155,00 \pm 190,41 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Fe ( $612,30 \pm 9,01 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Br ( $33,15 \pm 6,32 \mu\text{g g}^{-1}$ ) foram significativamente superiores quando comparados com seus respectivos controles, ocorrendo o mesmo para relação a *S. lilium*, em relação aos conteúdos de Na ( $3.858,67 \pm 260,09 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $5.036,67 \pm 162,29 \mu\text{g g}^{-1}$ ), K ( $9.638,00 \pm 198,19 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Zn ( $78,18 \pm 3,41 \mu\text{g g}^{-1}$ ).

Observa-se também (Tabela 2) que os conteúdos médios de apenas três elementos (P, Fe e Br) foram mais elevados no fígado de *A. lituratus* do que em *S. lilium*, enquanto que quatro elementos (Na, Cl, K e Zn) foram mais elevados no fígado de *S. lilium* do que no fígado de *A. lituratus*, quando as incertezas são levadas em conta nas comparações.

Quando se compara o conteúdo total de cada elemento entre os órgãos da mesma espécie na BCC (Tabela 3), verifica-se que *A. lituratus* evidencia concentrações significativamente mais elevadas de Na ( $7.220,25 \pm 384,64 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $10.354,75 \pm 278,29$ ), Ca ( $494,77 \pm 22,95 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Fe ( $687,38 \pm 9,17 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $13,13 \pm 1,87 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Br ( $78,89 \pm 8,09 \mu\text{g g}^{-1}$ ) nos pulmões do que no fígado, enquanto que *Sturnira lilium* concentrou conteúdos significativamente mais elevados de Na ( $8.168,33 \pm 408,57 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Si ( $649,80 \pm 122,68 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cl ( $12.866,67 \pm 339,59 \mu\text{g g}^{-1}$ ), K ( $10.294,67 \pm 226,27 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Ca ( $457,97 \pm 21,57 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Fe ( $781,47 \pm 10,44 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Br ( $781,47 \pm 10,44 \mu\text{g g}^{-1}$ ) nos pulmões em

comparação com o fígado e apenas Mg ( $678,30 \pm 92,30 \mu\text{g g}^{-1}$ ), S ( $21.429,33 \pm 762,23 \mu\text{g g}^{-1}$ ), Cu ( $14,85 \pm 1,67 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e Zn ( $78,18 \pm 3,41 \mu\text{g g}^{-1}$ ) em concentrações médias significativamente mais elevadas no fígado em comparação com os pulmões.

Tabela 2 - Conteúdo médio  $\pm$  incerteza média ( $\mu\text{g g}^{-1}$  base peso seco) de elementos químicos no fígado de duas espécies de morcegos frugívoros no sul do Brasil. Onde: BCC = Bacia Carbonífera Catarinense, SC e; RPPN = Reserva Particular do Patrimônio Natural Salto Morato, PR (área controle).

| Elementos Químicos | Espécies, áreas, conteúdos médios $\pm$ incertezas médias ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) |   |                            |  |
|--------------------|--|---|----------------------------|--|
|                    | <i>Artibeus lituratus</i>  |   | <i>Sturnira lilium</i>     |  |
|                    | Área Controle (n = 4)  | BCC (n = 4)   | Área Controle (n = 4)      | BCC (n = 2)  |
| Na                 | 2.552,50 $\pm$ 223,57  | 3.221,00 $\pm$ 266,41 <sup>a</sup>                        | 2.512,25 $\pm$ 249,60      | <b>3.858,67 <math>\pm</math> 260,09 <sup>a</sup></b> |
| Mg                 | 499,15 $\pm$ 86,88   | 589,20 $\pm$ 96,80  | 948,40 $\pm$ 113,59        | 678,30 $\pm$ 92,30                                   |
| Si                 | 490,45 $\pm$ 114,08  | 425,50 $\pm$ 121,18                                       | 430,15 $\pm$ 129,62        | 478,90 $\pm$ 114,79                                  |
| P                  | 136.664,50 $\pm$ 10.033,73   | <b>158.243,50 <math>\pm</math> 11.419,50 <sup>a</sup></b> | 187.337,00 $\pm$ 13.192,12 | 101.256,00 $\pm$ 10.897,94                           |
| S                  | 17.314,30 $\pm$ 690,16   | 19.610,50 $\pm$ 782,50 <sup>a</sup>                       | 23.133,50 $\pm$ 888,42     | 21.429,33 $\pm$ 762,23                               |
| Cl                 | 3.476,00 $\pm$ 132,98  | 4.268,50 $\pm$ 157,71 <sup>a</sup>                        | 3.401,50 $\pm$ 138,16      | <b>5.036,67 <math>\pm</math> 162,29 <sup>a</sup></b> |
| K                  | 7.657,25 $\pm$ 183,20  | 8.155,00 $\pm$ 190,41 <sup>a</sup>                        | 8.959,78 $\pm$ 211,98      | <b>9.638,00 <math>\pm</math> 198,19 <sup>a</sup></b> |
| Ca                 | 215,05 $\pm$ 14,93   | 170,10 $\pm$ 15,19  | 305,55 $\pm$ 19,32         | <b>256,70 <math>\pm</math> 16,20</b>                 |
| Cr                 | 7,64 $\pm$ 1,54  | -   | 22,61 $\pm$ 2,16           | -  |
| Mn                 | 4,53 $\pm$ 1,27  | -   | 13,6 $\pm$ 2,16            | 8,52 $\pm$ 1,56                                      |
| Fe                 | 557,60 $\pm$ 8,90  | <b>612,30 <math>\pm</math> 9,01 <sup>a</sup></b>          | 536,30 $\pm$ 8,76          | 514,70 $\pm$ 6,36                                    |
| Ni                 | -  | -   | 8,89 $\pm$ 1,40            | -  |
| Cu                 | 11,73 $\pm$ 1,73   | 9,68 $\pm$ 1,88   | 13,01 $\pm$ 2,20           | <b>14,85 <math>\pm</math> 1,67</b>                   |
| Zn                 | 59,11 $\pm$ 3,50   | 61,04 $\pm$ 3,92  | 65,63 $\pm$ 4,26           | <b>78,18 <math>\pm</math> 3,41 <sup>a</sup></b>      |
| Br                 | 11,93 $\pm$ 3,26   | <b>33,15 <math>\pm</math> 6,32 <sup>a</sup></b>           | -                          | 15,23 $\pm$ 3,65                                     |
| Rb                 | 54,95 $\pm$ 10,94  | 66,06 $\pm$ 12,84   | 35,76 $\pm$ 9,96           | 47,49 $\pm$ 8,76                                     |

<sup>a</sup> Indica que o conteúdo médio do elemento em questão no órgão da respectiva espécie na BCC é significativamente maior do que o seu controle, quando as incertezas médias são levadas em conta.

Valores assinalados em negrito indicam que o conteúdo médio do elemento químico no fígado da respectiva espécie na BCC é significativamente maior em comparação à outra espécie estudada, quando as incertezas são levadas em conta.

- Indica que o conteúdo do elemento químico na amostra estava abaixo do limite de detecção do aparelho (LoD).

De modo geral, verifica-se que *S. lilium* (Tabela 3) evidencia uma tendência concentrar maior número de elementos químicos (n = 2) nos pulmões do que no fígado (n = 4) e inclusive o número de elementos significativamente mais elevados nos pulmões do que no

fígado e muito superior a aqueles observados em *A. lituratus*. Os elementos Cr e Ni foram detectados em concentrações inferiores ao LoD nas duas espécies e em ambas os órgãos, assim como Mn nos pulmões de ambas espécies em ambas as espécies e no fígado apenas em *S. lilium*.

Tabela 3 - Conteúdo médio  $\pm$  incerteza média ( $\mu\text{g g}^{-1}$  base peso seco) de elementos químicos no pulmão e no fígado de duas espécies de morcegos frugívoros na Bacia Carbonífera Catarinense, SC.

| Elementos Químicos | Espécies, áreas, conteúdos médios $\pm$ incertezas médias ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) |                            |                                     |                                     |
|--------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                    | <i>Artibeus lituratus</i>  |                            | <i>Sturnira lilium</i>              |                                     |
|                    | Pulmão   | Fígado                     | Pulmão                              | Fígado                              |
| Na                 | 7.220,25 $\pm$ 384,64 <sup>a</sup>   | 3.221,00 $\pm$ 266,41      | 8.168,33 $\pm$ 408,57 <sup>a</sup>  | 3.858,67 $\pm$ 260,09               |
| Mg                 | 517,98 $\pm$ 94,08   | 589,20 $\pm$ 96,80         | 406,40 $\pm$ 88,24                  | 678,30 $\pm$ 92,30 <sup>a</sup>     |
| Si                 | -  | 425,50 $\pm$ 121,18        | 649,80 $\pm$ 122,68 <sup>a</sup>    | 478,90 $\pm$ 114,79                 |
| P                  | 137.057,50 $\pm$ 10.572,96   | 158.243,50 $\pm$ 11.419,50 | 118.175,67 $\pm$ 12.816,92          | 101.256,00 $\pm$ 10.897,94          |
| S                  | 20.578,25 $\pm$ 806,70   | 19.610,50 $\pm$ 782,50     | 19.818,67 $\pm$ 788,01              | 21.429,33 $\pm$ 762,23 <sup>a</sup> |
| Cl                 | 10.354,75 $\pm$ 278,29 <sup>a</sup>  | 4.268,50 $\pm$ 157,71      | 12.866,67 $\pm$ 339,59 <sup>a</sup> | 5.036,67 $\pm$ 162,29               |
| K                  | 7.783,25 $\pm$ 178,09  | 8.155,00 $\pm$ 190,41      | 10.294,67 $\pm$ 226,27 <sup>a</sup> | 9.638,00 $\pm$ 198,19               |
| Ca                 | 494,77 $\pm$ 22,95 <sup>a</sup>  | 170,10 $\pm$ 15,19         | 457,97 $\pm$ 21,57 <sup>a</sup>     | 256,70 $\pm$ 16,20                  |
| Cr                 | -  | -                          | -                                   | -                                   |
| Mn                 | -  | -                          | -                                   | 8,52 $\pm$ 1,56                     |
| Fe                 | 687,38 $\pm$ 9,17 <sup>a</sup>   | 612,30 $\pm$ 9,01          | 781,47 $\pm$ 10,44 <sup>a</sup>     | 514,70 $\pm$ 6,36                   |
| Ni                 | -  | -                          | -                                   | -                                   |
| Cu                 | 13,13 $\pm$ 1,87 <sup>a</sup>  | 9,68 $\pm$ 1,88            | 4,57 $\pm$ 1,18                     | 14,85 $\pm$ 1,67 <sup>a</sup>       |
| Zn                 | 56,33 $\pm$ 3,39   | 61,04 $\pm$ 3,92           | 64,66 $\pm$ 3,42                    | 78,18 $\pm$ 3,41 <sup>a</sup>       |
| Br                 | 78,89 $\pm$ 8,09 <sup>a</sup>  | 33,15 $\pm$ 6,32           | 781,47 $\pm$ 10,44 <sup>a</sup>     | 15,23 $\pm$ 3,65                    |
| Rb                 | 46,47 $\pm$ 10,46  | 66,06 $\pm$ 12,84          | 44,49 $\pm$ 10,28                   | 47,49 $\pm$ 8,76                    |

<sup>a</sup> O conteúdo médio do elemento químico no órgão da respectiva espécie na BCC é significativamente maior em comparação ao outro órgão da mesma espécie, quando as incertezas médias são levadas em conta.

- Indica que o conteúdo do elemento químico na amostra estava abaixo do limite de detecção do aparelho (LoD).

## 5 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciam a presença de 16 elementos químicos nos tecidos dos pulmões ou do fígado de morcegos das áreas mineradas, dentre os quais, pelo menos 11 elementos apresentaram concentrações significativamente maiores nas amostras obtidas na BCC quando comparadas com o controle. Este fato evidencia claramente que as atividades antrópicas têm promovido maiores possibilidades de contato dos organismos com elementos químicos que podem lhes desencadear efeitos deletérios.

Dentre os 16 elementos detectados, seis são denominados de oligoelementos ou macroelementos ((N) nitrogênio, (P) fósforo, (K) potássio, (Ca) cálcio, (Mg) magnésio e (S) enxofre) e quatro são considerados micronutrientes ((B) boro, (Fe) ferro, (Mn) manganês e (Zn) zinco) (VIÉGAS et al., 1992). Segundo o autor, muitos destes são considerados elementos traços, os quais podem ser reativos e bioacumulativos, pois não entram, ou não tem função conhecida no metabolismo (ROCHA, 2009).

Os oligoelementos são definidos como, microelementos, ou elementos traços, que são elementos de baixo peso molecular, que podem ser definidos como catalisadores metabólicos das reações enzimáticas dos seres vivo. São sais minerais que estão presentes no organismo de forma ínfima, sendo representados por mg/kg ou ppm (partes por milhão) de peso vivo, os resultados dos exames complementares são expressos por traços, porém, sua função é imprescindível para que o equilíbrio orgânico se mantenha tanto na célula viva animal e dos vegetais (WATANABE, 2010).

Os elementos químicos são essenciais e exercem funções bioquímicas e fisiológicas em plantas (ANTONOVICS, BRADSHAW, TURNER, 1971) e animais. Eles são constituintes importantes de diversas enzimas-chave e desempenham papéis importantes em várias reações de oxidação e redução (WHO, 1996). O cobre, por exemplo, serve como um co-fator essencial para várias enzimas relacionadas com o stress oxidativo, incluindo a catalase, superóxido dismutase, peroxidases, citocromo-c oxidase, ferroxidases, monoamina oxidase, e dopamina  $\beta$ -mono-oxigenase (STERN, 2010, ATSDR, 2002). Por isso, é um nutriente essencial que é incorporado uma série de metaloenzimas envolvidos na formação da hemoglobina, no metabolismo de hidratos de carbono, na biossíntese da catecolamina, e a ligação cruzada de colágeno, elastina e queratina do cabelo. A capacidade de cobre para alternar entre um estado oxidado, Cu (II), e estado reduzido, Cu (I), é utilizado pelo

cuproenzimas envolvidas em reações redox (STERN, 2010, STERN et al., 2013, ATSDR, 2002). No entanto, é esta propriedade de cobre que também faz com que ele seja potencialmente tóxico porque as transições entre Cu (II) e Cu (I) pode resultar na geração de superóxido e radicais hidroxila (STERN, 2010, TCHOUNWOU et al., 2008, 2014). Além disso, a exposição excessiva ao cobre tem sido associada a dano celular conduzindo a doença de Wilson em seres humanos (ATSDR, 2002, TCHOUNWOU et al., 2008, 2014).

Semelhante ao cobre, outros elementos essenciais são necessários para o funcionamento biológico, no entanto, uma quantidade em excesso dos mesmos produz dano tecidual e celular conduzindo a uma variedade de efeitos adversos e doenças aos organismos. Para alguns incluindo o cromo e o cobre existe uma faixa muito estreita entre as concentrações de efeitos benéficos e tóxicos (TCHOUNWOU et al., 2008, CHANG et al., 1996, TCHOUNWOU et al., 2014). Outros elementos, como o alumínio (Al), antimônio (Sb), arsênio (As), bário (Ba), berílio (Be), bismuto (Bi), cádmio (Cd), gálio (Ga), germânio (Ge), Ouro (Au), índio (In), chumbo (Pb), lítio (Li), mercúrio (Hg), níquel (Ni), platina (Pt), prata (Ag), estrôncio (Sr), telúrio (Te), tálio (Tl), estanho (Sn), titânio (Ti), vanádio (V) e urânio (U) não têm funções biológicas estabelecidas e são considerados como não-essenciais (CHANG et al., 1996, TCHOUNWOU et al., 2014).

Em sistemas biológicos, os elementos químicos quando em concentrações excessivas podem afetar organelas e componentes tais como, a membrana celular, mitocôndrias, lisossomos, retículo endoplasmático, os núcleos, e algumas enzimas envolvidas no metabolismo, desintoxicação, e reparação de danos (WANG, SHI, 2001, WANG et al., 2015) celulares (TCHOUNWOU et al., 2014).

Os íons metálicos ao interagir com os componentes celulares tais como proteínas nucleares do DNA, podem causar danos e as alterações conformacionais podem conduzir à modulação do ciclo celular, ou apoptose carcinogênica (TCHOUNWOU et al., 2014). No entanto, um elemento químico é conhecido por ter características únicas e propriedades físico-químicas que conferem aos seus mecanismos de ação específicos toxicológicos. Praticamente todos os elementos químicos podem causar toxicidade quando ingerido em altas quantidades, mas diversos elementos, como Pb, Fe, Mn, Cu, Cd, Ni e Al podem produzir toxicidade até mesmo em concentrações muito baixas (BROOKS, 1983, BEYERSMANN, HARTWIG, 2008).

Segundo Almeida (1999), o Material Particulado em suspensão no ar pode apresentar vários diâmetros variados (0 ~100 $\mu$ m), mas sendo as menores que 10  $\mu$ m as mais

perigosas para a saúde humana. Apesar da quantidade, do tamanho das partículas, do tipo de mineral presente, o tempo e a forma de exposição podem influenciara severidade e progressão das doenças respiratórias (SCHILDCROUT et al., 2006), desde a formação de pequenos agregados de macrófagos repletos de carvão que ficam disseminados pelo parênquima pulmonar até o desenvolvimento de fibrose nodular ou difusa pulmonar irreversível (PINHO et al., 2005), e apesar dessas alterações já terem sido observadas em humanos (ÁVILA, 2009, WANG et al., 2015, XING et al., 2006) como também em modelos experimentais em ratos e camundongos (DRISCOLL et al., 1995, PINHO et al., 2004, 2005), a presença destas em outros animais a partir de modelos experimentais ou por exposição espontânea não são apresentadas na literatura (PEDROSO, 2015).

A inalação de poeiras minerais provocam significativas alterações orgânicas causando danos como podemos observar na literatura, além promover estados de morbidez, invalidez precoce, diminuir a expectativa de vida e conseqüentemente levar a mortalidade (PEDROSO, 2015). Na mineração a principal e grande parte das emissões de material particulado (tóxicos/elementos químicos), (WALLACE, BERRY, 1979) esta na frente de extração (lavras), o desmonte da rocha e carregamento de minérios, o processamento (equipamentos de lavra e peneiramento), esteiras, vias de acesso (tráfego de caminhões e os locais de descarregamento), estocagem e de transferência de minérios (silos, e pilhas de rejeitos) que são os principais fornecedores de poluição atmosférica (ALMEIDA, 1999, BRAILE et al., 1979).

Os efeitos adversos em sistemas biológicos, tal como genotoxicidade, tem sido atribuído aos metais pesados (PARAÍBA et al., 2006), já que o excesso de metais pesados pode estimular a formação de radicais livres e espécies reativas de oxigênio (BENAVIDES GALLEGO, TOMARO, 2005). Os efeitos nocivos das reações de oxidação induzidas pelos radicais livres são capazes de lesar estruturas dos sistemas biológicos, dando-se o nome de estresse oxidativo (LEITE, SARNI, 2003). Nos organismos os principais mecanismos relacionados com a genotoxicidade provocada por metais pesados são o estresse oxidativo, a inibição dos sistemas de reparo, ativação da sinalização mitótica e mudanças na modulação dos genes (BEYERSMANN, HARTWIG, 2008).

Além dos efeitos da mineração e deposição de rejeitos, os processos de extração e refino também representam serias ameaças devido à liberação de contaminantes (O'SHEA, CLARK, BOYLE, 2000, O'SHEA, 2001, LEFFA et al., 2010, DAMIANI, 2010). Os efeitos de contaminantes ambientais sobre os morcegos podem ser efetuados através da exposição

direta ou indireta, devido à reestruturação ecológica que pode alterar desde o suprimento de alimentos, o ambiente físico, a disponibilidade e qualidade da água, dentre outros fatores (O'SHEA, 2001, DAMIANI, 2010).

Os nossos resultados demonstraram as variações nos níveis de elementos químicos tanto no fígado como no pulmão das espécies estudadas para a área controle e minerada, onde os teores de Si (para área minerada em *A. lituratus* e controle para *S. lilium*), Cr, Mn, Ni, (para área controle e minerada, para ambas as espécies) e Cu (para área controle de *S. lilium*) (Tabela 1), ficaram abaixo do limite de detecção (LoD). Na tabela 1, os valores que foram significativos, demonstram significativamente maiores teores de elementos para *S. lilium*, em pulmões de área minerada quando comparados com os valores de *A. lituratus*.

Na tabela 2, os resultados mostram maiores teores de elementos químicos em número de acúmulos para a espécie *A. lituratus*, quando comparado com *S. lilium* em área minerada para fígado. *A. lituratus* demonstrou significativamente ainda maiores teores para pulmão em Mg, Ca, Cu e Rb em área mineradas quando se comparou os órgãos entre as espécies estudadas. Já *S. lilium*, obteve significativamente maiores concentrações em Na, Cl, Fe, Zn e Br, em pulmões para a área minerada.

Na tabela 3, quando se compara os valores entre os órgãos, em pulmão de *Sturnira*, há maiores acúmulos em Na, Si, Cl, K e Fe para a área minerada. Já Cu, foi maior em Pulmão de *Artibeus*. Para fígado, em fígado de *Sturnira*, os teores de Na, Cl, K, Ca e Cu foram superiores quando comparados os valores de *Artibeus*, para fígado. Os valores para *Artibeus*, em fígado foram maiores que *Sturnira* somente em P e Fe, respectivamente.

Como podem ser observados nos resultados os maiores índices dos elementos, se mostram semelhantes a outros trabalhos como o de Damiani (2010), onde o autor obteve resultados elevados em fígado para os elementos Cr, Ni, Cu, Pb, Fe, Cd, Al e Zn para as espécies utilizadas em seu trabalho em áreas mineradas, correlacionando o resultados com elevados índices de frequências de dano ao DNA em células sanguíneas, o que demonstra uma maior influencia das áreas mineradas sobre os organismos (morcegos), que vivem nas áreas mineradas, dando uma clara indicação de que metais e elementos químicos estão sendo disponibilizados pela mineração de carvão. O estudo ainda traz como resultado, que a menor espécie utilizada *Eptesicus diminutus* Osgood (1915), teve os maiores teores de elementos acumulados em seu organismo (fígado) em questão (por ser um animal pequeno 30 a 36,5mm antebraço) corroborando os resultados deste trabalho para a espécie *Sturnira lilium*, que é a menor utilizada no estudo (antebraço com 42,0mm) (VIEIRA, CARVALHO-OKANO, 1994).

Animais menores tendem a possuir um metabolismo energético maior e mais acelerado quando, comparado ao de um animal maior, isso reflete na relação taxa metabólica versus seu tamanho corporal e a ingestão de alimentos. Tal mecanismo fisiológico pode explicar o maior número de elementos com valores de concentração mais elevados nos pulmões de *S. lilium* em relação a *A. lituratus* detectados neste estudo.

Animais pequenos p. ex.: de até 30g podem consumir até seis vezes seu peso corporal só para atender suas necessidades metabólicas por possuir taxas de metabolismo basal maiores que um animal de grande porte como elefantes e rinocerontes que comem apenas um terço (1/3) de seu peso para manter suas necessidades energéticas basais (TMB). Este aumento está relacionado com as diferenças celular destes organismos quanto à presença de mitocôndrias e outros componentes do catabolismo aeróbico, sendo estas maiores em espécies menores (HILL, WYSE, ANDERSON, 2012, SCHMIDT-NIELSEN, 1972, RANDALL et al., 2000).

Pedroso (2015) registrou em seu estudo com *Sturnira lilium* em área minerada maiores níveis na produção de DCFH (2'-7'-diclorofluoresceína). De outro modo em *Artibeus lituratus* ocorreu a diminuição dos Nitritos nos pulmões para o grupo de áreas mineradas e de maiores quantidades de MDA (malondialdeído – composto orgânico marcador de estresse oxidativo), para ambas as espécies, assim como os níveis reduzidos de defesas antioxidantes (catalase e glutatona), para ambas as espécies o que pode estar relacionado com a alta exposição destes animais aos ambientes alterados pela mineração (PEDROSO, 2015).

A dieta também é um fator relevante na análise do conteúdo de elementos químicos em morcegos. As duas espécies estudadas são exclusivamente frugívoras. *Artibeus lituratus* tem dieta frugívora, (FLEMING, HEITHAUS, 1986, GALETTI, MORELLATO, 1994, MARINHO-FILHO, 1992, SAZIMA et al., 1994, ZORTÉA, CHIARELLO, 1994), mas outros recursos alimentares como insetos, folhas e néctar também são consumidos (FARIA, 1995, FISCHER, FISCHER, 1995, SAZIMA et al. 1994, ZORTÉA, MENDES, 1993). Já *Sturnira lilium* possui dieta frugívora, (EVELYN, STILES, 2003, MELLO et al., 2008) se alimentando de frutos de Solanaceae, Piperaceae e Cecropiaceae, se alimentando com grande frequência em períodos de até 4 horas noturnas consumindo vários frutos em um período de 5 a 15 minutos (BONACCORSO, 1987, EVELYN, STILES, 2003, MELLO et al., 2008).

O padrão de acúmulo de elementos químicos nas espécies, nas áreas estudadas pode refletir os padrões de forrageamento, de uso do habitat e também das diferenças fisiológicas, entre as espécies já que animais menores tendem a possuir taxas metabólicas

altas quando comparados a animais maiores, que as variações podem refletir a qualidade do ambiente e dos riscos da biomagnificação de metais pesados.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que os morcegos frugívoros, quando expostos cronicamente ao ambiente enriquecido com elementos químicos em suspensão na atmosfera, acumulam de modo geral teores mais elevados de elementos químicos nos pulmões do que no fígado sugerindo que as espécies estudadas podem ser utilizadas como espécies sentinelas.

Os efeitos de elementos tóxicos sobre os morcegos, podem se dar de forma direta por meio da exposição, ou de forma indireta por meio da dieta. Os fatores decorrentes da exposição indireta manifestam-se por meio da reestruturação ecológica da comunidade biológica, que pode alterar a forma de como estes animais obtém seu suprimento alimentar, o habitat físico, e a disponibilidade e qualidade da água dentre outros fatores relacionados.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. T. **A Poluição Atmosférica por Material Particulado na Mineração a Céu Aberto**. 1999. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-31012002-170628/publico/ita.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-31012002-170628/publico/ita.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2016.
- ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Carvão mineral - Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2012. Disponível em <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas\\_par3\\_cap9.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas_par3_cap9.pdf)> Acessado em: 30 de Marc. 2016.
- ANTONOVICS, J.; BRADSHAW, A. D.; TURNER, R. G. Heavy metal tolerance in plants. **Advances in ecological research**. v. 7, p. 1-85, 1971.
- ATSDR – AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. **Toxicological Profile for Copper**. Atlanta, GA: Centers for Disease Control. 2002.
- ÁVILA, S. J. **Avaliação do estresse oxidativo em indivíduos expostos direta e indiretamente à atividade de mineração do carvão, antes e após suplementação com vitaminas “C” e “E”**. 2009. 109f. Tese (Doutorado em FÁRMACO Medicamento e Análises Clínicas). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BAINY, A. C. D.; WOODIN, B. R.; STEGEMAN, J. J. Elevated levels of multiple cytochrome P450 forms in tilapia from Billings Reservoir São Paulo, Brazil. **Aquatic Toxicology**. v. 44, p. 289-305, 1999.
- BARBOSA, C. G. G. **Monitoramento de Material Particulado Fino da Cidade de Manaus para Avaliação de Potenciais Riscos a Saúde da População e Caracterização de Material Particulado em Ambiente de Floresta (ATTO - AMAZONIAN TALL TOWER OBSERVATION) - Amazonas, Brasil**. 2014. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Pós-graduação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014. Disponível em: <<http://dodo.lemma.ufpr.br/lib/exe/fetch.php?media=files:dissertacao-ppgea-000007.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.
- BENAVIDES, M. P.; GALLEGO, S. M.; TOMARO, M. L. Cadmium toxicity in plants. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. v. 17, p. 21-34, 2005.
- BERNARD, E.; FENTON, M.B. Bat mobility and Roosts in a Fragmented Landscape in Central Amazonia, Brazil. **Biotropica**. v. 35, 262-277, 2003.
- BEYERSMANN, D.; HARTWIG, A. Carcinogenic metal compounds: recent insight into molecular and cellular mechanisms. **Archives of toxicology**. v. 82, p. 493-512, 2008.

BONACCORSO, F. Feeding Behavior and Foraging Strategies of Captive Phyllostomid Fruit Bat an Experimental Study. **Journal of Animal Ecology**. v. 56, p. 907-920, 1987.

BORGES, G. D. **Bioindicação Através da *Eisenia Fetida* em Substratos do Campo Morozini, Treviso, Santa Catarina, Brasil**. 2013. 36 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciência e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.

BRAILE, V. V. et al. Poluição do ar causada pela operação de pedreiras no município do Rio de Janeiro. **Revista brasileira de Saúde Ocupacional**. v. 7, p. 204-218, 1979.

BROOKS, R.R. **Biological methods of prospecting for minerals**. 1rd. ed. Willey, Califórnia, 322p. 1983.

BUSECK, P. R.; ADACHI, K. Internally mixed soot, sulfates, and organic matter in aerosol particles from Mexico City. **Atmospheric Chemistry and Physics**. v. 8, p. 6469-6481, 2008.

CAMPBELL, J. L.; HOPMAN, T. L.; MAXWELL, J. A.; NEJEDLY, Z. The Guelph PIXE software package III: alternative proton database. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**. v. 170, p. 193-204, 2000.

CAO, S.; DUAN, X. ; ZHAO, X. ; MA, J. ; DONG, T.; HUANG, N.; HE, B.; WEI, F. Health risks from the exposure of children to As, Se, Pb and other heavy metals near the largest coking plant in China. **Science of The Total Environmental**. v. 472, p. 1001–1009, 2014.

CARDOSO, E.; REZIN, G. T.; ZANONI, E. T.; NOTOYA, F. de S.; LEFFA, D. D.; DAMIANI, A. P.; DAUMANN, F.; RODRIGUEZ, J. C. O.; BENAVIDES, R.; SILVA, L.; ANDRADE, V. M.; PAULA, M. M. S. Acute and chronic administration of gold nanoparticles cause DNA damage in the cerebral cortex of adult rats. **Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis**. v.766–767, 25–30p. 2014.

CARVALHO, F. Exemplar de *Sturnira lilium* É. Geoffroy St. Hilaire (1810). Fotografia. Color. 2015.

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense**. Relatório Técnico elaborado para o SIECESC. v.1 e 2; 2001a.

CETEM – CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL. **Projeto conceitual para recuperação ambiental da Bacia Carbonífera Sul Catarinense**. Relatório Técnico elaborado para o SIECESC. v. 3. 2001b.

CHAKRABORTY, R.; MUKHERJEE, A. Mutagenicity and genotoxicity of coal fly ash water leachate. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. v. 72, p. 838–842, 2009.

CHANG, L. W.; MAGOS, L.; SUZUKI, T., ed.. **Toxicology of Metals**. Boca Raton. FL, USA: CRC Press. 1996. 321-329p.

COLGAN, A.; HANKARD, P. K.; SPURGEON, D.J.; SVENDSEN, C.; WADSWORTH, R.A.; WEEKS, J.M. Closing the loop: a spatial analysis to link observed environmental damage to predicted heavy metal emissions. **Environmental Toxicology and Chemistry**. v. 22, p. 970-976, 2003.

COSTA, S. **Estudo da concentração de metais pesados no solo e nas plantas de áreas de mineração de carvão**. 2004. 39f. Relatório final (Programa de Iniciação Científica), Universidade do extremo Sul Catarinense (UNESC), Criciúma, 2004.

COSTA, S. **Metais pesados em áreas de mineração de carvão em Santa Catarina: concentração em diferentes compartimentos do ecossistema - subprojeto: concentração de metais pesados no solo e nas plantas em áreas de mineração de carvão**. Criciúma, SC: UNESC, 2005a. 49p.

COSTA, S. **Metais pesados (Pb, Mn e Zn) em áreas de mineração de carvão a céu aberto reabilitadas: concentração em plantas utilizadas como forrageiras pelo gado bovino**. Criciúma: Unesc, 2005b. 38 p.

COSTA, S.; ZOCHE, J. J.; ZOCHE-DE-SOUZA, P. Absorção de metais pesados (Zn e Pb) por *Axonopus obtusifolius* (Radi) em áreas degradadas pela mineração de carvão, SC. Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 5, p. 765-767, 2007.

DAMIANI, A. P. **Metais pesados e danos no DNA de células sanguíneas de morcegos insetívoros em áreas de mineração de carvão da Bacia Carbonífera Catarinense**. 2010. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2010.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Informativo Anual da Indústria Carbonífera**. Brasil: Ministério de Minas e Energia. Brasília. Editora: Departamento Nacional de Produção Mineral. 166. p. 2007.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Informe Mineral: Desenvolvimento & Economia mineral**. Brasília: Editora: Departamento Nacional de Produção Mineral. 24p. 2008. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/informes/informe-mineral-2008-1o-semester>> Acesso em: 22/04/2016.

DNPM - DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Informe Mineral: Desenvolvimento & Economia mineral**. Brasília: Abril, 2004. Disponível em. [www.dnpm.gov.br/informe\\_mineral](http://www.dnpm.gov.br/informe_mineral). Acesso em: 26 nov. 2015.

DRISCOLL, K. E.; HASSENBEIN, D. G.; CARTER, S. L.; KUNKEL, S. L.; QUINLAN, T. R.; MOSSMAN, B, T. TNF alpha and increased chemokine expression in rat lung after particle exposure. **Toxicology Letters**. v. 82, p. 483-489, 1995.

EPA. **Particle pollution and your health**. United States: Environmental Protection Agency, 2003. Disponível em: <http://www.epa.gov/airnow/particle/pm-color.pdf>> Acesso em: 20/05/2016.

EPAGRI. – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E DE EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Dados e informações bibliográficas da unidade de planejamento regional litoral sul catarinense - UPR8**. Florianópolis: EPAGRI, 2001.

ESBÉRARD, C. E. L. Marcação e deslocamento em morcegos. **Divulgação do Museu de Ciências e Tecnologia**. v. 2, p. 23-24, 2003

ESBÉRARD, C. E. L.; NOGUEIRA, T.J.; LUZ, J.L.; MELO, G.G.S.; MANGOLIN, R.; JUCÁ, N.; RAICES, D.S.L.; ENRICI, M.C. & BERGALLO, H.G. 2006. Morcegos da Ilha Grande, Angra dos Reis, Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**. v. 8, p. 147-153, 2006.

EVELYN, M., STILES, D. Roosting requirements of two frugivorous bats (*Sturnira lilium* and *Artibeus intermedius*) in fragmented neotropical forest. **Biotropica**. v. 35, p. 405-418, 2003. Disponível em: < <http://www.bioone.org.ezproxy.uwsp.edu/doi/full/10.1646/02063>.> Acessado em: 15/04/2016.

FALFUSHINSKA, H.; LOUMBOURDIS, N.; ROMANCHUK, L.; STOLYAR, O. Validation of oxidative stress responses in two populations of frogs from Western Ukraine. **Chemosphere**. v. 73, p. 1096-1101, 2008.

FARIA, D. M. **Os morcegos da Santa Genébra**, p. 100-106. In: MORELLATO, P. L. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. (eds). **Ecologia e Preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 136p. 1995.

FENTON, M. B., SIMMONS, N. B.; 2014. **Bats: A World of Science and Mystery**. University of Chicago. Press: UC, Chicago, 2014.

FERNANDES, K. A; **Estudo de caso: processos utilizados para Recuperação das áreas impactadas com rejeito de Carvão**. 2005. 45f. Monografia (Especialização em Gestão de Recursos Naturais). Curso de Pós-Graduação da Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira Ciência do Solo**. v. 27, p. 755-763, 2003.

FISCHER, W. A.; FISCHER, E. A.. **Comportamento social e reprodutivo do morcego-cara-branca, *Artibeus lituratus***. p.106-110. In: MORELLATO, P. L. C.; LEITÃO-FILHO, H. F. (eds). **Ecologia e Preservação de uma floresta tropical urbana**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 136p. 1995.

FLAGAN, RICHARD C.; AND SEINFELD, JOHN H. (1988). **Fundamentals of air pollution engineering**. Prentice-Hall, Inc. , Englewood Cliffs, New Jersey.

FLEMING, T. H. The relationship between body size, diet, and habitat use in frugivorous bats, genus *Carollia* (Phyllostomatidae). **Journal of Mammalogy**. v. 72, p. 493-501, 1991.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E.R. Seasonal foraging behavior of the frugivorous bat *Carollia perspicillata*. **Journal of Mammalogy**. v. 67, p. 660-671, 1986.

FOLCHINI, F.; JARDIM, J.R.; NASCIMENTO, O. A. Estresse Oxidativo e Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica. In: GOMES, M.; FARESIN, S.M. (Org.). **Pneumologia: atualização e reciclagem**. 7 ed. São Paulo: Roca, p. 55-62, 2007.

FREITAS, M. **Efeitos da Concentração de Zn e Mn nos Efluentes da Exploração de Carvão na Anatomia de *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae)**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Ambientais, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000035/000035A0.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2016.

GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. Diet of the large fruit eating bat *Artibeus lituratus* in a forest fragment in Brazil. **Mammalia**. Paris: Museum Nat Hist Naturelle. v. 58, p. 661-665, 1994. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/33515>>. Acessado em: 20/03/2016.

GANNON, M.; WILLIG, M.; JONES, JR J. *Sturnira lilium*. **The American Society of Mammalogists**. v. 333, p. 1-5, 1989. Disponível em:<<http://www.jstor.org.ezproxy.uwsp.edu/stable/3504237>> Acessado em: 15, Mar, 2016. GRIFFITH, J. J. **Recuperação conservacionista da superfície de áreas mineradas: uma revisão de literatura**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, UFV, 106p, 1980.

GRZIMEK, B. **Bats**. In: GRZIMEK, B. (ed.) **Grzimek's Encyclopedia of Mammals**, v. 1, Ed2. New York, NY: McGraw-Hill Publishing Co., 1990. 3250p.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radical in Biology Medicine**. Edição. Oxford - NY: University Press, 2007.

HE, F. Target preparation for trace element determination of biological materials using techniques. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**. v. 334, p. 238-245, 1993.

HEITHAUS, E. R.; FLEMING, T.H. Foraging movements of a frugivorous bat, *Carollia perspicillata* (Phyllostomidae). **Ecological Monographs**. v. 48, p. 127-143, 1978.

HICKEY, M. B. C.; FENTON, M. B. Behavioural and thermoregulatory responses of female hoary bats, *Lasiurus cinereus* (Chiroptera: vespertilionidae), to variations in prey availability. **Ecoscience**. v. 3, p. 414-422, 2001.

HILL, R. W.; WYSE, G. A.; ANDERSON, M. **Fisiologia animal**. Porto Alegre: Artmed, 894 p. 2012.

HORBACH, R.; KUCK, L.; MARIMON, R. G.; MOREIRA, M. L. D.; MARIMON, M. P. C.; PIRES, J.L.; VIVIAN, D.; MARINHO, D.; TEIXEIRA, W. Geologia. In: **Levantamento de recursos naturais**. Ed. 33. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1986. p. 29-312.

IAPAR – INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ. **Cartas Climáticas do Paraná**. 2016. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>> Acesso em 30/06/2016.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN). 2009. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em:< <http://www.iucnredlist.org/>> Acessado em 20/05/2016.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES (IUCN). 2016. "**IUCN Red List of Threatened Species**" (Online). Disponível em:< <http://www.iucnredlist.org/search>> Acesso em: 15 Mar. 2016.

JANG, C. S.; LIU, C. .; LIN, K. H.; WANG, S. W. Spatial analysis of potential carcinogenic risks associated with ingesting arsenic in aquacultural tilapia (*Oreochromis mossambicus*) in blackfoot disease hyperendemic areas. **Environmental Science and Technology**. v. 40, p. 1707–13, 2006.

JESUS, T. B. de; CARVALHO, C. E. V. de. Utilização de Biomarcadores em Peixes como Ferramenta para Avaliação de Contaminação Ambiental por Mercúrio (Hg). **Oecologia Brasiliensis**. v. 12, p. 680-693, 2008.

JOHANSSON, S. A. E.; CAMPBELL, J. L. **PIXE: a novel technique for elemental analysis**. J. Wiley: Chichester, 1988. 488-489p.

JOHANSSON, S. A. E.; CAMPBELL, J. L.; MALMQVIST, K. G. **Particle-induced X-ray Emission Spectrometry**. J. Wiley & Sons: Cidade, 1995. 451p.

JÚNIOR, A. M.; MADEIRA, M. S. **A segurança do trabalho em minas de carvão agindo na prevenção da pneumoconiose - região carbonífera de Santa Catarina**. 2005. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação, Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2005. Disponível em: <<http://www.bib.unesc.net/biblioteca/sumario/000028/000028C9.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soils and plants**. 4<sup>o</sup> ed. Boca Raton: CRC, 2011. 505p.

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. **Trace elements from soil to human**. Edição. New York: Springer, 2007. 450 p.

KOZAKIEWICZ, M.; SZACKI, J. 1995. **Movements of small mammals in a landscape: patch restriction or nomadism?** p.78-94. In: LIDICKER-JR, W.Z. (ed). **Landscape approaches in mammalian ecology and conservation**. University of Minnesota. Press: UM, Minneapolis.215 p.

LAI, H. Y.; HSEU, Z. Y.; CHEN, T.C.; CHEN, B. C.; GUO, H.; CHEN, Z. S. Health risk-based assessment and management of heavy metals-contaminated soil sites in Taiwan. **International Journal of Environmental Research and Public Health**. v. 7, p. 3595–614, 2010;

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Edi: EPU, 1986. 319p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Edi: RIMA Artes e Textos, 2000. 531p.

LEFFA, D. D.; DAMIANI, A. P. ; da SILVA, J.; ZOCHE, J. J.; dos SANTOS, C. E.; BOUFLEUR, L. A.; DIAS, J. F.; de ANDRADE, V. M. Evaluation of the genotoxic potential of the mineral coal tailings through the *Helix aspersa* (Müller, 1774). **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**. v. 59, p. 614-621, 2010.

LEITE, H. P.; SARNI, R. S. Radicais livres, antioxidantes e nutrição. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**. v. 18, p. 87-94, 2003.

LEÓN-MEJÍA, G.; ESPITIA-PÉREZ, L.; HOYOS-GIRALDO, L. S.; HARTMANN, N.; HENRIQUES, J. A.; QUINTANA, M. Assessment of DNA damage in coal open-cast mining workers using the cytokinesis-blocked micronucleus test and the comet assay. **Science of the Total Environment**. v. 409, p. 686–691, 2011.

LI, J.; XIE, Z. M.; XU, J. M.; SUN, Y. F. Risk assessment for safety of soils and vegetables around a lead/zinc mine. **Environmental Geochemistry and Health**. v. 28, p. 37–44, 2006.

LOPES, R. P.; SANTO, E. P.; GALATTO, S. L. **Mineração de carvão em Santa Catarina: geologia, geoquímica e impactos ambientais**. In: MILIOLI, G.; SANTOS, R.; CITADINI-ZANETTE, V. (Coord.) **Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina**. Curitiba: Juruá, 2009, p.51-70.

MACHADO, I. C.; MAIO, F. D. de; KIRA, S. C.; CARVALHO, M de F. H. Estudo da ocorrência dos metais pesados Pb, Cd, Cu, Zn na ostra de mangue *Crassostrea Brasiliana* do estuário de Cananéia –SP, Brasil. **Revista Instituto Adolfo Lutz**. v. 61, p. 13-18, 2002.

MARINHO-FILHO, J. **Mamíferos da Serra do Japi**, p. 264-286. In: MORELLATO L.P.C. (ed.). **História natural da Serra do Japi**. Campinas, Universidade Estadual de Campinas, 321p. 1992.

MAXWELL, J.A.; CAMPBELL, J.L.; TEESDALE, W.J. The Guelph PIXE software package. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**. v. 43, p. 218-230, 1989.

MAXWELL, J.A.; TEESDALE, W.J.; CAMPBELL, J.L. The Guelph PIXE software package. **II Nuclear Instruments and Methods in Physics Research**. v. 95, p. 407-421, 1995.

MELLO, M., E. KALKO, W. SILVA. 2008. Diet and Abundance of the Bat *Sturnira lilium* (Chiroptera) in a Brazilian Montane Atlantic Forest. **Journal of Mammalogy**. v. 89, p. 485-492, 2008. Disponível em: <<http://www.bioone.org.ezproxy.uwsp.edu/doi/full/10.1644/06-MAMM-A-411R.1>> Acesso em: 16 mar. 2016.

MUÑOZ-GARCIA, A; LARRAÍN, P.; BEN-HAMO, M.; CRUZ-NETO, A.; WILLIAMS, J. B.; PINSHOW, B.; KORINE, C. Metabolic rate, evaporative water loss and thermoregulatory state in four species of bats in the Negev desert. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**. v. 191, p. 156–165, 2016.

O'SHEA, T.J., CLARK, JR D.R., BOYLE T.P. Impacts of mine-related contaminants on bats. **Proceedings of bat conservation and mining: a technical interactive forum**, St. Louis, Missouri. Alton, IL; Carbondale, IL: U.S. Department of Interior, Office of Surface Mining and Coal Research Center, Southern Illinois University. p. 276-292, 2000.

O'SHEA, T. J. **Impacts of mine related contaminants on bats**. p. 205–216 In: VORIES, K.C. THROGMORTON, D. (eds.), **Proceedings of Bat Conservation and Mining: A Technical Interactive Forum Held**, U.S. Dept. of Interior, Office of Surface Mining, St. Louis: Ed. U. S. Department of Interior, Office Mining. 374 p. 2001.

PACHECO, CALDAS, E. P.; ROSA, J. C. de A.; ROSA, D. P.; BATISTA, H.; FERREIRA, J. C.; PREDEBOM, J.; ROEHE, P. M. Registro de *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae) positivo para o vírus rábico no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 8, p. 61-63, 2010.

PARAÍBA, L. C.; BOEIRA, R. C.; JONSSON, C. M.; CARRASCO, J. M. Fator de bioconcentração de poluentes orgânicos de lodos de esgoto em frutos de laranjeira. **Pesticidas: Revista Ecotoxicologia e meio ambiente**. v. 16, p. 125-134, 2006.

PASSOS, F. C.; GRACIOLLI, G. Observações da dieta de *Artibeus lituratus* (Olfers) (Chiroptera, Phyllostomidae) em duas áreas do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 21, p. 487-489, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbzool/v21n3/21897.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

PEDROSO, G. S. **Morcegos da Bacia Carbonífera Catarinense como espécies sentinelas aos efeitos nocivos ao pulmão induzidos pela exposição ao carvão mineral**. 2015. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado, Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciência e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

PINHO, R.A.; BONATTO, F.; ANDRADES, M.; FROTA, M.L. JR; RITTER, C.; KLAMT, F.; DAL-PIZZOL, F.; ULDRICH-KULCZYNSKI, J.M.; MOREIRA, J.C. Lung oxidative response after acute coal dust exposure. **Environmental Research**. v. 93, p. 290-297, 2004.

PINHO, R. A.; SILVEIRA, P.C.; SILVA, L. A.; STRECK, E. L.; DAL PIZZOL, F. MOREIRA, J. C. F. N-Acetylcysteine and deferoxamine reduce pulmonar oxidative stress and inflammation in rats after coaldust exposure. **Environmental Research**. v. 99, p. 355-360, 2005.

PIOLA, L.; FUCHS, J; ONETO, M.L; BASACK, S.; GIMÉNEZ, R.; MASSARO, R.; PAPA, J.C.; KESTEN, E.; AND CASABÉ, N. Biomarkers for the assessment of chlorpyrifos effects on Earth worms and on soil functional parameters. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 44, p. 874-880, 2009.

RANDALL, et al. **Fisiologia animal: mecanismos e adaptações**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

REIS, N. R.; PERACCHI A.L; PEDRO, A. W.; LIMA, I.P. (Eds.). **Mamíferos do Brasil**. Universidade Estadual de Londrina, Editora: UEL. Londrina. 437p. 2006.

REIS, N.R; PERACCHI, A.L; PEDRO, A.W; LIMA, I.P de. **Morcegos do Brasil**. Biblioteca Nacional, Londrina, Londrina, PR 256p. 2007.

REIS, S. F. Reproductive biology of *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818) (Chiroptera: Phyllostomidae). **Revista Brasileira de Biologia**. v. 49, p. 369–372, 1989.

ROCHA, A. F. **Cádmio, Chumbo, Mercúrio – A problemática destes metais pesados na Saúde Pública?**. (monografia) Faculdade de Ciências da Nutrição e Alimentação. Curso de Ciências da Nutrição. 63 p. 2009.

ROHR, P.; KVITKO, K.; da SILVA, F. R.; MENEZES, A. P.; SARMENTO, M.; DECKER, N.; REYES, J. M.; ALLGAYER, M. da C.; FURTADO, T. C.; SALVADOR, M.; BRANCO, C.; da SILVA, J. Genetic and oxidative damage of peripheral blood lymphocytes in workers with occupational exposure to coal. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**. v. 758, 1–2: p. 23–28, 2013.

SAZIMA, I.; FISCHER, W.A.; SAZIMA, M.; FISCHER, E.A. The fruit bat *Artibeus lituratus* as a forest and city dweller. **Ciência & Cultura**. v. 46, p. 164-168, 1994.

SCHALIE, W.H. van der., et al. Animals as sentinels of human health hazards of environmental chemicals. **Environmental Health Perspectives**. v. 107, p. 309–315, 1999.

SCHILDCROUT, J. S.; SHEPPARD, L.; LUMLEY, T.; SLAUGHTER, J. C.; KOENIG, J. Q.; SHAPIRO, G. G. Ambient air pollution and asthma exacerbations in children: an eight-city analysis. **American Journal of Epidemiology**. v. 164, p. 505-517, 2006.

SCHMIDT-NIELSEN, K.; DITADI, A. S. **Fisiologia animal**. São Paulo: Edgard Blücher, 1972. 139 p.

SHI, J. C.; YU, X. L.; ZHANG, M. K.; LU, S. G.; WU, W.H.; WU, J. J. Potential risks of copper, zinc, and cadmium pollution due to pig manure application in a soil–rice system under intensive farming: a case study of Nanhu, China. **Journal Environmental Quality**. v. 40, p. 1695–704, 2011.

SHUGART, L.R. **Biological monitoring**. In: RENZONI, A., MATTEI, N., LARI, L. FOSSI, M.C. (eds.), **Contaminants in the environment: a multidisciplinary assessment of risks to man and others organisms**. CRC press, New York, p. 29-36, 1994.

SILVA, J.; HEUSER, V.; ANDRADE, V. **Biomonitoramento Ambiental**. In: **Genética toxicológica**. Porto Alegre: Alcance, p 170-174, 2003.

SILVA, M. A.; SILVA, Y. J. A. B.; BONDI, C. M.; NASCIMENTO, C. W. A. **Metais pesados em solos: origem, riscos e ações ambientais para seu monitoramento**. 2012. Disponível em: <<http://petecologiaufrpe.blogspot.com.br/2012/12/trabalho-metais-pesados-em-solos-origem.html>> Acesso em: 20/05/2016.

- SOARES, C. R. F. S.; ACCIOLY, A. M. A.; MARQUES, T. C. L. L. S. M.; SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S. Acúmulo e distribuição de metais pesados nas raízes, caule e folhas de mudas de árvores em solo contaminado por rejeitos de indústria de zinco. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 13, p. 302-315, 2001.
- SOUZA, P. Z. **Metais pesados (Pb, Mn e Zn) em áreas de mineração de carvão a céu aberto reabilitadas**: concentração em plantas utilizadas na medicina popular. Criciúma, SC. Ed: UNESC, 2005. 37p.
- SPEAKMAN, J. R., THOMAS, D.W. **Physiological ecology and energetics of bats**. In: Kunz, T.H., Fenton, M.B. (Eds.), **Bat Biology**. University of Chicago. Press: UC, Chicago. 2003.
- STAHL, R.G. JR. Can mammalian and non-mammalian “sentinel species” data be used to evaluate the human health implications of environmental contaminants. **Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal**. v. 3, p. 329-335, 1997.
- STERN, B. R. Essentiality and toxicity in copper health risk assessment: overview, update and regulatory considerations. **Journal of Toxicology and Environmental Health. Part. A**. v. 73, p. 114–127, 2010.
- STERN, G.; LATZIN, P.; ROOSLI, M.; FUCHS, O.; PROIETTI, E.; KUEHNI, C.; FREY, U. A prospective study of the impact of air pollution on respiratory symptoms and infections in infants. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**. v. 187, p. 1341-1348, 2013.
- SUN, J.; ZHANG, X.; BRODERICK, M.; FEIN, H. Measurement of Nitric Oxide Production in Biological Systems by Using Griess Reaction Assay. **Sensors**. v. 3, p. 276 -284, 2003.
- TCHOUNWOU, P., NEWSOME, C., WILLIAMS, J., GLASS, K. Copper-induced cytotoxicity and transcriptional activation of stress genes in human liver carcinoma cells. **Metal Ions in Biology and Medicine**. v. 10, p. 285–290, 2008.
- TCHOUNWOU, P. B., YEDJOU, C. G., PATLOLLA, A. K., SUTTON, D. J. Heavy Metals Toxicity and the Environment. **Molecular Clinical Environmental Toxicology**. v. 101, p. 133–164, 2014.
- TEIXEIRA, K. O. **Potencial Genotóxico de *Brassica oleracea* L. var. acephala D. C. Cultivada em Área de Exploração de Carvão, no Extremo Sul Catarinense**. 2013. 40 f. TCC (Graduação), Ciências Biológicas. Unidade Acadêmica de Humanidades, Ciência e Educação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2013.
- VIÉGAS, I. J. M.; HAAG, H. P.; BUENO, N. PEREIRA, J. da P. Nutrição mineral de seringueira. XII. Absorção de macro e micronutrientes nos primeiros 240 dias. **Scientia Agricola**. v. 49, p. 41-52, 1992. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v49nspe/07.pdf>>. Acesso em: 23 maio 2016.
- VIEIRA, M., R. CARVALHO-OKANO. Pollination biology of *Mabe afistulifera* (Euphorbiaceae) in southeastern Brazil. **Biotropica**. v. 1, p. 73-80, 1994.

VOLPATO, T. G. **Pirita Humana – Os mineiros de Criciúma**. Florianópolis, Editora: UFSC, 1984.159p.

VAN DER OOST, R., BEYER, J., VERMEULEN, N.P.E. Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v.13,p. 57-149, 2003.

WALLACE, A.; BERRY, W. L. **Trace elements in the environment, effects and potential toxicity of those associated with coal**. In: WALI, M. K. (Ed.). **Ecology and coal resource development**, v.1., Gram Forks: University of North Dakota, 1979.

WANG, M.; JIN, Y.; CHEN, S.; YAO, S.; ZHU, L.; DUAN, J.; YUAN, J. The study of autophagy in alveolar macrophages of patients with coal workers' pneumoconiosis, **Chinese Journal of Industrial Hygiene and Occupational Diseases**. v. 33, p. 41-44, 2015.

WANG, S; SHI, X. Molecular mechanisms of metal toxicity and carcinogenesis. **Molecular and Cellular. Biochemistry**. v. 222, p. 3–9, 2001.

WATANABE, T. T. N. **Oligoelementos no Metabolismo na disciplina bioquímica do tecido animal**. In: (Seminário) no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/oligoelementos\\_tatiane.pdf](http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/oligoelementos_tatiane.pdf)> Acesso em: 30/05/2016.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. International Programme on Chemical Safety (IPCS). Biomarkers and risk assessment: concepts and principles. **Environmental Health Criteria**. v. 155, 82p., 1993.

WHO/ FAO/ IAEA. World Health Organization. **Trace Elements in Human Nutrition and Health**. Switzerland: Geneva; 1996. 361p.

WHO, World Health Organization. **Air quality guidelines global update, reporting on a working group meeting**, 2005. 496p.

WHO, World Health Organization. **The International Classification of Diseases (ICD): Diseases of the respiratory system: Lung diseases due to external agents: J61 - Pneumoconiosis due to asbestos and other mineral fibres**. 2016. Prepared by World Health Organization (WHO). Disponível em: <<http://www.icd-code.org/codes/j61-pneumoconiosis-due-to-asbestos-and-other-mineral-fibres?q=j61>>. Acesso em: 30 maio 2016.

WONG, C. S. C.; LI, X. D.; ZHANG, G.; QI, S. H.; AND PENG, X. Z. Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China. **Atmospheric Environment**. v. 37, p. 767–776, 2003.

XING, Y.; ICHIDA, F.; MATSUOKA, T.; IKEMOTO, Y. ; HIGAKI, T. ; TSUJI, T.; HANEDA, N.; KUWABARA, A.; CHEN, R.; FUTATANI, T.; WATANABE, K.; HIRONO, K.; UESE, K.; MIYAWAKI, T.; BOWLES, K. R.; BOWLES, N. E.; TOWBIN, J. A. Genetic

analysis in patients with left ventricular noncompaction and evidence for genetic heterogeneity. **Molecular Genetics and Metabolism**. v. 88, n. 1, p. 71-77, 2006.

YABE, R. S.; MARQUES, E. J. **Deslocamento de aves entre capões no Pantanal Matogrossense e sua relação com a dieta**. p. 103-123. In: ALBUQUERQUE, J. L. B., CÂNDIDO-JR, J.F., STRAUBE, F. C., ROOS, A. L (Eds:). **Ornitologia e conservação: da ciência às estratégias**. Tubarão: Editora Unisul, 2001, 341p.

ZANARDINI-JUNIOR, V.; PORTO, M. L. Avaliação do Sistema de Lagoas em Área de Mineração de Carvão a Céu Aberto: Metais Pesados na Água, Plantas e Substrato. Em Pauta – **Boletim do Instituto de Biociências da UFGRS**. v. 49, p. 1-83, 1991.

ZHENG, N.; WANG, Q. C.; ZHENG, D. M. Health risk of Hg, Pb, Cd, Zn, and Cu to the inhabitants around Huludao Zinc Plant in China via consumption of vegetables. **The Science of the Total Environment**. v. 383, p. 81–89, 2007.

ZHUANG, P.; MCBRIDGE, B. B.; XIA, H. P.; LI, N. Y.; LI, Z. A. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. **Science of the Total Environment**. v. 407, p. 1551–61, 2009.

ZIM-ALEXANDRE, N. Diagnóstico Ambiental da Região Carbonífera de Santa Catarina: Degradação dos Recursos naturais. **Tecnologia e Ambiente**. v. 5, p. 35-50. 1999. Disponível em: <[http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/Comite Rio Araranguá/Use da Terra/Diagnostico-ambiental-da-regiao-carbonifera-de-Santa-Catarina\\_-degradacao-dos-recursos-naturais.pdf](http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite Rio Araranguá/Use da Terra/Diagnostico-ambiental-da-regiao-carbonifera-de-Santa-Catarina_-degradacao-dos-recursos-naturais.pdf)>. Acesso em: 02 mar. 2016.

ZOCHE, J. J. **Comunidades Vegetais de Campo e sua Relação com a Concentração de Metais Pesados no Solo em Áreas de Mineração de Carvão a Céu Aberto, na Mina do Recreio – Butiá/RS**. 1989. 159f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1989.

ZOCHE, J. J. **Comunidades Vegetais de Savana Sobre Estruturas Mineralizadas de Cobre na Mina Volta Grande, Lavras do Sul, RS**. 2002. 205 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

ZOCHE, J. J. Metais pesados (Fe, Mn e Zn) no solo construído e na vegetação das antigas bacias de decantação do lavador de Capivari, Capivari de Baixo, SC. In: **Simpósio Nacional e Congresso Latino-Americano de Recuperação de Áreas Degradadas**. 6. 2005, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SOBRADE, p. 117-124, 2005.

ZOCHE, J. J. **Efeitos da mineração de carvão sobre os morcegos no sul de Santa Catarina: a presença de metais pesados e a ocorrência de danos celulares**. In: Anais do IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MASTOZOOLOGIA, 2008, São Lourenço - MG. **Anais...** São Lourenço: Universidade Federal do Rio de Janeiro, p. 1-10, 2008.

ZOCHE, J. J.; LEFFA D. D.; DAMIANI P. A.; CARVALHO F.; MENDONÇA A. R.; SANTOS DOS C. E.; BOUFLEUR A. L.; DIAS F. J.; ANDRADE DE V. M.. Heavy metals

and DNA damage in blood cells of insectivore bats in coal mining areas of Catarinense coal basin, Brazil. **Environmental Research**. v. 110, p. 684-91, 2010.

ZOCICHE, J. J.; DAMIANI A. P.; HAINZENREDER, G.; MENDONÇA RÁ.; PERES P. B.; SANTOS C. E.; DEBASTIANI R.; DIAS J. F.; ANDRADE V. M.. Assessment of heavy metal content and DNA damage in *Hypsiboas faber* (anuran amphibian) in coal open-casting mine. **Environmental Toxicology and Pharmacology**. v. 36, p. 194–201, 2013.

ZOCICHE, J. J. **Metais pesados em áreas de mineração de carvão**: estudos da concentração em diferentes compartimentos do ecossistema. Projeto de pesquisa apresentado a Diretoria de Pesquisa, UNESC. Criciúma, 2003. (Não Publicado).

ZOCICHE, J. J.; FREITAS, M.; QUADROS, K. E. Concentração de Zn e Mn nos efluentes do beneficiamento de carvão mineral e em *Typha domingensis* PERS (Typhaceae). **Revista Árvore**. v. 34, p. 1077-1088, 2010.



ZOCICHE-DE-SOUZA, P.; COSTA, S.; ZOCICHE, J. J. *Baccharis trimera* Less. DC. como indicadora da recuperação de áreas mineradas de carvão. **Revista Brasileira de Biociências**. v. 5, p. 702-704, 2007.

ZORTÉA, M., CHIARELLO, A. G. Observation on the big fruit-eating bat, *Artibeus lituratus* in an urban reserve of South-east Brazil. **Mammalia**. v. 58, p. 665–670, 1994.

ZORTÉA, M., MENDES, S. L. Folivory in the big fruit eating bat, *Artibeus lituratus* (Chiroptera: Phyllostomidae) in eastern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**. v. 9, p. 117-120, 1993.

## 7 ANEXOS

Anexo 1 – Protocolo do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO, de Autorização para Atividades com Finalidade Científica.

|  |   |   |   |                    |
|--|---|---|---|--------------------|
|   |   | Ministério do Meio Ambiente - MMA   |   |                    |
|  |   | Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio                    |   |                    |
|  |   | Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO                      |   |                    |
| <b>Autorização para atividades com finalidade científica</b>   |   |   |   |                    |
| <b>Número:</b> 46623-1   | <b>Data da Emissão:</b> 17/12/2014 14:21  | <b>Data para Revalidação*:</b> 16/01/2016   |   |                    |
| * De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.   |   |   |   |                    |
| <b>Dados do titular</b>  |   |   |   |                    |
| Nome: Fernando Carvalho  |   | CPF: 052.107.589-18   |   |                    |
| Título do Projeto: MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) COMO ESPÉCIES SENTINELAS, INDICADORAS DE RISCOS À SAÚDE RESPIRATÓRIA DE HUMANOS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE  |   |   |   |                    |
| Nome da Instituição : FUCRI-FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA   |   | CNPJ: 83.661.074/0001-04  |   |                    |
| <b>Cronograma de atividades</b>  |   |   |   |                    |
| #  | Descrição da atividade  | Início (mês/ano)  | Fim (mês/ano)                                     |                    |
| 1  | Amostragem dos morcegos nos diferentes pontos   | 11/2014   | 11/2015   |                    |
| <b>Observações e ressalvas</b>   |   |   |   |                    |
| 1  | As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.  |   |   |                    |
| 2  | Esta autorização NÃO exime o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso. |   |   |                    |
| 3  | Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.   |   |   |                    |
| 4  | A autorização para envio ao exterior de material biológico não consignado deverá ser requerida por meio do endereço eletrônico <a href="http://www.Ibama.gov.br">www.Ibama.gov.br</a> (Serviços on-line - Licença para importação ou exportação de flora e fauna - CITES e não CITES).  |   |   |                    |
| 5  | O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar estorpo de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.  |   |   |                    |
| 6  | O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio e o material biológico coletado apreendido nos termos da legislação brasileira em vigor.  |   |   |                    |
| 7  | Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/gen">www.mma.gov.br/gen</a> .   |   |   |                    |
| 8  | Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.   |   |   |                    |
| <b>Outras ressalvas</b>  |   |   |   |                    |
| 1  | As redes de neblinas deverão ser verificadas no mínimo de 30 em 30 minutos.   |   |   |                    |
| <b>Locais onde as atividades de campo serão executadas</b>   |   |   |   |                    |
| #  | Município   | UF  | Descrição do local                                | Tipo               |
| 1  | SIDERÓPOLIS   | SC  | Próximo ao centro urbano da cidade de Siderópolis | Fora de UC Federal |
| 2  | GUARAQUECABA  | PR  | Próximo a Vila de Moradores de Guaraquecaba       | Fora de UC Federal |
| <b>Atividades X Táxons</b>   |   |   |   |                    |
| #  | Atividade   | Táxons  |   |                    |
| 1  | Captura de animais silvestres in situ   | Chiroptera  |   |                    |
| 2  | Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ  | Chiroptera  |   |                    |
| Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ( <a href="http://www.icmbio.gov.br/sisbio">www.icmbio.gov.br/sisbio</a> ). |   |   |   |                    |
| <b>Código de autenticação: 77486389</b>  |   |  | Página 1/4  |                    |



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

|                 |                                   |                                    |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| Número: 46623-1 | Data da Emissão: 17/12/2014 14:21 | Data para Revalidação*: 16/01/2016 |
|-----------------|-----------------------------------|------------------------------------|

\* De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.

#### Dados do titular

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Nome: Fernando Carvalho   | CPF: 052.197.589-18      |
| Título do Projeto: MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) COMO ESPÉCIES SENTINELAS, INDICADORAS DE RISCOS À SAÚDE RESPIRATÓRIA DE HUMANOS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE |                          |
| Nome da Instituição : FUCRI-FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA  | CNPJ: 83.661.074/0001-04 |

|   |   |                        |
|---|---|------------------------|
| 3 | Coleta/transporte de amostras biológicas in situ          | Chiroptera             |
| 4 | Coleta/transporte de espécimes da fauna silvestre in situ | Chiroptera (*Qtde: 10) |

\* Quantidade de indivíduos por espécie, por localidade ou unidade de conservação, a serem coletados durante um ano.

#### Material e métodos

|   |   |  |
|---|---|--|
| 1 | Amostras biológicas (Outros mamíferos)      | Pêlo, Fezes, Fragmento de tecido/órgão |
| 2 | Método de captura/coleta (Outros mamíferos) | Rede de neblina                        |

#### Destino do material biológico coletado

| # | Nome local destino                     | Tipo Destino |
|---|--|--------------|
| 1 | FUCRI-FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA | coleção      |

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 77486389



Página 2/4





Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

|  |  |   |
|--|--|---|
| <b>Número:</b> 46623-1   | <b>Data da Emissão:</b> 17/12/2014 14:21 | <b>Data para Revalidação*:</b> 16/01/2016 |
| * De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão. |  |   |

#### Dados do titular

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Nome: Fernando Carvalho   | CPF: 052.197.589-18      |
| Título do Projeto: MORCEGOS (MAMMALIA: CHIROPTERA) COMO ESPÉCIES SENTINELAS, INDICADORAS DE RISCOS À SAÚDE RESPIRATÓRIA DE HUMANOS NA BACIA CARBONÍFERA CATARINENSE |                          |
| Nome da Instituição : FUCRI-FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE CRICIÚMA  | CNPJ: 83.661.074/0001-04 |

\* Identificar o espécime no nível taxonômico possível.

Este documento (Autorização para atividades com finalidade científica) foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

**Código de autenticação: 77486389**



Página 4/4

## Anexo II – Protocolo da Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UNESC.



**Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Comissão de Ética no Uso de Animais**

**Resolução**

*A Comissão de Ética no Uso de Animais, normatizada pela Resolução n. 02/2011/Câmara Propex e pela Lei Federal 11.794/08, analisou o projeto abaixo.*

**Protocolo: 063-2014-02****Professor responsável:** Jairo José Zocche**Equipe:** Fernando Carvalho, Julia dos Santos Pedroso, Ricardo Aurino Pinho

**Título: “Quirópteros como espécies sentinelas, indicadoras de riscos à saúde respiratória de humanos na Bacia Carbonífera Catarinense”**

*Este projeto foi **Aprovado** em seus aspectos éticos e metodológicos. Toda e qualquer alteração do Projeto deverá ser comunicada à CEUA. Foi autorizada a utilização do total de 60 Morcegos adultos. Os membros da CEUA não participaram do processo de avaliação dos projetos em que constam como pesquisadores. Para demais dúvidas, contatar a CEUA pelo e-mail [ceua@unesc.net](mailto:ceua@unesc.net).*

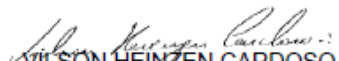
*The Ethics Committee on Animal Use on Research, sanctioned by the resolution number 02/2011/Câmara Propex, in accordance with federal law number 11.794, has analyzed the following Project:*

**Protocol number: 054-2014-02****Principal Investigator:** Jairo José Zocche**Researchers:** Fernando Carvalho, Julia dos Santos Pedroso, Ricardo Aurino Pinho

**Project title: “Bats as sentinels species of hazards human respiratory health in the Catarinense Coal Basin”**

*The project was **Approved** in its ethical and methodological aspects. Any alteration of the original version of this project must be previously submitted to the Committee for further analyzes. May you have further questions, please contact us on [www.unesc.net/propex/ceua](http://www.unesc.net/propex/ceua) or by e-mail: [ceua@unesc.net](mailto:ceua@unesc.net).*

Criciúma, 18 de novembro de 2014.

  
**VILSON HEIZEN CARDOSO**  
 Coordenador Adjunto da CEUA



**Universidade do Extremo Sul Catarinense**  
**Comissão de Ética no Uso de Animais**

**PARECER CONSUBSTANCIADO**

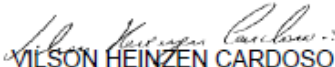
**Protocolo: 063/2014-02**

**Título do Projeto/Aula prática:** Quirópteros como espécies sentinelas, indicadoras de riscos à saúde respiratória de humanos na Bacia Carbonífera Catarinense.

**Recomendação: Aprovado**

**Comentários Gerais:**

- Solicitamos que no recebimento da licença de coleta da pesquisa junto ao SISBIO, a mesma seja encaminhada a CEUA para ser anexada ao projeto.

  
WILSON HEINZEN CARDOSO  
Coordenador Adjunto da CEUA