

UNIVERSIDADE DA REGIÃO DE JOINVILLE – UNIVILLE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE  
DOUTORADO EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

TAMILA KLEINE

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE ENSAIO DE TOXICIDADE  
TRANSGERACIONAL COM *Daphnia magna* PARA APLICAÇÕES  
EM ESTUDOS DE SAÚDE AMBIENTAL – ESTUDO DE CASO:  
ANÁLISE DA TOXICIDADE DO EFLUENTE DE SISTEMA DE  
ABSORÇÃO DE AR ATMOSFÉRICO

JOINVILLE

2018

TAMILA KLEINE

DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE ENSAIO DE TOXICIDADE  
TRANSGERACIONAL COM *Daphnia magna* PARA APLICAÇÕES  
EM ESTUDOS DE SAÚDE AMBIENTAL – ESTUDO DE CASO:  
ANÁLISE DA TOXICIDADE DO EFLUENTE DE SISTEMA DE  
ABSORÇÃO DE AR ATMOSFÉRICO

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saúde e Meio Ambiente da Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, como requisito de defesa para obtenção do título de Doutora em Saúde e Meio Ambiente.

Orientadora: Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira.

Coorientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Westrupp Medeiros.

JOINVILLE

2018

Catálogo na publicação pela Biblioteca Universitária da Univille

K64d	<p>Kleine, Tamila Desenvolvimento de método de ensaio de toxicidade transgeracional com <i>Daphnia magna</i> para aplicações em estudos de saúde ambiental – estudo de caso: análise da toxicidade do efluente de sistema de absorção de ar atmosférico / Tamile Kleine; orientadora Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira; coorientadora Dra. Sandra Helena Westrupp Medeiros. – Joinville: UNIVILLE, 2018.</p> <p>176 f. : il. ; 30 cm</p> <p>Tese (Doutorado em Saúde e Meio Ambiente – Universidade da Região de Joinville)</p> <p>1. Ar – Poluição. 2. Testes de toxicidade. 3. Plâncton. I. Oliveira, Therezinha Maria Novais de (orient.). II. Medeiros, Sandra Helena Westrupp (coorient.). III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 577.276</p>
------	---

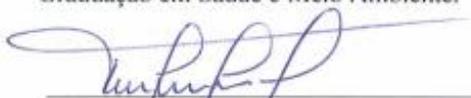
## Termo de Aprovação

**“Desenvolvimento de Método de Ensaio de Toxicidade Transgeracional com *Daphnia magna* para Aplicações em Estudos de Saúde Ambiental - Estudo de Caso: Análise da Toxicidade do Efluente de Sistema de Absorção de Ar Atmosférico”**

por

Tamila Kleine

Tese julgada para a obtenção do título de Doutora em Saúde e Meio Ambiente, área de concentração Saúde e Meio Ambiente e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente.



---

Prof. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira  
Orientadora (UNIVILLE)



---

Prof. Dra. Sandra Helena Westrupp Medeiros  
Coorientadora (UNIVILLE)



---

Prof. Dr. Paulo Henrique Condeixa de França  
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Meio Ambiente

**Banca Examinadora:**



---

Prof. Dra. Therezinha Maria Novais de Oliveira  
Orientadora (UNIVILLE)



---

Prof. Dra. Sandra Helena Westrupp Medeiros  
Coorientadora (UNIVILLE)



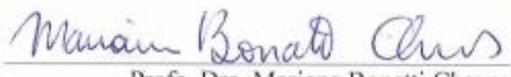
---

Prof. Dr. Cleiton Vaz  
(UDESC)



---

Prof. Dra. Anelise Destefani  
(IFC)



---

Prof. Dra. Mariane Bonatti Chaves  
(UNIVILLE)

Joinville, 30 de novembro de 2018

Ao meu filho.

## AGRADECIMENTOS

Sem o apoio e colaboração de muitos, esta tese não teria sido concluída. Gostaria de deixar meus mais sinceros agradecimentos a todos aqueles que me acompanharam nessa jornada.

À Professora Doutora Therezinha M. N. de Oliveira, pelos anos de confiança – confiança acadêmica e agora também profissional.

À Professora Doutora Sandra Helena Westrupp Medeiros, pela coorientação e paciência, por estar sempre disposta e me ajudar com qualquer dúvida possível.

À Professora Doutora Mariane Bonatti e seus orientandos, pelos dados compartilhados e pelo auxílio nas questões referentes à química.

Ao meu amigo Carlos Eduardo Galoski, responsável pela iniciação dessa pesquisa.

A todas as meninas dos laboratórios da UNIVILLE, que com bom humor diário e companheirismo tornaram a rotina mais leve e gratificante. À Aline pela ajuda e parceria em relação aos meus testes e minhas demandas diárias.

À minha grande amiga Thaiza e toda sua família, que abriram as portas de sua casa para realização dessa pesquisa, cooperando em todas as horas, literalmente, pela ciência e desenvolvimento de informações.

À minha família. Sem vocês nada disso teria sido alcançado. Apoio incondicional, amor que transcende.

À minha irmã, que no meio dessa jornada me deu o maior presente, trazendo mais alegria e amor para a vida de todos. Obrigada pelo carinho, pelas conversas, pelo apoio emocional, e técnico. Uma parte disso tudo veio de você.

Ao meu namorado Felipe, que chegou no meio da turbulência, e está me acompanhando até o final. Obrigada.

Às amigas da vida, aquelas que entendem a ausência e sempre se fazem presentes quando é realmente necessário. Vocês são um porto seguro nesta vida turbulenta.

Ao meu filho. Isso tudo é para você, por você. Você que chegou no início dessa jornada, mostrando o que realmente é o amor, e me fazendo acreditar em toda força que tenho e em tudo de que sou capaz.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

“Nobody said it was easy  
No one ever said it would be so hard”

The Scientist

## RESUMO

Em muitos locais, os padrões de qualidade do ar estão fora do recomendado, podendo atingir de modo crônico as populações mais suscetíveis. Avaliações toxicológicas ambientais são uma forma eficaz de evidenciar e avaliar os efeitos da poluição do ar atmosférico e de demais fatores presentes nos ecossistemas, maximizando conhecimentos obtidos através de análises químicas. Assim, este trabalho teve como objetivo desenvolver ensaio de toxicidade transgeracional com *Daphnia magna* para aplicações em estudos de saúde ambiental, tendo como estudo de caso a análise de toxicidade de efluentes de um sistema de absorção de ar atmosférico. Para cultivar os organismos, identificar as variáveis mais significativas para execução do ensaio e validar o método transgeracional foram utilizadas as metodologias descritas pela ABNT NBR 12.713 (2009) e demais ensaios já realizados com o organismo-teste, utilizando como substância de referência o Dicromato de Potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ). Como resultado foi concebida uma metodologia que possibilita prever efeitos tóxicos crônicos geracionais e transgeracionais nos organismos-teste por meio da medição das variáveis fecundidade, natalidade e mortalidade. Os resultados obtidos com a aplicação do método demonstram que o modelo é eficiente e eficaz para detecção de efeitos de longo prazo. Os ensaios de toxicidade com substâncias similares às localizadas na coleta apresentaram toxicidade crônica transgeracional para o organismo-teste no estudo de caso. Espera-se que com a metodologia desenvolvida e apresentada seja possível desenvolver estudos de toxicidade transgeracional em ambientes sob pressão antropogênica, bem como estudos dos efeitos de substâncias puras, como contribuição para a definição de diretrizes de monitoramento ambiental, prevenindo riscos toxicológicos futuros.

**Palavras chave:** Ensaio transgeracional, *Daphnia magna*, poluição atmosférica.

## ABSTRACT

In many places, air quality patterns do not fit the recommendation, potentially chronically affecting the more susceptible populations. Toxicological environmental assessments are an effective way to show and assess pollution effects of atmospheric air and further factors present in ecosystems, maximizing knowledge obtained through chemical samples. Thus, this work intended to develop a transgenerational toxicity essay with *Daphnia magna* for applications in environmental health studies, taking for case study the assessment of the toxicity of effluents of a system of atmospheric air absorption. In order to grow the organism, identify most significant variables for the execution of the essay, and validate the transgenerational method, the methodologies described by ABNT NBR (2009) were deployed, as well as further essays already made with the test organism, using as reference substance Potassium Dichromate ( $K_2Cr_2O_7$ ) for the validation. As a result, a methodology that enables the foreseeing of toxic, chronic, and generational as well as transgenerational effects in the test organisms was conceived through the mediation of the variables fecundity, birth rate, and death rate. The results obtained with the application of the method show that the model is effective for detecting long-term effects. Toxicity essays with substances similar to the located in the collection have shown chronic transgenerational toxicity for the test organism in the case study. It is expected that, with the developed and presented methodology, it should be possible to develop transgenerational toxicity studies in environments under anthropogenic pressure, as well as studies on the effects of pure substances, as contribution for the definition of environmental monitoring directives, thus preventing future environmental damage.

**Keywords:** Transgenerational test, *Daphnia magna*, atmospheric pollution.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática da anatomia interna e externa de uma <i>Daphnia</i> .....	38
Figura 2. A. Ciclo de vida de <i>Daphnia magna</i> . Representação de ambos os processos reprodutivos: partenogênese e reprodução sexual. B. Fêmea com ovos partenogênicos na sua câmara incubadora. C. Fêmea com ephippium formado. ....	39
Figura 3. Esquema de elaboração de teste de toxicidade crônica com <i>Daphnia magna</i> (BRENTANO, 2006).....	46
Figura 4. Diagrama explicativo do teste transgeracional. ....	48
Figura 5. Localização do ponto de amostragem e flecha com direção dos ventos predominantes na região.....	50
Figura 6. Localização do município de Joinville no estado de Santa Catarina, e no mapa do Brasil.....	51
Figura 7. Área total do Município de Joinville, com divisões demarcando seus 43 bairros. Evidenciado pela marcação vermelha encontra-se o Bairro Boa Vista, e em amarelo os 4 pontos de coletas iniciais, sendo número 4 o Bairro Atiradores, 6 o Bairro Boa Vista, 16 o Bairro Floresta e 42 a Zona industrial norte. Flechas azuis demonstrando a direção dos ventos predominantes na região.....	54
Figura 8. Imagem de satélite do Bairro Boa Vista marcação do bairro em amarelo, e identificação do morro do Boa Vista,.....	55
Figura 9. Ponto de amostragem no Bairro Boa Vista, demarcado pelo pin vermelho ao lado esquerdo do mapa. ....	55
Figura 10. Equipamento para amostragem de ar em meio líquido. ....	56
Figura 11. Sementes de <i>Eruca sativa</i> acondicionadas em placas de Petri para realização de ensaio de fitotoxicidade. ....	66
Figura 12. Representação do bairro Boa Vista e seus arredores, com ilustração da direção dos ventos. ....	78
Figura 13. Acumulação de zinco e alumínio em amostra de água do sistema de absorção, referente à coleta realizada no bairro Boa Vista .....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais padrões de qualidade do ar do Brasil e do mundo para NOx. ....	31
Tabela 2. Padrões de qualidade do ar para materiais particulados segunda a EEA, USEPA e CONAMA. ....	32
Tabela 3. Tabela de limites de tolerância para benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno e seus isômeros. ....	33
Tabela 4. Compostos analisados nas amostras coletadas, com sua descrição. ....	61
Tabela 5. Dias e Horários da segunda batelada de coletas realizadas no Bairro Boa Vista. ....	61
Tabela 6. Dias e horários da 3 <sup>o</sup> e 4 <sup>o</sup> batelada de coletas realizadas no Bairro Boa Vista. ....	62
Tabela 7. Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 1. ....	70
Tabela 8. Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 2. ....	72
Tabela 9. Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 3. ....	73
Tabela 10. Resultados Analíticos dos 26 compostos analisados em amostra do sistema de absorção de ar atmosférico do bairro Boa Vista (continua). ....	79
Tabela 11. Resultado Analíticos dos 26 compostos analisados em amostra do sistema de absorção de ar atmosférico do bairro Boa Vista (conclui). ....	80
Tabela 12. Quantidade de zinco, mercúrio e alumínio, em $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nas amostras coletadas no Bairro Boa Vista. ....	81
Tabela 13. Quantidade de zinco, mercúrio e alumínio, em $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nas amostras coletadas no Bairro Boa Vista, sem troca total de água. ....	82
Tabela 14. Quantificação dos compostos zinco, mercúrio e alumínio por período no bairro Boa Vista. ....	83
Tabela 15. Dados referentes ao ensaio de 7 dias com <i>Eruca sativa</i> . Valores de crescimento da raiz e planta apresentados em centímetros. ....	85
Tabela 16. Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional com Cloreto de Zinco + Cloreto de Alumínio nas concentrações de $1,25 \times 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ e $1,875 \times 10^{-3} \text{mg.L}^{-1}$ respectivamente. ....	86

## LISTA DE ABREVIATURAS

**ABIQUIM** – Associação Brasileira de Indústria Química  
**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
**Al** – Alumínio  
**As** – Arsênio  
**Ba** – Bário  
**BTE<sub>x</sub>** – Benzeno, Tolueno, Etil benzeno e xilenos  
**Ca** – Cálcio  
**CaCO<sub>3</sub>** – Carbonato de Cálcio  
**Cd** – Cádmiio  
**CEP** – Comitê de Ética em Pesquisa  
**CE<sub>x</sub>** – Concentrações Efetivas  
**CE<sub>50</sub>** – Concentração Efetiva Média  
**CL<sub>x</sub>** – Concentrações Letais  
**CL<sub>50</sub>** – Concentração Letal Média  
**Co** – Cobalto  
**CO<sub>2</sub>** – Dióxido de Carbono  
**CONAMA** – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
**COVs** – Compostos Orgânicos Voláteis  
**Cr** – Crômio  
**Cu** – Cobre  
**EEA** – European Economic Area  
**EUA** – Estados Unidos da América  
**Fe** - Ferro  
**FUNASA** – Fundação Nacional da Saúde  
**HCs** – Hidrocarbonetos Cíclicos  
**Hg** – Mercúrio  
**HPAs** – Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos  
**K** – Potássio  
**Mg** - Magnésio  
**Mn** – Manganês  
**Na** – Sódio  
**Ni** – Níquel  
**NO<sub>x</sub>** – Dióxido de Nitrogênio  
**O<sub>3</sub>** - Ozônio  
**OMS** – Organização Mundial da Saúde  
**Pb** – Chumbo  
**PIB** – Produto Interno Bruto  
**PM<sub>x</sub>** – Material Particulado  
**PNMA** – Política Nacional de Meio Ambiente  
**PQAr** – Padrões de Qualidade do ar  
**SCGE** – Single Cell Gel Electrophoresis  
**SISAGUA** – Sistema de Informação da Qualidade da Água para Consumo Humano  
**SO<sub>x</sub>** – Dióxido de Enxofre  
**SO<sub>2</sub>** – Dióxido de Enxofre  
**TCC** – Trabalho de Conclusão de Curso  
**Ti** - Titânio  
**USEPA** – United States Environmental Protection Agency

**VSA** – Vigilância em Saúde Ambiental

**W** - Tungstênio

**ZCAs** – Zona de Convergência do Atlântico Sul

**Zn** – Zinco

**Zr** – Zircônio

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2. INTERDISCIPLINARIDADE</b> .....	20
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	23
3.1. Objetivo Geral.....	23
3.2. Objetivos Específicos.....	23
<b>4. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	244
4.1 Problemática da poluição do ar .....	24
4.2 Avaliação da qualidade do ar no contexto mundial .....	30
4.3 Toxicologia como ferramenta integrada de avaliação ambiental .....	33
4.3.1 Ensaio toxicológicos em meio aquoso .....	34
4.3.1.1 Organismos teste .....	36
4.3.1.2 <i>Daphnia magna</i> .....	37
4.4 Fitotoxicidade .....	41
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	42
5.1 Etapa 1 .....	42
5.1.1 Abordagem da proposta .....	42
5.1.2 Validação do ensaio transgeracional .....	45
5.2 Etapa 2 .....	49
5.2.1 Estudo de caso .....	49
5.2.2 Áreas de estudo .....	49
5.2.3 Pontos de coleta .....	52
5.2.4 Amostragem .....	56
5.2.5 Método de amostragem .....	58
5.2.6 Realização das Coletas .....	59
5.2.6.1 Coletas por bairros .....	59
5.2.6.2 Coleta bairro Boa Vista .....	60
5.2.7 Ensaio de toxicidade .....	63
5.2.7.1 Ensaio de toxicidade nos bairros distintos de Joinville .....	63
5.2.7.2 Ensaio de toxicidade bairro Boa Vista .....	64
5.2.7.3 Ensaio de Fitotoxicidade bairro Boa Vista .....	65
5.2.7.4 Ensaio Transgeracional com Cloreto de Zinco e Cloreto de Alumínio .....	66
5.2.8 Metodologia de análise química em laboratório .....	67
<b>6. QUESTÕES ÉTICAS DA PESQUISA</b> .....	68
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	69
7.1 Ensaio Transgeracional - Desenvolvimento .....	69
7.2 Análise toxicológica nos 4 bairros distintos do município de Joinville .....	76
7.3 Identificação dos poluentes - Bairro Boa Vista .....	78
7.4 Análise temporal das amostras .....	81
7.5 Ensaio de fitotoxicidade bairro Boa Vista .....	84
7.6 Ensaio transgeracional com Cloreto de Zinco e Cloreto de Alumínio .....	85

<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS</b> .....	87
<b>9. REFERÊNCIAS</b> .....	88
<b>10. ANEXOS</b> .....	102
ANEXO A - Carta Controle .....	102
ANEXO B - Soluções adicionadas ao meio de cultivo .....	103
ANEXO C - 1º Análise bairro Boa Vista .....	104
ANEXO D - 2º Análise bairro Boa Vista .....	106
ANEXO E - 3º Análise bairro Boa Vista .....	124
ANEXO F - 4º Análise bairro Boa Vista .....	138
ANEXO G - FISPQ Sulfato de Alumínio .....	156
ANEXO H - FISPQ Óxido de Zinco .....	160
ANEXO I - FISPQ Cloreto de Zinco .....	168

## 1. INTRODUÇÃO

Há cada vez mais sinais evidenciando que os padrões recomendados de qualidade do ar são inadequados para a proteção da população mais suscetível à poluição atmosférica (AMARAL; PIUBELI 2003).

Primeiramente, contudo, deve-se lembrar que a composição do ar atmosférico seco e “limpo” (por volume) é de 78% de nitrogênio, 21% de oxigênio, 0,934% de argônio e 0,036% de dióxido de carbono, contendo ainda frações de gases nobres, uma larga variedade de gases traços e até 4% de vapor de água. Essa mistura de gases localiza-se na camada atmosférica chamada de troposfera (MANAHAN, 2005).

A troposfera (camada de ar localizada a aproximadamente 12 km da crosta terrestre, a qual se dedica a maioria dos estudos relacionados à qualidade do ar) pode sofrer poluição decorrente de eventos naturais – como no caso de erupções vulcânicas que, dependendo de suas dimensões, podem alterar a qualidade do ar em proporções regionais ou globais, de queimadas em florestas oriundas de ação não antropogênica, processos de decomposição de plantas e animais que geram o metano, hidrocarbonetos voláteis emitidos por vegetais, óxidos de nitrogênio de descargas elétricas, poeiras decorrentes de erosões do solo, pólenes de plantas e aerossóis marinhos, entre outros (GODISH; DAVIS; FU, 2014).

Outra forma de poluição do ar é a oriunda de forças antropogênicas, como, por exemplo, as emissões industriais, queimadas na agricultura, incineração de lixo e as emissões de veículos automotores à combustão (gasolina, álcool e diesel), que acarretam problemas que prejudicam a saúde humana, os materiais, as propriedades da atmosfera, a fauna, a vegetação e a economia, sendo, portanto, tema de diversos estudos científicos e regulamentações cujo propósito é avaliar e garantir a qualidade do ar (GODISH; DAVIS; FU, 2014; DERISIO, 2007).

A preocupação com o meio ambiente aumentou no Brasil a partir de 1990 devido a problemas ambientais de grandes dimensões decorrentes do crescimento das populações e suas necessidades de consumo, as quais aceleraram o processo de industrialização e contribuíram para aumentar os riscos à saúde humana e a todo o ecossistema (LEAL; FARIAS; ARAUJO, 2008).

Soma-se a isso que desde a primeira metade do século XX a poluição do ar já constava como um grave problema dos centros urbanos industrializados, onde já se localizava a maior quantidade de fontes antropogênicas (BRAGA; BÖHM; PEREIRA; et al., 2001).

A Organização Mundial da Saúde (OMS ou WHO, na sigla em inglês), já em 2002, atribuiu elevada prioridade à poluição do ar e estimou que esta seja responsável por 1,4% de todas as mortes e por um decréscimo de 0,8% no total dos anos da vida global. Em 2012, a OMS estimou que cerca de 7 milhões de mortes no mundo decorrem da poluição do ar, a partir de fontes urbanas e rurais (WHO, 2014). Além disso, com base nos dados do Guia da Qualidade do Ar Urbano, atualizado em 2016, nove a cada dez pessoas de todo o mundo respiram ar contaminado e estima-se que 4,2 milhões de pessoas morreram por causa da poluição do ar ambiente. Se for considerado, ainda, a poluição do ar em ambientes internos, a estimativa aumenta para 7 milhões de pessoas (WHO, 2018, web).

Uma das causas é o fato de que há mais de 23 milhões de substâncias químicas conhecidas e, dessas, cerca de 200 mil são usadas, mundialmente, como misturas em produtos comerciais (CUNICO; CUNICO, 2015), cujo faturamento, estimado pela Indústria Química Brasileira, para 2017, alcançou aproximadamente R\$ 119,6 bilhões (ABIQUIM,2017).

Algumas dessas substâncias são inseridas em produtos utilizados no dia a dia sem que estudos aprofundados acerca de suas consequências sejam efetuados. Ensaios agudos não são suficientes para avaliar a toxicidade desses produtos, sendo que muitos efeitos podem ser observados somente em ensaios crônicos ou transgeracionais.

Na Figura 1, observa-se um resumo dos principais poluentes presentes em alguns dos grandes centros urbanos do planeta, apresentando-se suas origens, abundância e efeitos na saúde. Destaca-se, neste, a contribuição do tráfego automotivo para a formação de poluentes existentes nas grandes metrópoles e da poluição sonora (BRILHANTE, 1999).

John Snow, em “Maneira de Transmissão do Cólera”, de 1854, abre o estudo da epidemiologia marcando o início de uma nova era na análise das condições de saúde e doença dos grupos humanos. A descoberta das relações perigosas entre o

ambiente contaminado (a bomba d'água de Broad Street) e a infecção intestinal produzida pelo vibrião colérico na população londrina foi seu foco de estudo (BRILHANTE; CALDAS, 1999).

Avaliações toxicológicas ambientais são uma forma eficaz de evidenciar efeitos de combinações de fatores presentes no ecossistema. Através da sua realização, maximiza-se o conhecimento obtido em análises químicas, em geral pouco úteis para o desenvolvimento de ações. Nesta pesquisa, interessam especificamente três tipos de efeito desses ensaios: os agudos, que demonstram quão letais certos compostos podem ser para determinadas espécies; os crônicos, que demonstram em que medida os compostos podem ser subletais aos organismos, desencadeando desequilíbrio na cadeia trófica em espaços de tempo prolongados (VAZ, 2012); e os transgeracionais, a ser tratado mais a fundo ao longo deste trabalho.

A ecotoxicologia pode ser caracterizada como a ciência para a qual a ecologia e a toxicologia convergem com o objetivo de gerir o risco de exposição dos organismos a substâncias nocivas presentes no meio ambiente, possibilitando o estabelecimento de medidas de segurança que previnam os efeitos nocivos das mesmas (ZAGATTO, 2014).

A partir de meados do século passado, organismos vivos passaram a ser utilizados para a detecção da qualidade do ambiente como um todo, inclusive do ar, por meio de um método denominado biomonitoramento (AKSOY; ÖRTÜK, 1977; GARTY; KLOOG; COHEN, 1998).

Para a análise da poluição atmosférica, líquens, fungos e plantas superiores são apresentados na literatura como os principais organismos bioindicadores. Carneiro (2004) identificou 112 espécies vegetais utilizadas como bioindicadores de poluição atmosférica, 22 líquens e 15 musgos. Há também outros organismos que podem ser utilizados com essa finalidade. Silva e colaboradores, por exemplo, utilizaram, em 2007, o molusco *Cantareus aspersus* para avaliação de genotoxicidade induzida por poluentes atmosféricos.

No Brasil, são consolidados e normatizados ensaios para avaliar a toxicidade, aguda ou crônica, em espécies de água doce – tal é o caso, por exemplo, dos ensaios de toxicidade agudos com *Daphnia magna* e crônicos com *Ceriodaphnia dubia*

(COSTA; OLIVI; BOTTA; et al., 2008). Mas não há organismos normatizados para análise de poluição atmosférica.

No primeiro caso (ensaios agudos), o organismo é exposto por um curto período de tempo e os parâmetros medidos são, geralmente, morte ou imobilização. Estes ensaios permitem obter concentrações de efeito para a substância em estudo, que podem ser concentrações letais (CL<sub>x</sub>) ou concentrações efetivas (CE<sub>x</sub>), dependendo do parâmetro utilizado. Os efeitos crônicos pressupõem a exposição do organismo a uma concentração subletal, por um período que seja representativo do seu ciclo de vida, com o intuito de estudar as consequências na reprodução, desenvolvimento, crescimento e comportamento (CAMPOS, 2015).

No Brasil, a normatização para o uso do organismo *D. magna* na realização dos ensaios de toxicidade em água doce é assegurada pela Associação Brasileira das Normas Técnicas (ABNT) por meio da NBR 12.713 (ABNT, 2016). O gênero *Daphnia* é amplamente utilizado em investigações em biologia e ecologia, devido ao fato de serem espécies chave nas cadeias alimentares dulcícolas (ARTAL; ALMEIDA; OLIVEIRA; et al., 2013; BECKER; VAN DAMME; TURNER, 2014), uma vez que são os principais consumidores de algas, bactérias e protozoários e são o primeiro alimento de peixes, tornando-os interessantes como gênero indicador da perturbação dos ecossistemas aquáticos (COVICH; THORP; ROGERS, 2010; DODSON; CÁCERES; ROGERS, 2010). Uma espécie-chave é uma espécie cuja presença controla populações em níveis tróficos inferiores ou superiores (CAMPOS, 2015).

Considerando-se que a poluição atmosférica tem, como mecanismo de remoção natural dos poluentes, a deposição seca e a úmida (chuvas e neblinas, por exemplo), esses poluentes são transferidos diretamente para rios, lagos, mares; e, com isso, podem afetar espécies dulcícolas, de modo que há interligação entre poluição de corpos hídricos com a poluição de ar atmosférico.

Dentre os estudos científicos realizados referentes à qualidade do ar, cita-se o desenvolvido por Guimarães, Lacava e Peixoto (2004), em que se fez uma análise dos impactos provocados pelas emissões do óleo diesel e os principais efeitos toxicológicos sobre a saúde dos seres humanos. Verificaram, também, que as pessoas que moram ou trabalham em grandes centros urbanos e próximas a rodovias com grande movimento de veículos tendem a ter problemas respiratórios e maiores

chances de desenvolver câncer de pulmão quando comparadas às pessoas que estão mais distantes destas áreas de risco. Este fato ocorre porque esse combustível, quando em processo de combustão dentro do motor, não é completamente degradado, o que gera gases que são descartados pelos escapamentos dos veículos, podendo-se citar CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, e HCs, além dos particulados, que podem adsorver os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e que, se forem inalados e adentrarem nas cavidades pulmonares, causam malefícios à saúde humana, com potencial carcinogênico (GUIMARÃES; LACAVA; PEIXOTO, 2004)

De modo geral, o particulado inalável é, basicamente, constituído por sulfatos, nitratos, amônia, aerossol carbonáceo, sais marinhos (NaCl), elementos de solo (Al, Si, Ti, Ca, Fe), metais pesados (Pb, Zn, Cu, V, Ni, Cd, Cr, outros) e água (TURPIN, 1999). Entretanto, esses poluentes não se mantêm estáticos e restritos apenas ao local de emissão, ou aos grandes centros urbanos, mas podem ser transportados na atmosfera por longos caminhos em decorrência das condições meteorológicas. Os poluentes podem ser transportados por convecção, que promove a movimentação das massas de fluidos contendo os poluentes, ou através da difusão, que favorece a movimentação destes da região mais concentrada para a menos concentrada (MANAHAN, 2005).

Com um ensaio transgeracional, realiza-se a exposição de organismos a uma concentração não letal para a geração inicial, buscando a realização do seu completo ciclo de vida, mantendo-se a mesma exposição para 2<sup>o</sup> geração, 3<sup>o</sup> geração e assim sucessivamente, e analisando-se os efeitos de reprodução, desenvolvimento, crescimento e comportamento no todo, assim como possíveis resultados tóxicos nas gerações futuras, por determinadas substâncias.

Os ensaios destinados a avaliar os efeitos multigeracionais para mamíferos e peixes já contam com procedimentos padronizados (NAKAMURA; TAMURA; TAKANOBU, 2015). Porém, não há ensaios equivalentes para invertebrados, embora os organismos apresentem ciclo de vida curto, o que proporcionaria um monitoramento econômico dos efeitos multigeracionais/transgeracionais de substâncias tóxicas em indivíduos e populações (OLIVEIRA-FILHO; GRISOLIA; PAUMGARTTEN, 2009).

Ensaio transgeracionais com *Daphnia magna* podem detectar ações e efeitos de poluentes indetectáveis por meio de ensaios agudos e crônicos, já que se trata de impactos passados para as gerações seguintes.

O fato de ensaios transgeracionais não serem comumente utilizados na área da toxicologia ambiental faz com que muitas ações nocivas ao meio ambiente e até mesmo ao ser humano passem despercebidas, já que somente por meio de ensaios agudos e crônicos não é possível a detecção de toxicidade de alguns compostos.

Nesse sentido, a elaboração de um ensaio transgeracional com um organismo padrão normatizado para ensaios de toxicidade é de extrema importância, pois se propiciam, assim, estudos que verifiquem os possíveis efeitos de determinadas ações para outras gerações.

Com a realização deste trabalho, buscou-se desenvolver ensaio transgeracional com *Daphnia magna* para aplicações em estudos de saúde ambiental, tendo como estudo de caso a análise de toxicidade de efluentes de um sistema de absorção para amostragem de ar em meio líquido no município de Joinville.

Joinville trata-se de um polo da microrregião nordeste do Estado de Santa Catarina devido ao seu desenvolvimento econômico e humano. Caracteriza-se por ser o terceiro polo industrial do sul do Brasil (IBGE, 2017).

Pesquisas realizadas no município de Joinville/SC a respeito da qualidade do ar são escassas. Melo Júnior e colaboradores realizaram, em 2014, pesquisa a respeito do efeito da poluição atmosférica no município em folhas de *Tibouchina granulosa* (Desr.), e concluíram que as plantas localizadas fora da área urbana de Joinville apresentaram diferenças significativas quanto aos atributos estudados, constatando-se maior integridade da planta quando não exposta à poluição.

O Estado de Santa Catarina como um todo está propenso à influência de diversos tipos de circulação atmosférica devido à sua localização geográfica, caracterizando-se a região pela melhor distribuição de precipitação pluviométrica anual. Podem-se destacar, entre os sistemas atmosféricos, as frentes frias, os cavados de nível médio, os vórtices ciclônicos, a convecção tropical, a ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima (MONTEIRO; MENDONÇA, 2005).

## 2. INTERDISCIPLINARIDADE

A relação entre saúde e meio ambiente é de maior aceitação e compreensão pelo viés da interdisciplinaridade. Quando dados alarmantes sobre degradação ambiental são divulgados, ou quando há situações e eventos catastróficos ou ameaçadores, fica evidente a necessidade de consolidação de conhecimentos científicos que permitam evidenciar as implicações inerentes a este contexto, especialmente no que tange a saúde humana (CAMPONOGARA; KIRCHHOF; RAMOS, 2007). Problemas ambientais são, simultaneamente, problemas de saúde, uma vez que os seres humanos e as sociedades são afetados em várias dimensões (FREITAS, 2003).

Sabe-se que analisar isoladamente um determinado risco pode levar ao estabelecimento de um enfoque fragmentado de um estudo, descontextualizando-o de toda a complexidade que o envolve. Porém, esta é a abordagem que ainda prevalece nas publicações de artigos, que priorizam a epidemiologia e a ecologia de vetores, mantendo a tendência errônea de tratar de seus resultados isoladamente, gerando assim baixa repercussão em termos de efetiva intervenção junto à população ou a nível de políticas públicas (CAMPONOGARA; KIRCHHOF; RAMOS, 2007).

No Brasil, essa característica pode ser explicada pela falta de experiência da saúde pública na atuação preventiva, que a leva a focar mais nos efeitos (como, por exemplo, doenças ou morte), e é reforçada por uma estrutura fragmentada que leva a uma compartimentalização das ações em saúde e meio ambiente (AUGUSTO, 2003).

Augusto (2003), entretanto, questiona essas práticas, pois os estudos dos problemas socioambientais requerem abordagens de tipo interdisciplinar e intersetoriais, visando assim a fragmentação do saber, que historicamente tem balizado as práticas de pesquisa e as ações de saúde pública.

Enfrentar essa questão exige uma reforma do pensamento que depende de um modo novo de produzir conhecimento, o que se constitui como um desafio para a política de ciência e tecnologia em saúde (AUGUSTO, 2003).

Porto (1998) afirma que uma das principais contribuições para a questão ambiental reside justamente na possibilidade de se aprofundar essa compreensão

mediante abordagens interdisciplinares e transdisciplinares que visem a integração dos aspectos qualitativos e quantitativos envolvidos nos problemas ambientais.

A Rússia e a Ucrânia chamam a atenção em relação a algumas categorias presentes em publicações interdisciplinares, como, por exemplo, referentes à ecologia humana, e às categorias de pesquisa em saúde, ecologia e educação médica e sua vinculação de ecologia e saúde, sendo algumas dessas categorias somente aceitas nesses países. Nos demais países, essa necessidade pode ainda não ter sido evidenciada devido à aceitação dos próprios trabalhadores do ramo da saúde e da população em geral, ou porque há a persistência na produção científica de enfoque no efeito, na doença, no risco, e não no contexto social que a tudo envolve, nem nos recursos, de diversas naturezas, que são necessários para abordá-los (CAMPONOGARA; KIRCHHOF; RAMOS, 2007).

Visando a construção de um novo modelo de desenvolvimento, Porto (1998) já enfatizava a necessária busca de diálogo entre profissionais das áreas ambientais, da saúde, e outros setores sociais, por meio das práticas interdisciplinares intersetoriais.

Infelizmente no Brasil há um déficit de informações sistemáticas e articuladas que tratem dos riscos ambientais para a saúde, bem como de outros agravos relacionados com situações de risco ambiental, sendo o sistema de vigilância epidemiológica para as doenças infecto-parasitárias de notificação compulsória e intoxicações agudas o único recurso de controle disponível (AUGUSTO, 2004).

Segundo a Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), em seu relatório de atividades de 2001, as ações específicas do setor de saúde se concentram nos efeitos dos problemas ambientais, bem como na sistematização e análise dessas informações, por exemplo, por meio de estudos epidemiológicos descritivos acerca da distribuição de certas doenças entre a população. Porém, todos esses efeitos são consequências finais para a saúde humana, resultado de um longo processo, ao longo do qual vários determinantes e condicionantes atuaram sobre grupos populacionais específicos. Para que se supere esse modelo, requer-se a ampliação de ações em favor da promoção da prevenção, possibilitando-se o relacionamento dos efeitos na saúde com determinantes fatores ambientais antes mesmo que os efeitos apareçam na sociedade. Integrando-se os resultados dessas medidas com ações de promoção,

proteção e prevenção, contribuir-se-ia com um desenvolvimento humano que incorpore as necessidades ambientais, sociais, sanitárias, de saúde e econômicas.

Sabe-se que os problemas de saúde ambiental só serão resolvidos ou minorados com o desenvolvimento e a aplicação de políticas ambientais que sejam claras e eficientes, em que o princípio do desenvolvimento sustentável seja aplicado na solução das questões de meio ambiente, economia e sociedade (BRILHANTE; CALDAS, 1999).

No Brasil, em 1992, na Escola Nacional de Saúde Pública, da Fundação Oswaldo Cruz, surge o primeiro curso sobre Gestão de Risco em Saúde Ambiental no Brasil, no qual se abordam os seguintes temas: poluição, impacto e risco na saúde ambiental; avaliação econômica ambiental; avaliação integrada de risco e gestão ambiental; avaliação de risco para a saúde humana e dos ecossistemas; risco potencial em toxicologia ambiental e; risco epidemiológico (BRILHANTE; CALDAS, 1999).

Essa multidisciplinaridade proporcionada pelo rápido desenvolvimento tecnológico solicita que a questão da saúde seja tratada de forma integrada com os fatores ambientais e as questões econômicas. A melhora da qualidade da saúde ambiental estará necessariamente ligada ao desenvolvimento de processos ecologicamente sustentáveis (BRILHANTE, 1999)

Hancock (1993) formulou um modelo de gestão de saúde ambiental que trata das relações entre saúde, meio ambiente e economia. Em seu modelo, para que a economia fosse ambientalmente sustentável, seria necessário que a atividade econômica não utilizasse recursos renováveis – como plantas, animais e solo –, além dos seus limites de renovação ou de recomposição (sustentabilidade); não deveria, ainda, poluir o ar e os ecossistemas terrestres e aquáticos de modo que inviabilizasse a recomposição; nem poderia perturbar ou desequilibrar a atmosfera ou outros ciclos e sistemas naturais a ponto de comprometer a viabilidade desses ecossistemas.

Assim, este trabalho apresenta um método de avaliação dos efeitos transgeracionais da poluição do ar, evidenciando riscos à saúde dos ecossistemas e seus habitantes e realizando um estudo de caso com aplicação de um método inovador que está sendo proposto. Trata-se de um trabalho interdisciplinar que engloba as áreas de saúde e meio ambiente.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

Desenvolver ensaio de toxicidade transgeracional com *Daphnia magna* para aplicações em estudos de saúde ambiental de ecossistemas, tendo como estudo de caso a análise de toxicidade do efluente de um sistema de absorção para amostragem de ar atmosférico, realizada em um bairro do município de Joinville.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Desenvolver e validar metodologia de ensaio toxicológico transgeracional com o organismo *Daphnia magna*;
- Montar sistema de absorção para amostragem de ar atmosférico;
- Identificar principais poluentes do meio líquido oriundos do sistema de absorção utilizado em um bairro do município de Joinville;
- Realizar análise temporal do comportamento dos principais poluentes passados do ar para água.
- Realizar ensaio toxicológico transgeracional com o organismo *Daphnia magna*, utilizando o efluente do sistema de absorção.
- Realizar ensaio de fitotoxicidade utilizando o efluente do sistema de absorção.

## 4. REVISÃO DA LITERATURA

### 4.1 Problemática da poluição do ar

No início do século XX, a falta de água potável e de alimentos preocupava a todos, mas julgava-se que o ar, necessário para a respiração dos seres humanos e de outros seres vivos, nunca deixaria de estar disponível de forma adequada à manutenção da vida, e isto se traduziu numa menor quantidade de estudos acerca do tema. No entanto, nos últimos anos surgiu uma gama considerável de doenças relativas à qualidade do ar, que se tornou, assim, uma grande preocupação (RUSSO, 2010).

A poluição do ar passou a ser considerada uma questão ligada à saúde pública a partir da Revolução Industrial, deixando de ser um problema relativo apenas ao bem-estar e passando a representar um risco efetivo à população. Inicialmente, esse risco era basicamente limitado aos trabalhadores de atividades com grande exposição a contaminantes, como, por exemplo, trabalhadores de minas de carvão, que frequentemente iam a óbito devido a intoxicações causadas pelo ar insalubre do interior das minas. Porém, com a intensificação das atividades urbano-industriais, esses episódios adquiriram maior abrangência, passando a atingir de modo amplo a população das cidades (RUSSO, 2010).

Ainda no século XX, a poluição atmosférica nos centros urbanos também começa a ser identificada como um grave problema de saúde pública, sendo duas as principais fontes urbanas de emissão associadas à contaminação do ar: as indústrias e os veículos automotores (RUSSO, 2010).

Mesmo com a presença de substâncias nocivas em baixas concentrações no ar, o risco é significativo devido ao tempo de exposição, já que uma substância tóxica, mesmo que presente em pequena quantidade no ar, pode se tornar perigosa devido ao seu efeito acumulativo no organismo (RUSSO, 2011).

No Brasil, os dados a esse respeito foram coletados, em sua maioria, a partir de pesquisas realizadas no município de São Paulo, indicando que os níveis de poluição do ar em nosso meio seriam suficientes para causar efeitos adversos à saúde e deixando dúvidas a respeito de se existem outras causas de morte e de morbidade

mais específicas associadas à poluição, por exemplo (CASTRO; GOUVEIA; CEJUDO, 2003).

Dados internacionais apresentam resultados mais aprofundados a respeito desse assunto. No Brasil, ainda não há suporte para pesquisas que acompanhem o ser humano e o meio em que ele vive, realizando correlações de saúde humana com saúde ambiental, por um longo período de tempo.

Segundo Viola (2010), para proteger o ambiente é necessário ir além dos mecanismos rígidos de comando e controle que predominaram no mundo nos últimos 30 anos. A criação de mecanismos de mercado que valorizam os recursos naturais é uma extraordinária inovação cujo primeiro exemplo deu-se nos EUA com a emenda de 1990 ao Clean Air de 1970. Por causa dessa Emenda de 1990, que criou as cotas comercializáveis de poluição nas bacias aéreas regionais dos EUA, a poluição do ar diminuiu em uma média de 40% nos EUA entre 1991 e 1998. Várias iniciativas, seguindo o mesmo princípio, estão em processo de adoção em vários países e internacionalmente (o *Clean Development Mechanism* entre países desenvolvidos de um lado e médios e pobres do outro é um exemplo).

O Protocolo de Quioto (1997) estabelecia as cotas de emissões de carbono comercializáveis entre alguns países. Um excelente trabalho com ações internacionais buscando uma melhoria da qualidade do ar que, infelizmente, com o passar dos anos, foi perdendo seu foco e não possibilitou o alcance das metas pretendidas para cada país desse anexo.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2005, publicou os padrões de qualidade do ar (PQAr), informando que há variação de acordo com a abordagem adotada para balancear riscos à saúde, viabilidade técnica, considerações econômicas, e vários outros fatores tanto políticos como sociais, que dependem, entre outras coisas, do nível de desenvolvimento e da capacidade nacional de gerenciar a qualidade do ar.

As diretrizes recomendadas pela OMS levam em conta essas diferenças e reconhecem que, ao formularem políticas de qualidade do ar, as circunstâncias locais devem ser consideradas pelo governo antes de se adotar valores para os padrões nacionais (CETESB, 2011).

A Legislação Federal Brasileira que regulamenta a qualidade do meio ambiente, relacionando-a com a poluição do ar, das águas e do solo, teve início com o Decreto-Lei nº 1.413, de 14 de agosto de 1975, que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais. Porém, esse Decreto foi complementado pela Lei nº 6.803, de 02 de julho de 1980, que dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição e dá outras providências. Ambos foram concebidos em decorrência dos graves problemas de poluição do ar em regiões densamente industrializadas, sendo estabelecidas regras para localização de áreas industriais e limitações de uso em seus entornos, não tratando especificadamente de limites de emissão.

Em 1981, a Lei nº 6.938, também conhecida como a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA, veio como resposta brasileira em relação às resoluções, indicações e pressões decorrentes da Conferência das Nações Unidas sobre o Homem e o Meio Ambiente, realizada em Estocolmo em 1972. A partir de então, organismos multilaterais de financiamento passaram a exigir que o componente ambiental integrasse os estudos de viabilidade de empreendimentos de infraestrutura e de produção.

A Política Nacional de Meio Ambiente define poluição como degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

a) Prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) Criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (art. 3º, inciso III).

A Política Nacional de Meio Ambiente atribui para o CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) a competência para estabelecer, privativamente, normas e padrões nacionais de controle da poluição por veículos automotores, aeronaves e embarcações, mediante audiência dos Ministérios competentes (art. 8º, inciso IV) e para estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos (art. 8º, inciso VII).

A Constituição outorgada em 1988 incorporou o conteúdo da Política Nacional de Meio Ambiente, estabelecendo como competência comum da União, dos Estados,

do Distrito Federal e dos Municípios “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” (art. 22, inciso IV), sendo também de sua competência legislar sobre “florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição” (art. 24, inciso IV) devendo, na legislação concorrente, a União limitar-se ao estabelecimento de normas gerais.

Segundo a Resolução CONAMA nº 3 de 1990, Resolução essa que complementa a CONAMA nº 005/1989, considera-se poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que torne ou tenha possibilidade de tornar o ar:

- Impróprio, nocivo ou ofensivo a saúde;
- Inconveniente ao bem estar público;
- Danoso aos materiais, à fauna, e a flora;
- Prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Em relação a fontes antropogênicas, estão hoje em vigor as resoluções do CONAMA 382/2006 e a 436/2011, nas quais se estabelecem concentrações limites de emissões de determinados poluentes para a atmosfera.

No Brasil é obrigação municipal estabelecer seus padrões de qualidade do ar, gerando-se assim leis municipais.

A legislação federal estabelece, em relação ao controle de poluentes, dois padrões de qualidade do ar:

- Padrões Primários de qualidade do ar: concentrações de poluentes que quando ultrapassadas podem acarretar danos à saúde da população; e
- Padrões Secundários de qualidade do ar: concentrações de poluentes abaixo das quais se espera o mínimo efeito sobre a saúde da população, da fauna e da flora.

Essa definição está presente na Portaria Normativa do IBAMA (Instituto Brasileiro de Apoio ao Meio Ambiente) de 14 de Março de 1990, que foi transformada em resolução pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em 28 de Junho de 1990 e que define que, a curto e médio prazo, os padrões primários devem ser os desejados e que, a longo prazo, os padrões secundários devam ser objetivados.

Os custos envolvidos na redução da emissão de poluentes em sua maioria são bastante elevados. Portanto, a quantificação dos efeitos da poluição e a determinação de limites aceitáveis para os níveis de diversos poluentes ambientais são questões fundamentais e que merecem atenção especial em países que estão em desenvolvimento, convivendo não só com níveis de poluição elevados, como também com poucos recursos para investimentos em medidas de prevenção e controle (DAUMAS; MENDONÇA; AZEVEDO; et al., 2004). Investimentos tanto em equipamentos quanto em pesquisa são poucos e, chegando o século XXI, o panorama não obteve grandes modificações – tendo até piorado em alguns casos –, tornando grave a situação da saúde como consequência da poluição atmosférica.

A Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (2000), órgão do Ministério da Saúde, por meio do Decreto nº 3.450/2000, inicia oficialmente no Brasil o processo de implantação da Vigilância em Saúde Ambiental (VSA) no SUS, centrado na reforma dos Centros de Controle de Zoonose e na estruturação do Sistema de Informação da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA). Porém, a questão de poluição do ar ainda não é vista como um parâmetro relevante a ser monitorado para a questão de controle de saúde ambiental.

Surge então em 2003 o conceito de Saúde Ambiental, que possibilitaria, segundo Rigotto (2003), a identificação dos agravos à saúde relacionados ao ambiente e das dificuldades no estabelecimento destas relações, propondo ainda alguns desafios epistemológicos e metodológicos, que podem ser grandes aliados na prevenção de doenças relacionadas ao meio ambiente.

O ar, responsável pela nossa sobrevivência, entra então como um parâmetro de difícil monitoramento, mas com demasiada importância para a saúde ambiental da população.

As relações dos processos produtivos com os territórios em que se inserem frequentemente trazem implicações tanto para a saúde de trabalhadores diretamente envolvidos como para o ambiente e as comunidades do entorno ou mais distantes, gerando novas necessidades no que se refere à saúde, pautadas no âmbito da Saúde Coletiva. Isso aponta para a importância da aproximação entre Saúde do Trabalhador e Saúde Ambiental (PORTO, 2005; RIGOTTO, 2003; TAMBELLINI; CÂMARA, 1998).

Qualidade do ar é o termo que se usa, normalmente, para traduzir o grau de poluição no ambiente atmosférico. Ocorre poluição do ar quando resíduos gasosos modificam o aspecto estético, a composição ou a forma do meio físico (FILHO, 2010).

A atmosfera de um centro urbano é constituída por gases e partículas que podem se tornar poluentes quando estão acima das concentrações naturais da atmosfera. Esses gases e partículas podem ser emitidos por fontes naturais como solo, pólen ou vulcões, ou decorrer de atividades antrópicas, como queima de combustíveis, indústria ou atividade agrícola (SEINFELD; PANDIS, 1998).

Segundo Amaral e Piubeli (2003), é possível a manifestação de consequências graves para a saúde humana mesmo quando os poluentes se encontram dentro dos limites pré-estabelecidos. Sendo a mortalidade um marcador de efeitos sobre a saúde, parâmetros de morbidade também devem ser analisados, visto que as pessoas que chegam a óbito devem ter apresentado um histórico clínico de alterações anteriormente. Essas alterações clínicas são documentadas na forma de exacerbações de sintomas respiratórios e cardiovasculares, aumento das crises de asma e dor pré-cordial, limitação funcional, maior utilização de medicamentos, número de consultas em pronto-atendimento e internações hospitalares. Em resumo, através da análise dos estudos realizados em variados centros urbanos, que utilizam estes ou outros desenhos epidemiológicos, Amaral e Piubeli concluíram, em 2013, que:

- As concentrações de poluentes atmosféricos encontradas em grandes cidades ocasionam afecções agudas e crônicas no trato respiratório, mesmo quando esses se encontram abaixo do padrão de qualidade do ar;
- A maior incidência de patologias, tais como bronquite e asma, está associada com as variações de concentrações de vários poluentes atmosféricos;
- A mortalidade por patologias do sistema respiratório apresenta uma forte associação com a poluição atmosférica;
- As populações mais vulneráveis são as crianças, idosos e aquelas que apresentam doenças respiratórias;
- A mortalidade por doenças cardiovasculares tem sido muito relacionada a poluição atmosférica urbana; e
- Estudos experimentais e toxicológicos têm dado sustentação aos resultados encontrados em vários estudos epidemiológicos.

Segundo Cropper e Simon (1996), estudos epidemiológicos são considerados a forma mais adequada de se medir impactos da poluição do ar nas taxas de mortalidade e morbidade, pois possuem a capacidade de capturar tanto os efeitos agudos quanto os crônicos.

Estudos epidemiológicos têm mostrado que doenças e limitações não são consequências inevitáveis do envelhecimento, e que o uso de serviços preventivos, eliminação de fatores de risco e adoção de hábitos de vida saudáveis são fatores importantes para o envelhecimento saudável.

No Brasil, ainda são poucas as pesquisas relacionando poluição atmosférica a doenças. Sendão (2008) realizou em Portugal um trabalho que serviu de base em muitos aspectos para realização desta pesquisa.

No Brasil, o estudo mais recente envolvendo esse tema tem base populacional, e é o primeiro estudo feito em países de média e baixa renda que evidencia um alarmante achado para a saúde pública nesses países. Intitulado *Increase of Stroke incidence in Young Adults in a Middle-Income Country*, o artigo de Cabral e colaboradores (2017) mostra a importância da prevenção e os cuidados necessários ao ambiente como um todo, visando a preservação da saúde.

Devido a impossibilidade da utilização de seres humanos para pesquisas iniciais, os diferentes tipos de estresse nos organismos vivos têm sido utilizados para avaliar a qualidade do meio em que vivem, sendo possível evidenciar, assim, dados apontados nos estudos envolvendo epidemiologia (BUIKEMA; VOSHELL, 1993).

#### **4.2 Avaliação da qualidade do ar no contexto mundial**

O monitoramento da qualidade do ar é uma ferramenta importante para a avaliação da poluição em atmosferas urbanas e industriais, principalmente em relação aos riscos ambientais e à saúde humana. Castro, Araújo e Silva (2013) apresentam esses riscos relacionados aos poluentes NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, materiais particulados, O<sub>3</sub>, metais e orgânicos (BTEX, clorados, pesticidas etc).

Na tabela 1, pode-se visualizar os principais padrões de qualidade do ar do Brasil e do mundo para NO<sub>x</sub>.

**Tabela 1.** Principais padrões de qualidade do ar do Brasil e do mundo para NO<sub>x</sub>.

LEGISLAÇÃO	TEMPO DE EXPOSIÇÃO	CONCENTRAÇÃO
OMS	1 hora	200 µg/m <sup>3</sup>
EEA	1 hora	200 µg/m <sup>3</sup>
USEPA	1 hora	100 ppb
CONAMA	1 hora	320 µg/m <sup>3</sup>

**Fonte:** CASTRO; ARAÚJO; SILVA, 2013.

Os NO<sub>x</sub> são compostos poluentes tóxicos e comuns que afetam a saúde humana, principalmente em áreas urbanas. Não há estudos que demonstrem o perigo para a saúde humana representado por esse composto nas concentrações encontradas nas grandes cidades (CASTRO; ARAÚJO; SILVA, 2013).

Em relação ao dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), estudos epidemiológicos revelam uma associação entre a poluição por esse composto e o alto nível de morbidade e mortalidade por doenças respiratórias e câncer de pulmão (PAN; ZHANG; FENG; et al., 2010).

A Tabela 2 mostra os padrões de qualidade do ar para os materiais particulados segundo a EEA, USEPA e CONAMA, sendo esses representados pelos materiais totais em suspensão, partículas com diâmetro igual ou superior a 100 µm e materiais com diâmetro de 10 µm e 2,5 µm.

Material particulado de origem veicular é provavelmente a principal fonte de metais em ambientes urbanos. Dependendo do tamanho da partícula, metais de transição associados ao material particulado podem apresentar maior nível de penetração, causando mudanças nas atividades das estruturas celulares e aumentando, assim, o estresse oxidativo (GIODA; GIODA, 2006).

**Tabela 2.** Padrões de qualidade do ar para materiais particulados segunda a EEA, USEPA e CONAMA.

	POLUENTE	PADRÕES	CONCENTRAÇÃO	TEMPO DE EXPOSIÇÃO
EEA	PM <sub>2,5</sub>	-	25 µg/m <sup>3</sup>	1 ano
	PM <sub>10</sub>	-	50 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
USEPA	PM <sub>2,5</sub>	Primário	12 µg/m <sup>3</sup>	Anual
		Secundário	15 µg/m <sup>3</sup>	Anual
		Primário e Secundário	35 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
	PM <sub>10</sub>	Primário e Secundário	150 µg/m <sup>3</sup>	24 horas
CONAMA	PM <sub>2,5</sub> + PM <sub>10</sub>	Primário e Secundário	50 µg/m <sup>3</sup>	1 ano
			150 µg/m <sup>3</sup>	24 horas

Fonte: CASTRO; ARAÚJO; ILVA, 2013.

Amaral (2016) classificou os metais de acordo com a abundância e a toxicidade, levando em consideração três critérios:

- Metais não críticos (Na, K, Ca, Mg, Al e Fe);
- Metais raros, insolúveis e tóxicos (W, Ti, Zr e Ba);
- Metais muito tóxicos e relativamente disponíveis (Ni, Cu, Zn, As, Cd, Hg e Pb).

Metais como Pb, Cr e Hg não apresentam função biológica, podendo ser altamente tóxicos aos organismos vivos e ao ambiente. Outros metais como Fe, Cu e Zn são essenciais aos seres vivos, pois atuam em rotas metabólicas relevantes; em concentrações elevadas, no entanto, tornam-se também prejudiciais (FERREIRA, 2003).

Os compostos orgânicos voláteis (COVs) englobam um grande número de poluentes que se encontram presentes no ar atmosférico (HOSHI; AMANO; SASAKI; et al., 2008). A composição e a presença desses compostos estão diretamente relacionados com o uso de combustíveis veiculares (MARTINS; ARBITA; BAUERFELDT; et al., 2007). O benzeno, o etilbenzeno, o tolueno e os xilenos representam uma grande fração desses compostos emitidos em atmosferas urbanas (SINGH; SALAS; VIEZEE; et al., 1992).

A OMS propõe somente orientações em relação aos BTEX e a USEPA não propõe quaisquer padrões; apenas a Agência de Segurança e Saúde Ocupacional dos Estados Unidos define alguns padrões (HAN; NAEHER, 2006).

No Brasil, o Ministério do Trabalho e Emprego estabelece valores de exposição para ambientes de trabalho conforme a NR-15, anexos nº 11 e 13, no que se refere aos BTEX, em relação aos agentes químicos e atividades e operações insalubres (Tabela 3).

**Tabela 3.** Tabela de limites de tolerância para benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno e seus isômeros.

POLUENTES	EXPOSIÇÃO	RECOMENDAÇÕES
Benzeno	48h/semana	3,19 mg/m <sup>3</sup>
Tolueno	48h/semana	290 mg/m <sup>3</sup>
Etilbenzeno	48h/semana	340 mg/m <sup>3</sup>
Xileno	48h/semana	340 mg/m <sup>3</sup>

Fonte: MTE, 1978.

Sabe-se que gases se solubilizam em líquidos com magnitudes diferenciadas. Por exemplo, a solubilidade do xenônio em n-octano é 470 vezes maior que a solubilidade do hélio na água. Essa incrível característica dos gases de se solubilizar em quantidades diferentes nos líquidos fez com que os estudos se intensificassem e, conseqüentemente, diversas aplicações surgiram (GALVÃO, 2011).

A exposição aos materiais particulados por longo prazo e em altas concentrações pode aumentar risco de câncer de pulmão, doenças respiratórias obstrutivas crônicas e arteriosclerose; a curto prazo, pode ocasionar o aparecimento de outras doenças respiratórias, como bronquite e asma, além de mudanças na variabilidade da frequência cardíaca (HALES; HOWDEN-CHAPMAN, 2007).

### 4.3 Toxicologia como ferramenta integrada de avaliação ambiental

Em junho de 1969, durante uma reunião do *Committee of the International Council of Scientific Unions (ICSU)*, em Estocolmo, foi sugerido, pelo toxicologista francês René Truhaut, o termo ecotoxicologia para referir-se à ciência que estuda os efeitos das substâncias naturais ou sintéticas sobre os organismos vivos, populações e comunidades, animais ou vegetais, terrestres ou aquáticos, que constituem a biosfera, incluindo assim a interação das substâncias com o meio nos quais os

organismos vivem num contexto integrado (TRUHAUT, 1977 *apud* ZAGATTO; BERTOLETTI, 2006).

A ecotoxicologia surgiu para estudar os efeitos de substâncias naturais ou sintéticas sobre os seres vivos, dentro das comunidades terrestres, aquáticas ou atmosféricas. O conhecimento ecotoxicológico é multidisciplinar, congregando assim conhecimentos de biologia, química, ecologia, fisiologia, etologia e toxicologia clássica. Dados ecotoxicológicos são uma excelente ferramenta de indicação de efeitos mortos-funcionais, deletérios, toxicidade e impacto ocasionado pelos produtos químicos (BASILE, 2008).

Ensaio de toxicidade são importantes para avaliar as concentrações de produtos tóxicos capazes de provocar respostas deletérias em organismos, podendo se acumular em cada nível trófico. Tais ensaios ecotoxicológicos não devem ser utilizados isoladamente, mas sim como parte integrante de análises de poluição, em conjunto com análises químicas, físicas e ecológicas (GUIMARÃES; LACAVA; PEIXOTO, 2004).

O uso dos ensaios ecotoxicológicos tem se intensificado para diversas finalidades. Universidades brasileiras vêm desenvolvendo cada vez mais pesquisas e estudos, sendo que algumas já introduzem a disciplina Ecotoxicologia nos currículos de seus programas de pós-graduação (ZAGATTO, 2006).

#### **4.3.1 Ensaio Toxicológico em meio aquoso**

Vários ensaios de toxicidade já estão bem estabelecidos, sendo alguns padronizados nacional e internacionalmente por associações ou organizações de normalização, como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (ARAGÃO; ARAÚJO, 2006).

Os ensaios ecotoxicológicos são capazes de demonstrar as respostas fisiológicas dos organismos a diversas substâncias presentes no ecossistema (BECKER; VAN DAMME; TURNER; et al., 2014), e são indicados como os primeiros a serem realizados para análise de uma amostra, seguidos por análises químicas e podendo, assim, estabelecer ligação direta com as substâncias localizadas (KNIE;

LOPES, 2004; JONES; REYNOLDS; RAFFAELLI, 2006; SANTOS, 2008; PALMA; LEDO; ALVARENGA, 2016).

Os efeitos tóxicos de uma substância ou de um conjunto de substâncias podem ser agudos, crônicos (CAMPOS, 2015) ou transgeracionais (VAZ, 2012).

Os efeitos agudos são respostas rápidas que os organismos apresentam quando expostos a um estímulo; os efeitos crônicos, por sua vez, são aqueles que produzem efeitos deletérios aos organismos (ESPÍNDOLA; BRIGANTE; DORNFELD, 2003); enquanto os transgeracionais são aqueles que produzem efeitos deletérios nas gerações seguintes, podendo ser analisados na 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup> e até na 3<sup>a</sup> geração (VAZ, 2012). Os 3 efeitos citados acima podem ser determinados por bioensaios de toxicidade, nos quais uma quantidade conhecida de organismos é exposta ao agente estressante por períodos conhecidos de tempo e os efeitos são avaliados (ESPÍNDOLA; BRIGANTE; DORNFELD, 2003).

Os ensaios de toxicidade aguda avaliam efeitos tóxicos letais, obtendo assim uma resposta rápida dos organismos aquáticos a um estímulo que se manifesta em um intervalo que varia normalmente de 0 a 96 horas, dependendo dos organismos teste a serem estudados (RAND; PETROCELLI, 1985).

O efeito observado é a mortalidade ou outra manifestação do organismo que a anteceda, como o estado de imobilidade em invertebrados. O resultado se expressa com a Concentração Letal Média (CL<sub>50</sub>) ou a Concentração Efetiva Média (CE<sub>50</sub>), ou seja, concentração do agente tóxico que causa mortalidade ou imobilidade, respectivamente, a 50% dos organismos testes após determinado tempo de exposição (MAGALHÃES; FERRÃO FILHO, 2008).

Os ensaios agudos são muito utilizados para a avaliação da toxicidade, pois são mais rápidos e baratos, mas não fornecem muita informação (PALMA; LEDO; ALVARENGA, 2016). Apesar de a toxicidade aguda ser de extrema importância para compreender a ação de um poluente quando, por exemplo, ocorre uma exposição acidental ao mesmo, a principal ameaça dos contaminantes está relacionada com os seus efeitos crônicos, quando os organismos são expostos a concentrações tão baixas que afetam os processos biológicos essenciais à sua sobrevivência e reprodução a médio-longo prazo, mas podem ficar obscuros durante gerações, colocando em risco o seu papel no ecossistema e contribuindo para a perda da

biodiversidade (KNIE; LOPES, 2004; GHISELLI; JARDIM, 2007; DEVAUX; FIAT; GILET; et al., 2011).

Os ensaios de toxicidade crônica são utilizados para medir os efeitos de substâncias tóxicas em espécies durante uma parte significativa do seu ciclo de vida. É possível avaliar os efeitos subletais de agentes tóxicos na reprodução, crescimento e comportamento dos organismos devido às perturbações fisiológicas e bioquímicas causadas por determinados agentes (ADAMS; ROWLAND, 2002).

Ensaio multigeracionais ou transgeracionais (como nomeamos nesta pesquisa) para mamíferos e peixes já apresentam procedimentos normatizados (NAKAMURA; TAMURA; TAKANOBU, 2015). Porém, não há ensaios equivalentes para invertebrados, embora esses organismos apresentem ciclo de vida curto, o que proporciona um monitoramento econômico dos efeitos multigeracionais/transgeracionais de substâncias tóxicas em indivíduos e populações (OLIVEIRA-FILHO; GRISOLIA; PAUMGARTTEN, 2009).

Cupertini realizou, em 2017, ensaios multigeracionais com *Daphnia magna*. Porém, o ensaio realizado por Cupertini, assim como outros localizados na bibliografia consultada, realizam ensaios multi/transgeracionais agudos, diferente do que ocorre nesta pesquisa, que busca a padronização de ensaio transgeracional crônico para o organismo *Daphnia magna*.

Ensaio transgeracionais visam analisar efeitos de substâncias tóxicas que não apresentem efeitos tóxicos em ensaios agudos ou crônicos, mas que possuam capacidade de afetar as gerações seguintes, sendo analisados os parâmetros mortalidade, natalidade, fecundidade e mobilidade.

Ensaio ecotoxicológicos que testam toxicidade a diferentes níveis aumentam a sensibilidade da avaliação e complementam-se ao trazerem informações adicionais que possibilitem uma melhor compreensão do mecanismo de toxicidade (CAMPOS, 2015).

#### **4.3.1.1 Organismos Teste**

É inviável que um laboratório realize ensaios com todas as espécies de um ecossistema. Em função disso, nos anos 50, em vários países, como Alemanha,

Estados Unidos, França e Inglaterra, certos organismos foram selecionados, por critérios que consideravam um ponto de vista ecossistêmico, para representar os grupos mais importantes dentre os que compõem o funcionamento de um ecossistema. Para isso, muitas pesquisas foram realizadas com diversas espécies de vegetais e animais, a fim de indicar os organismos que fossem representativos de cada ecossistema. Considerou-se que, mesmo dentro de um mesmo grupo taxonômico, cada espécie possui uma sensibilidade diferenciada (KNIE; LOPES, 2004).

A partir da enorme gama de organismos pesquisados nos anos 50 e 60, alguns foram normatizados e hoje são utilizados nos laboratórios de pesquisa de diversos países (KNIE; LOPES, 2004).

Zagatto e Bertoletti (2006) citam algumas normas já existentes, tanto para ensaios de toxicidade aguda quanto crônica, para diferentes grupos: algas (ABNT, 1992; CETESB, 1994), microcrustáceos (ABNT, 1993; CETESB, 1994) e peixes (CETESB, 1990; ABNT, 2004).

Muitos critérios são considerados para a realização de ensaios com organismos vivos, como: importância na cadeia alimentar, fácil manuseio e obtenção dos organismos (KNIE; LOPES, 2004).

#### **4.3.1.2 *Daphnia magna***

*Daphnia magna*, os organismos teste utilizado nesta pesquisa, são microcrustáceos de água doce pertencentes à ordem Cladocera (classe Branchiopoda). Suas populações são abundantes em habitats lânticos (água parada) (ANTUNES E CASTRO, 2017).

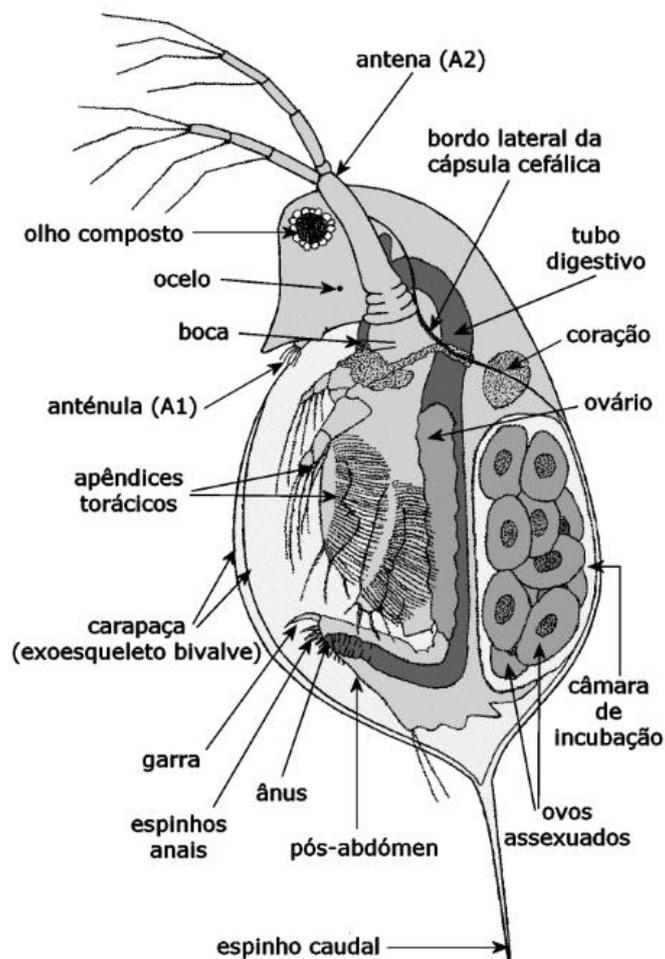
São organismos representantes do plâncton (conjunto de organismos que não possui os movimentos natatórios que o capacitaria a nadar contra as correntes) e alimentam-se de partículas finas de matéria orgânica em suspensão, incluindo leveduras, bactérias e microalgas (fitoplâncton) (ANTUNES E CASTRO, 2017).

Serve de alimento a uma enorme variedade de invertebrados e vertebrados (ANTUNES E CASTRO, 2017), o que torna esse organismo uma espécie chave na cadeia alimentar, característica essa que aumenta sua relevância enquanto indicador

de qualidade ambiental e faz com que seja bastante apropriado para a realização de ensaios de toxicidade.

Morfologicamente, possuem uma carapaça cuticular bivalve (exosqueleto) que envolve somente o seu corpo, não a cabeça, e utilizam o segundo par de antenas como principal órgão de locomoção (Figura 1). Caracterizam-se por possuírem apêndices torácicos em forma de folha (Figura 1), que constituem a principal superfície respiratória e, ao mesmo tempo, fazem parte do aparato de filtração de partículas em suspensão (ANTUNES E CASTRO, 2017).

**Figura 1.** Representação esquemática da anatomia interna e externa de uma Daphnia.

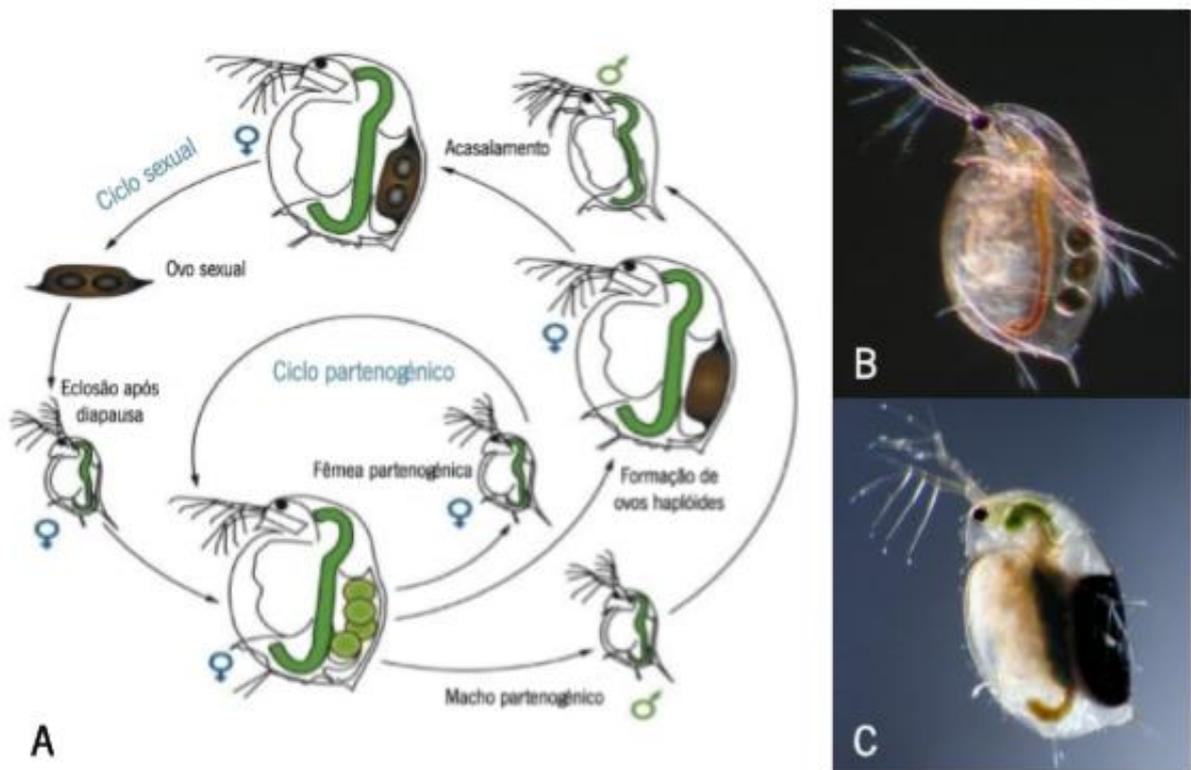


Fonte: ANTUNES E CASTRO, 2017

Podendo reproduzir-se tanto assexuadamente – sob condições ambientais favoráveis, uma fêmea pode dar origem a fêmeas juvenis geneticamente idênticas à

progenitora (reprodução por partenogênese) ou, quando expostas a condições ambientais adversas (diminuição do nível da água, sobre-população, baixas temperaturas, entre outros), as fêmeas podem produzir machos –, quanto sexuadamente: na presença de machos, algumas fêmeas produzem ovos sexuados (que sofreram meiose) que podem ser fecundados. Os ovos fecundados não se desenvolvem. Estes ovos são envoltos por uma membrana protetora, formando uma estrutura em forma de “rissol” denominada *ephippium* (Figura 2) (ANTUNES E CASTRO, 2017).

**Figura 2.** A. Ciclo de vida de *Daphnia magna*. Representação de ambos os processos reprodutivos: partenogênese e reprodução sexual. B. Fêmea com ovos partenogênicos na sua câmara incubadora. C. Fêmea com ephippium formado.



**Fonte:** EBERT, 2005.

As *Daphnias* são organismos que se caracterizam por possuírem um ciclo de vida curto, quando comparados com os humanos ou outros vertebrados; elevadas taxas de fecundidade; e grande sensibilidade a variadíssimos fatores de estresse. Por

este motivo, são alvo de grande interesse científico (LOUREIRO; GONÇALVES, PEDROSA; et al., 2013). Além disso, a facilidade para sua manutenção em laboratório e seu modo de reprodução, que permite controlar a variabilidade genética dos organismos, fazem com que sua utilização seja cada vez mais indicada (ANTUNES E CASTRO, 2017).

Possuem uma expectativa de vida média de 60 dias. O seu desenvolvimento compreende quatro fases: ovo, juvenil, adolescente e adultos. Num estágio inicial do desenvolvimento, é possível observar a existência de uma estrutura – náuplio –, na qual as larvas se encontram protegidas no interior do ovo. Após sua eclosão, dá-se origem aos juvenis, morfologicamente idênticos aos adultos, que serão libertados cerca de dois dias após este acontecimento. A ausência de estágios larvais externos e a produção de juvenis idênticos aos adultos indica que se trata de um desenvolvimento direto (COVICH; THORP; ROGERS, 2010).

A duração e a qualidade do ciclo de vida das daphnias estão profundamente relacionadas com as condições ambientais, mas dependem intimamente da alimentação também. Quando a progenitora está bem alimentada, os ovos recebem uma grande quantidade de lipídios. Se o alimento for um fator limitante, a progenitora pode amadurecer com um tamanho mais reduzido que o normal, produzindo descendência menor do que a esperada (ENSERINK; LUTTMER; MAASDIEPEVEEN, 1990; GABSI; GLAZIER; HAMMERS-WIRTZ; et al., 2014). Por outro lado, se o alimento for abundante, o tamanho inicial influencia a idade com que a fêmea atinge a maturidade (GABSI; GLAZIER; HAMMERS-WIRTZ; et al., 2014).

Em relação ao cultivo desses organismos, normas brasileiras e internacionais (ABNT, 2009; OCDE, 2012) permitem alguma flexibilidade, desde que garantam o bem-estar dos organismos, o que torna o sucesso do cultivo altamente dependente do conhecimento e experiência do técnico responsável e não fomenta a construção de bases comparativas, o que impede comparações entre laboratórios de pesquisas (KNIE; LOPES, 2004).

Os meios de cultura podem ser classificados em dois tipos: naturais, se são obtidos diretamente do meio natural, como a água de rio/lago filtrada; ou artificiais, se são obtidos em laboratório, através da síntese de compostos químicos (CAMPOS, 2015), além disso, há parâmetros de cultivo que devem ser levados em conta,

garantindo assim a qualidade do meio. A temperatura, a alimentação, o oxigênio dissolvido, o pH, a dureza da água, o fotoperíodo e a densidade populacional devem ser controlados cuidadosamente (CAMPOS, 2015).

Possuem muita sensibilidade à luz, químicos, temperatura, toque, gravidade, pressão e som (COVICH; THORP; ROGERS, 2010). A viabilidade das culturas mantidas em laboratório é sujeita a flutuações temporais, portanto, é aconselhável que se efetuem inspeções periódicas, de maneira a descartar possíveis infecções fúngicas que, para além da eventual morte dos organismos, podem inibir e inviabilizar a reprodução (BARROS, 2001).

#### **4.4 Fitotoxicidade**

Ensaio de toxicidade utilizando sementes constituem recurso prático, de baixo custo e de sensibilidade razoável na indicação qualitativa da presença de substâncias tóxicas ou inibidores biológicos como os pesticidas e herbicidas (PELEGRINI et al., 2006). Realiza-se o ensaio através da avaliação do processo de germinação e crescimento da raiz e da planta, sendo que, nesse processo, a água representa um dos fatores do ambiente que mais exerce influência (BRITO-PELEGRINI et al., 2008).

Com a absorção de água, por embebição, ocorre a reidratação dos tecidos e, conseqüentemente, a intensificação da respiração e de todas as outras atividades metabólicas, que resultam no fornecimento de energia e nutrientes necessários para a retomada de crescimento por parte do embrião (NASSIF et al., 1998).

Os problemas de toxicidade em uma planta surgem quando certos constituintes da água são absorvidos e acumulados em seus tecidos em concentrações suficientemente altas para provocar danos e retardar seu desenvolvimento (AYERS; WESTCOT, 1991).

Neste trabalho utilizaram-se sementes de *Eruca Sativa* (rúcula) para realização de ensaio de toxicidade crônica, visando complementar os resultados.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1 Etapa 1

#### 5.1.1 Abordagem da proposta

Cupertini, em 2017, realizou ensaios multigeracionais com *Daphnia magna*. Porém, o ensaio realizado por Cupertini, assim como outros localizados na bibliografia consultada, realizam somente ensaios multi/transgeracionais agudos.

Com o objetivo de desenvolver um ensaio transgeracional com o organismo teste *Daphnia magna*, iniciou-se esse estudo baseado na metodologia de ensaio elaborado por Vaz (2012), o qual utilizou como organismo teste o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* para elaboração de uma metodologia que possibilitaria prever efeitos tóxicos crônicos geracionais e transgeracionais.

Assim, elaborou-se esse ensaio transgeracional com *Daphnia magna* com uma análise para avaliação de dificuldade técnica para execução desse projeto, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de equipamentos, qualificação da mão-de-obra e metodologia para execução.

O processo de execução é uma das tarefas críticas do método, já que podem ocorrer variações causadas pelos próprios técnicos que efetuam a atividade e que podem ter dificuldade em manter um padrão adequado. Sendo assim, indica-se que somente um responsável execute determinados procedimentos, tais como limpeza e contagem dos organismos no teste.

No intuito de avaliar a toxicidade de uma substância ou de um ecossistema por diversas gerações, os ensaios transgeracionais podem ser utilizados para uma gama variada de objetivos. Uma das possibilidades é a avaliação da possibilidade de memória genética, submetendo apenas a primeira geração à amostra e observando possível efeitos em seus filhotes, os quais seriam mantidos em solução controle e não expostos à substância; outra, a adotada nesta pesquisa, caracteriza-se pela exposição similar de todas as gerações ao mesmo composto.

Para o desenvolvimento e validação do ensaio transgeracional com *Daphnia magna* utilizou-se como substância de referência o dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) (ABNT, 2009; ISO, 2012; OCDE, 2012).

O dicromato de potássio é uma substância que contém o elemento cromo, que quando está na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno, podendo afetar a fertilidade. Pode ser mortal se inalado e é muito tóxico para os organismos aquáticos, tendo efeitos duradouros (LIMA; SOUZA; MATIAS; et al., 2016).

Optou-se pela utilização do organismo teste *Daphnia magna* por se tratar de um organismo com tempo médio de vida de 60 dias (CAMPOS, 2015) – sendo possível, através deste ensaio transgeracional, analisar em média 2/3 da vida de cada geração, com possibilidade de reprodução assexuada, e por serem espécies chave na cadeia alimentar dulcícola.

A *Daphnia magna*, organismo teste utilizado nesse estudo, é um microcrustáceo planctônico de água doce que pode ser encontrado na Região Holártica e África (BENZIE, 2005), em lagoas em regiões temperadas a áridas, frequentemente em habitats marginais, eutróficos ou ligeiramente salinizados. Embora possa reproduzir-se o ano inteiro, se as condições do local o permitirem, a reprodução atinge o seu pico no período do verão, no hemisfério norte. É um organismo euritermo, que tolera temperaturas entre 2-28°C, condutividade até 2000  $\mu S.cm^{-1}$  e pH 6.5-9.9 (BENZIE, 2005).

A fácil manutenção, reprodução partenogênica (BEATON; PETERS, 2014), sua sensibilidade a poluentes e a relevância ecológica (BENZIE, 2005) tornam *Daphnia magna* uma espécie atrativa para cultivo em laboratório e para a realização de ensaios toxicológicos em geral.

Além disso, optou-se pela utilização de um organismo dulcícola para elaboração desse ensaio transgeracional, com o estudo de caso envolvendo a análise da toxicidade do efluente de um sistema de absorção, pois a poluição atmosférica tem deposição em meio líquido (rios, lagos, oceano, entre outros) com a força das chuvas e outras intempéries.

Para realização desse ensaio, utilizou-se *Daphnia magna* proveniente do cultivo da Universidade da Região de Joinville – UNIVILE, que segue a norma da ABNT 2009, onde os parâmetros de cultivo são altamente controlados, para que se

obtenha total qualidade dos organismos. A temperatura, a alimentação, o oxigênio dissolvido, o pH, a dureza da água, o fotoperíodo e a densidade populacional são controlados cuidadosamente, como pode ser observado em carta controle (Anexo A).

Os organismos são cultivados em meio natural. A água para síntese do meio é quinzenalmente coletada da nascente do rio Quiriri, o maior afluente do rio Cubatão, nas coordenadas 26° 6' S e 49° 0' O. Análises de qualidade de água são realizadas, com vista a confirmar a aplicabilidade da água para este efeito. O critério de seleção do local depende da sensibilidade dos organismos à mesma e do local de onde seria captada (não poderia existir influência antrópica nas imediações) (ABNT, 2009). Esta água é filtrada e são adicionadas quatro substâncias (Anexo B), para evitar a propagação de algas e microorganismos e para ajustar a dureza a um intervalo entre 175-225 mg.L<sup>-1</sup> CaCO<sub>3</sub> (ABNT, 2009). Se necessário, o pH é ajustado a 7,6-8,0 (ABNT, 2009).

Em relação ao controle do cultivo, segue-se a norma da ABNT NBR 12.713 (2009). Semanalmente é iniciado um novo lote com 50 organismos em 2 L de meio, com idade entre 2-26 h, provenientes de fêmeas de outros lotes com idades entre 10 e 60 dias. As idades dos lotes variam de uma a oito semanas. Da mesma forma, todas as semanas se elimina o lote mais antigo.

Os lotes são mantidos em câmaras incubadoras, numa sala destinada apenas à manutenção do cultivo, num fotoperíodo 16 horas luz: 8 horas escuro, e temperatura 20±2 °C (ABNT, 2009).

O meio de cultivo é substituído duas vezes por semana, porém os juvenis são retirados diariamente (ABNT, 2009).

Os organismos são alimentados com a alga verde unicelular *Desmodesmus subspicatus*, cultivada em meio oligo (ABNT, 2009), retirada em fase exponencial. De acordo com a norma da ABNT NBR 12.713 (2009), fornece-se uma suspensão da alga verde unicelular, numa concentração de aproximadamente 10<sup>6</sup> céls.mL<sup>-1</sup> por organismo e um suplemento constituído por ração de peixes TetraMin® (Spectrum Brands Family, EUA) e levedura *Saccharomyces cerevisiae*, a 0,02 mL por organismo (obtido a partir da solubilização de 5 g de ração e 2.5 g de levedura, em 1 L de água deionizada).

### 5.1.2 Validação do ensaio transgeracional

Para elaboração do ensaio utilizou-se uma solução estoque na concentração de 0,125mg.L<sup>-1</sup> de dicromato de potássio, concentração essa não letal, com nenhum efeito tóxico em ensaio agudo e crônico com *Daphnia magna*, sendo possível assim avaliar a geração parental (F<sub>0</sub>), a primeira geração filial (F<sub>1</sub>) e a segunda geração filial (F<sub>2</sub>).

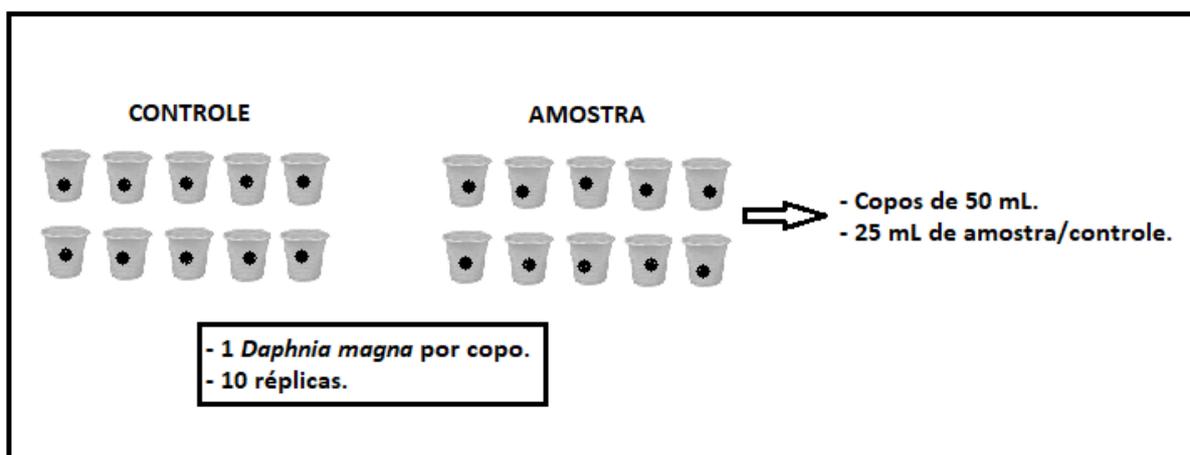
Existem diversas substâncias passíveis de serem usadas para avaliar a sensibilidade de *Daphnia magna*. A substância de referência é o dicromato de potássio (ABNT, 2009; ISO, 2012; OCDE, 2012), substância essa utilizada para realização dos ensaios quinzenais de sensibilidade dos organismos do cultivo da UNIVILLE, e substância utilizada para realização da elaboração de metodologia para ensaio transgeracional.

Utilizou-se, para a realização do ensaio, a solução estoque acima supracitada e solução controle, composta essa apenas por água reconstituída, como utilizada no cultivo dos organismos.

Durante todo o ensaio o sistema adotado foi o semi-estático, em que os organismos são periodicamente transferidos para uma nova solução-teste. Foram utilizados organismos jovens, com 2 a 24 horas de idade.

Para cada amostra (controle e dicromato de potássio), utilizaram-se 10 réplicas, dispondo individualmente 10 organismos jovens de *Daphnia magna* em copos plásticos de 50 mL. Cada copo recebeu uma alíquota de 25mL da solução-teste/solução controle e foi coberto com filme de PVC para evitar a evaporação e contaminação do ensaio com possíveis resíduos suspensos no ar. Este esquema de elaboração pode ser observado na Figura 3, sendo que a elaboração do ensaio transgeracional segue o mesmo modo de elaboração inicial de ensaio crônico, segundo Brentano (2006).

**Figura 3.** Esquema de elaboração de teste de toxicidade crônica com *Daphnia magna* (BRENTANO, 2006).



Os ensaios foram mantidos nas mesmas condições ambientais que os lotes de cultivo em todo período de durabilidade. Para comprovação dos dados, todo o ensaio conta sempre com a presença de um controle negativo (composto somente por água do cultivo).

No início da realização dos ensaios, o meio é substituído no 7º dia. Nas semanas seguintes, é substituído às 2 vezes na semana. O objetivo é manter a concentração inicial da amostra no ensaio, visto que amostras ambientais são pouco estáveis e podem ser degradadas muito rapidamente (KNIE; LOPES, 2004). Para realizar a transferência, utilizou-se pipeta de Pasteur com a ponta cortada, tomando-se cuidado para evitar a diluição da amostra ou causar estresse aos organismos.

Os indivíduos foram alimentados diariamente com a alga unicelular *Desmodesmus subspicatus*, durante a primeira semana de vida. Nas semanas subsequentes, foram alimentados quatro vezes na semana.

Os organismos foram acompanhados durante o ensaio, na primeira semana com observações diárias e, após este período, com leituras duas vezes por semana. Nestes momentos observavam-se sobrevivência e número de jovens gerados por fêmea.

Na leitura também se substitui a solução-teste antiga, caracterizando um ensaio semi-estático, tendo-se o cuidado de as soluções-teste estarem na temperatura de 18°C a 22°C no momento da transferência dos organismos, de acordo com ABNT (2009). Em cada troca da solução-teste, retirou-se a daphnia adulta e as daphnias

jovens do recipiente plástico. As daphnias adultas eram temporariamente colocadas em um recipiente livre de contaminação. A solução-teste contida no recipiente plástico de 50mL era descartada, higienizava-se o recipiente com água destilada, e este recebia nova alíquota de solução-teste. Contavam-se e registravam-se as daphnias jovens, e transferia-se somente a daphnia adulta para o recipiente. Este procedimento evitava que os metabólitos alterassem a qualidade do ambiente, mascarando os resultados ou a disputa por espaço e alimento. As daphnias jovens encontradas mortas ou imóveis não foram contabilizadas. Mesmo esquema faz-se para o controle (BRENTANO, 2006).

Com o intuito de análise de mais 2 gerações, a partir do 14º dia de ensaio, inicia-se a metodologia elaborada nessa pesquisa, de ensaio transgeracional.

Gonçalves (2018) afirma que o período ápice de reprodução das *D. magna* se dá entre o 11º e 12º dia. Nesse trabalho, optamos pelo 14º dia devido à observação da rotina de laboratório e ao maior número de reprodução do cultivo.

No 14º dia de ensaio, no momento de realização da leitura do ensaio para substituição da amostra e contagem dos organismos, faz-se necessária a retirada de 5 filhotes (de cada solução a ser testada, no caso dessa pesquisa, 5 do controle e 5 da amostra), escolhidos aleatoriamente, sendo cada um de uma mãe diferente, para continuidade do ensaio transgeracional. Para realizar a transferência, utiliza-se uma pipeta de Pasteur com a ponta cortada, tomando-se novamente cuidado para evitar a diluição da amostra ou causar estresse aos organismos.

A geração inicial mantém a mesma rotina de limpeza e contagem dos organismos, até completar seus 21 dias de ensaios, pois trata-se um ensaio crônico transgeracional para todas gerações analisadas.

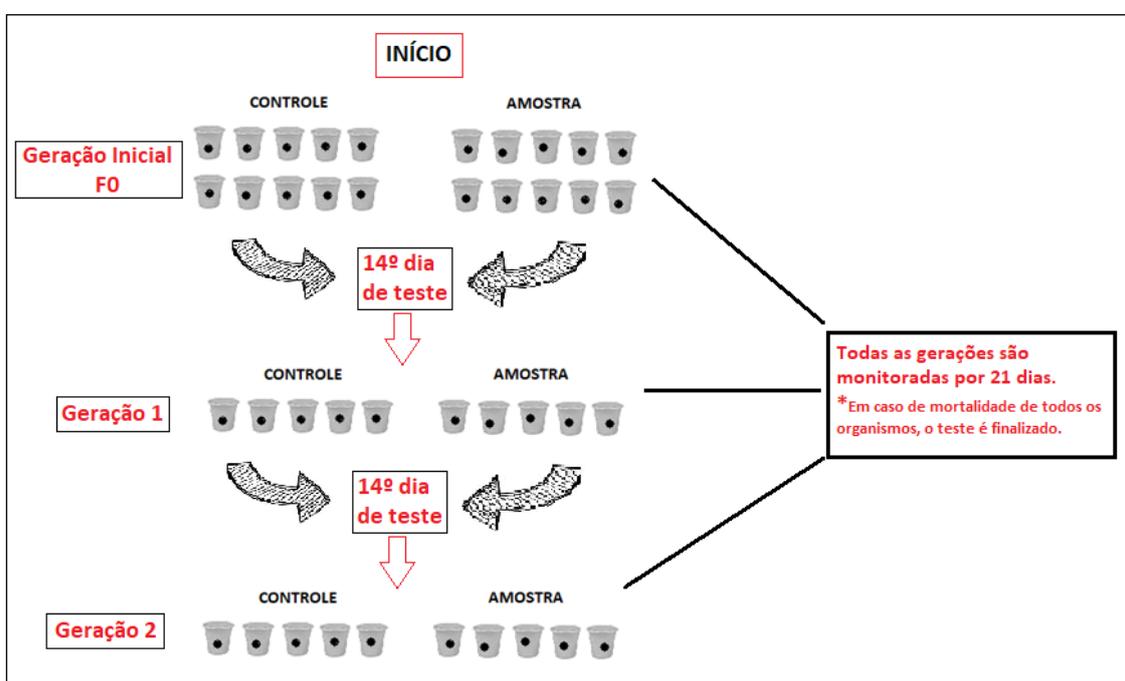
Com a retirada dos 5 filhotes, os mesmos são colocados individualmente em copos plásticos de 50 mL, contendo 25 mL de amostra, nas mesmas concentrações da geração inicial, dando início a um ensaio crônico para a geração 1, filhotes da geração inicial, que serão submetidos à mesma metodologia supracitada, mas com características de um organismo gerado em uma amostra contaminada, e que está mantendo seu ciclo de vida nas mesmas condições.

Com a finalização dos 21 dias de ensaio da geração inicial, os organismos são descartados, mantendo-se somente a geração 1 (filhotes da geração inicial). No

momento em que estes estiverem completando seu 14º dia de ensaio, será retirado 1 filhote de cada mãe, dando-se início ao ensaio crônico para a geração 2 (filhotes da geração 1).

Assim, analisam-se cronicamente 3 gerações do organismo teste, sendo geração inicial, 1 e 2. Durante todo o ensaio os organismos ficam expostos à mesma concentração da amostra/solução controle. Abaixo, a Figura 4 ilustra o funcionamento do ensaio.

**Figura 4.** Diagrama explicativo do teste transgeracional.



Os ensaios foram considerados válidos nos casos em que a mortalidade no controle negativo não excedeu 20% (OCDE, 2012).

Para análise dos resultados do ensaio transgeracional, avaliaram-se os parâmetros de longevidade, média de fecundidade por organismo e média de fecundidade por postura de cada geração. Busca-se verificar a concentração de efeito não observado (CENO), sendo analisados os mesmos parâmetros do ensaio crônico, porém em 3 gerações.

Os parâmetros analisados baseiam-se no trabalho de Brentano (2006), aplicam-se, porém, a todas as gerações analisadas.

## **5.2 Etapa 2**

### **5.2.1 Estudo de Caso**

O estudo de caso compreendeu amostragens e ensaios agudos, crônicos, transgeracionais e análises químicas realizados no município de Joinville/SC, sendo precedido de um ensaio Piloto realizado no município de São Francisco do Sul/SC.

Essa parte inicial dos ensaios, considerada como um ensaio piloto para o processo de absorção dos poluentes atmosféricos em água, resultou em um TCC do curso de Engenharia Ambiental da Universidade da Região de Joinville, no ano de 2015.

### **5.2.2 Áreas de Estudo**

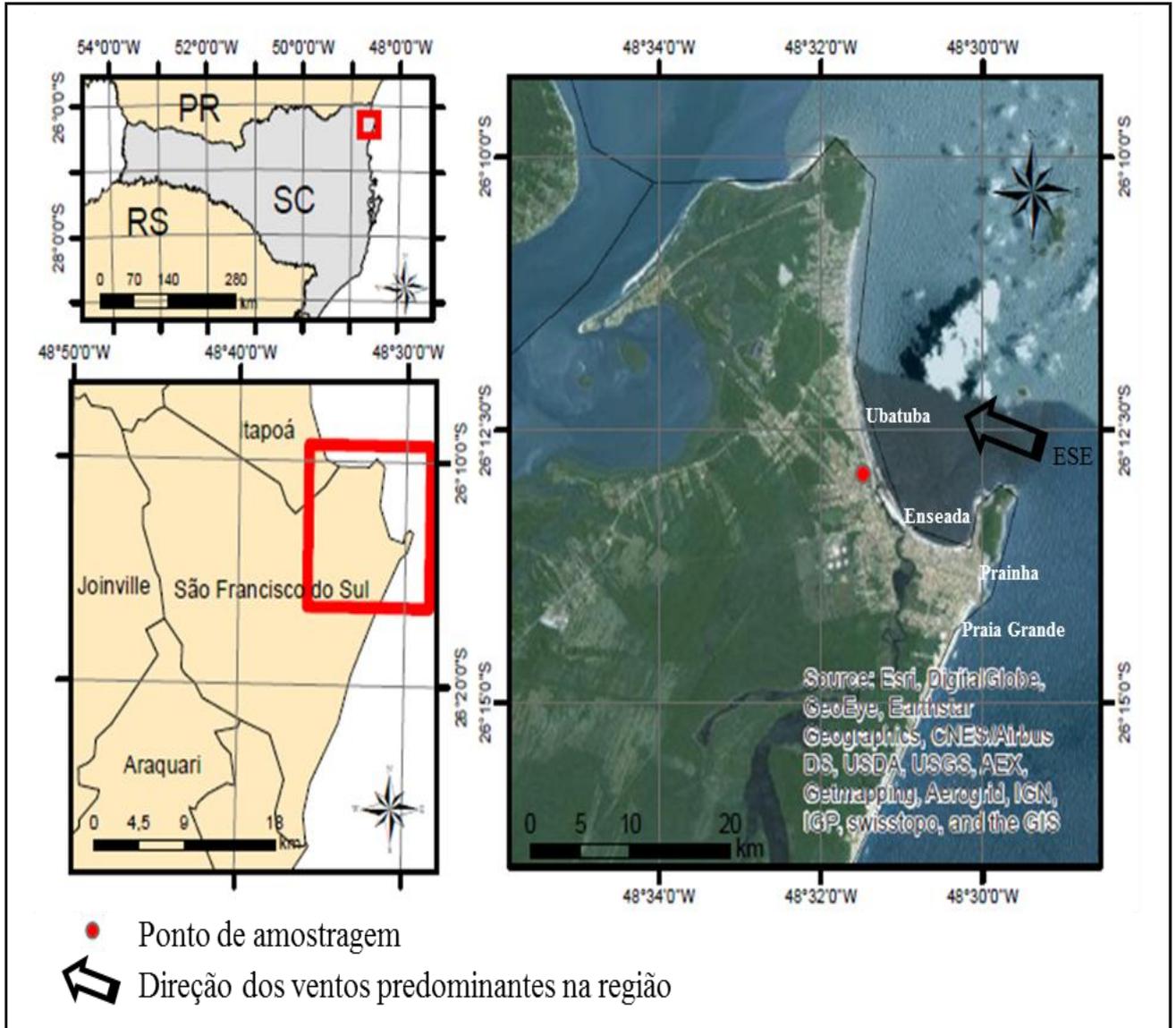
Para o ensaio piloto selecionou-se como área de estudo o município de São Francisco do Sul/SC (Figura 5), localizado a nordeste do estado de Santa Catarina, entre os paralelos 26°7'43 e 26°27'22" de latitude sul e os meridianos 48°29'35" e 48°47'6" de longitude oeste, com uma área de 498,646 km<sup>2</sup> e 50.701 mil habitantes (IBGE, 2017).

Após a realização do ensaio piloto, a área definida para o estudo foi o município de Joinville/SC (Figura 6), polo industrial da região sul do país e maior cidade catarinense (IPPUJ, 2017).

A cidade de Joinville concentra grande parte da atividade econômica e industrial, com destaque para os setores metalmeccânico, plástico, têxtil, metalúrgico, químico e farmacêutico. O Produto Interno Bruto de Joinville também é um dos maiores do país, em torno de R\$24.570.851,00 por ano (IBGE/2017). Com uma população de 577.077 pessoas, possui um PIB per capita de R\$ 44.303,65 (IBGE, 2017)

Joinville possui 2 zonas industriais, uma localizada na região norte do município, e outra conhecida como a zona industrial Tupy, localizada no bairro Boa Vista. A área total do município é de 1.124,10 km<sup>2</sup>, divididos em 41 bairros e 2 zonas industriais (IPPUJ, 2017).

**Figura 5.** Localização do ponto de amostragem e flecha com direção dos ventos predominantes na região.



Fonte: GALOSKI, 2015.

**Figura 6.** Localização do município de Joinville no estado de Santa Catarina, e no mapa do Brasil.



**Fonte:** [www.brasil-turismo.com](http://www.brasil-turismo.com)

O clima da região é do tipo úmido a superúmido, mesotérmico, com curtos períodos de estiagem, apresentando três subclasses de microclima diferentes, devido às características do relevo. Segundo a classificação de Thornthwaite, as três subclasses da região são: AB'4 ra' (superúmido) na planície costeira; B4 B'3 ra' (úmido) nas regiões mais altas; e B3 B'1 ra' (úmido) no planalto ocidental. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo "mesotérmico, úmido, sem estação seca". A umidade relativa média anual do ar é de 76,04% (IPPUJ, 2017).

Os ventos predominam com maior frequência das direções leste (26,5%) e nordeste (16,4%) (Figura 7). Em menor frequência, ocorrem ventos das direções sudoeste (16,4%), sudeste (14,7%) e sul (13,4%). Em menor frequência, predominam os ventos de norte (5,4%), oeste (4,4%) e noroeste (2,3%). Os ventos de leste e nordeste predominam no verão e os ventos das direções sudeste e sul marcam presença no inverno. A velocidade média dos ventos é de 10 km.h<sup>-1</sup> (IPPUJ, 2017).

### 5.2.3 Pontos de Coleta

Para o desenvolvimento do ensaio piloto, foi definido um ponto de amostragem no município de São Francisco do Sul/SC, localizado na Rodovia Duque de Caxias no bairro de Ubatuba, que é a principal via de acesso às praias, como Enseada, Prainha e Praia Grande com constante fluxo de veículos automotores, localizando-se nas coordenadas 26°13'04.4" Sul e 48°31'25.1" Oeste.

A partir de então, as próximas coletas foram realizadas no município de Joinville, em 4 pontos distintos, buscando-se realizar uma comparação dos resultados dos ensaios toxicológicos realizados diretamente com a amostra, sendo utilizado para essas coletas e para o ensaio piloto, diretamente a água a ser utilizada na elaboração dos testes.

Os pontos foram selecionados visando a comparação de áreas do município com diferentes movimentações diárias de possíveis contaminantes, como veículos automotores, e a proximidade de áreas industriais, além da facilidade de instalação e segurança do equipamento e da responsável pela realização das coletas.

As áreas selecionadas para as primeiras coletas foram:

- Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE (Zona Industrial Norte) – 26°15'09.3"S 48°51'27.7"W: Local com grande movimentação de acadêmicos das mais variadas idades, localizada na zona industrial norte do município de Joinville. Possui uma grande movimentação de veículos automotores e é próximo de rodovia com grande movimentação diária (Figura 7 – Bairro 42).
- Bairro Floresta – 26°19'38.0"S 48°51'46.3"W: Ponto localizado em residência próxima a BR101, mas em rua calma, com pouca movimentação de veículos automotores (Figura 7 – Bairro 16).

- Bairro Atiradores – 26°18'13.4"S 48°51'43.0"W: Área comercial localizada em área nobre do município (Figura 7 – Bairro 4).

- Boa Vista - 26°17'36.8"S 48°49'09.2"W: Ponto localizado em residência próxima a grandes indústrias do município (Figura 7 – Bairro 6).

Na Figura 7, observa-se a área total do município de Joinville/SC com as divisões dos seus 43 bairros. Destacados em amarelo encontram-se os pontos de coleta citados, sendo a UNIVILLE representada pela numeração 42, o bairro Floresta pelo número 16, Atiradores número 4 e Boa Vista – demarcado em vermelho por se tratar do ponto principal, utilizado nas fases seguintes – pelo número 6.

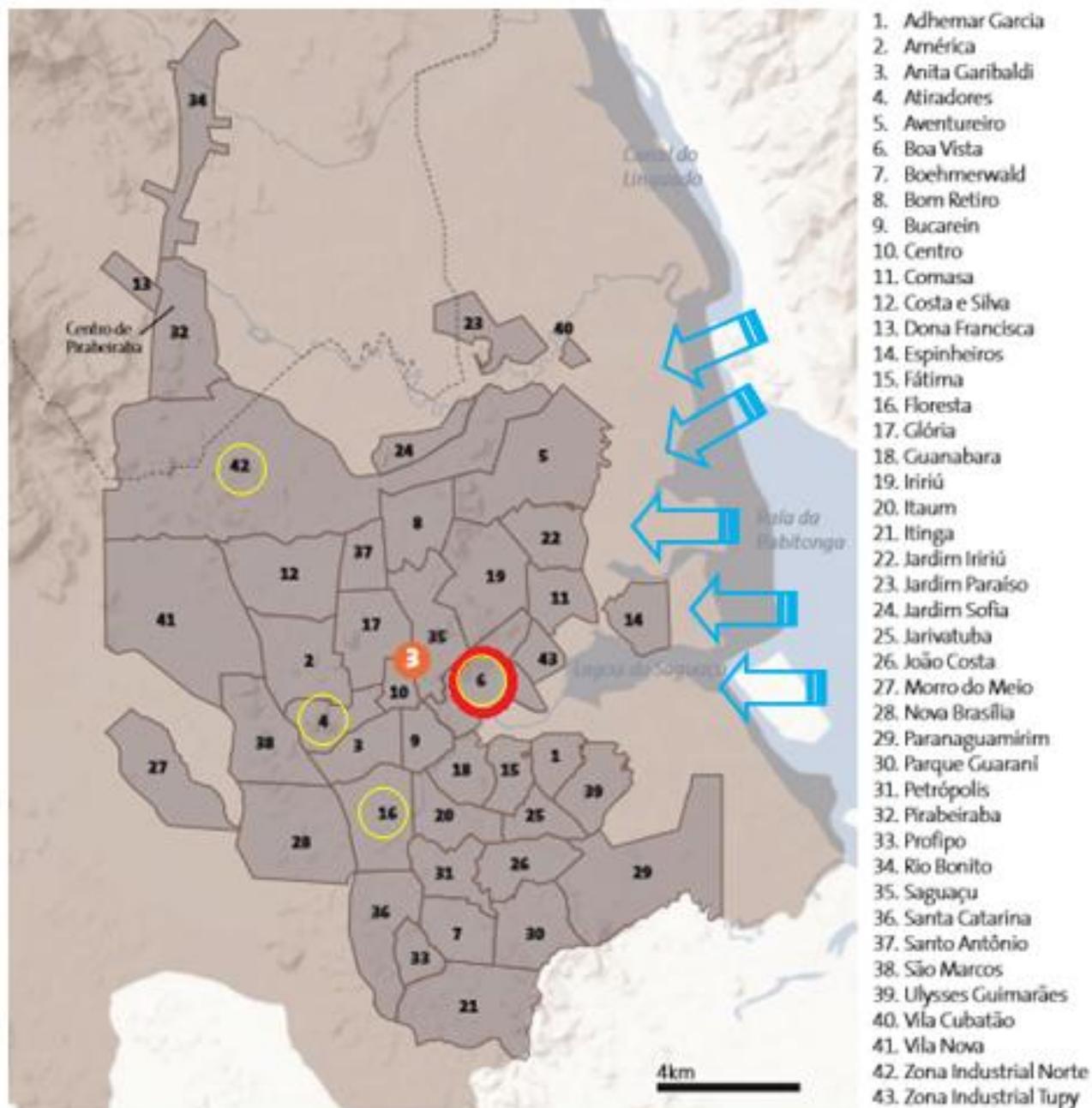
Baseando-se nos resultados obtidos nas primeiras etapas dessa pesquisa, e pelas características do município, optou-se por trabalhar com um único ponto de coleta, sendo esse o Bairro Boa Vista.

Localizado na região leste do município, o bairro Boa Vista (Figura 8) é oficialmente criado pela Lei 1.526 de 05 de julho de 1977. Segundo Ficker (2008), o nome Boa Vista decorre da bela paisagem constituída pela densa floresta, visualizada a partir do morro da “Boa Vista” (CRISTOFOLINI, 2013).

Na Figura 8 observa-se o bairro Boa Vista, ao leste, contornado por áreas de manguezais remanescentes, contíguas à Lagoa do Saguçu e pela Zona Industrial Tupy, ao norte, pelos bairros Comasa e Iriú, ao oeste, pelo bairro Saguçu e Centro e, ao sul, pelos bairros Bucarein e Guanabara.

Para o desenvolvimento do trabalho definiu-se um ponto de amostragem localizado em uma residência particular, nas coordenadas 26°17'36.8"S 48°49'09.2"W (Figura 9). Optou-se por esse local por ser próximo à área industrial do bairro, localizado na parte superior de um morro, evitando assim barreiras físicas para a movimentação das massas de ar, além de ser um local de fácil acesso para instalação do equipamento, manutenção necessária no período de coleta e disponibilidade de energia elétrica.

**Figura 7.** Área total do Município de Joinville, com divisões demarcando seus 43 bairros. Evidenciado pela marcação vermelha encontra-se o Bairro Boa Vista, e em amarelo os 4 pontos de coletas iniciais, sendo número 4 o Bairro Atiradores, 6 o Bairro Boa Vista, 16 o Bairro Floresta e 42 a Zona industrial norte. Flechas azuis demonstrando a direção dos ventos predominantes na região.



Fonte: IPUJ, 2017 com alterações da autora.

**Figura 8.** Imagem de satélite do Bairro Boa Vista marcação do bairro em amarelo, e identificação do morro do Boa Vista,



Fonte: Google Earth ©, 2018.

**Figura 9.** Ponto de amostragem no Bairro Boa Vista, demarcado pelo pin vermelho ao lado esquerdo do mapa.

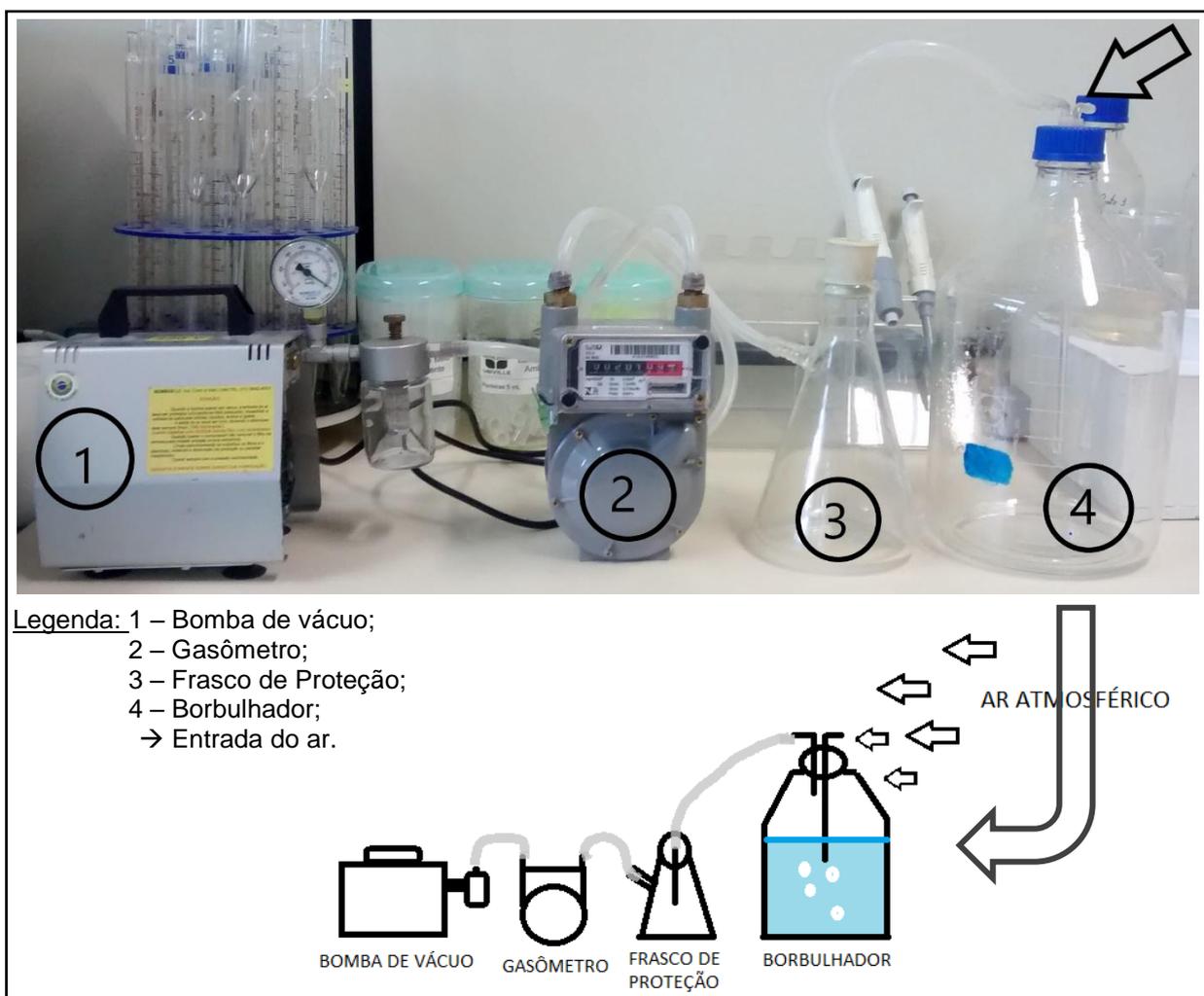


Fonte: Google Earth ©, 2018.

## 5.2.4 Amostragem

Para realização da coleta de ar, montou-se um dispositivo similar a um amostrador de pequeno volume (APV) para a determinação da concentração de gás poluente no ar pelo processo de absorção, conforme pode ser visto na Figura 14, para que se efetuasse a captura de frações hidrossolúveis dos poluentes do ar para a água. Essa dissolução é possível por ser regida pela Lei de Henry, que diz que a solubilidade de um gás em água depende da pressão parcial do gás exercida sobre o líquido. Por isso, a constante de proporcionalidade utilizada nessa lei varia com o gás e a temperatura.

**Figura 10.** Equipamento para amostragem de ar em meio líquido.



**Fonte:** A autora

A utilização da bomba de sucção (bomba a vácuo com pistão isenta de óleo – BMC B-390), representada pelo número 1 na Figura 10, faz com que a água a ser utilizada para realização das análises e elaboração dos ensaios toxicológicos não tenha contato com nenhuma parte interna do motor, eliminando a possibilidade de possível contaminação. Assim, a água a ser utilizada para a análise e elaboração dos ensaios de toxicidade sofre influência somente do ar.

A bomba a vácuo utilizada possui um deslocamento de ar de 39 litros/min, com potência de 100 W.

Para controle da vazão, um gasômetro (representado na Figura 10 pelo número 2) foi instalado junto ao motor, sendo possível assim saber o volume de ar que entrou em contato com a água no tempo determinado para a coleta, assim como no ensaio piloto e nos ensaios iniciais.

Representado na Figura 10 pelo número 3, o frasco de proteção tem o intuito de prevenir que a água utilizada no borbulhador possa atingir o gasômetro ou a bomba de sucção.

O borbulhador (nº4) é o local onde fica armazenada a água a ser utilizada para realização dos ensaios toxicológicos ou ensaios físico/químicos. Possui, na sua parte superior, uma entrada de ar (representado por uma seta na Figura 10) composta por um tubo de vidro que tem contato com a água do interior. Ao seu lado, outro canudo de vidro, disposto de tal modo que não tenha contato com a água da parte interna do borbulhador, somente com o ar, fica disposto de tal modo que tenha sua saída ligada ao frasco de proteção.

Todos os 4 equipamentos utilizados estavam interligados com mangueiras plásticas estéreis (troçadas a cada coleta) e vedações para que não houvesse contaminação externa.

No ensaio piloto e nas primeiras coletas realizadas em 4 bairros distintos do município de Joinville, optou-se por utilizar a água que seria utilizada no cultivo do organismo teste *Daphnia magna* diretamente no borbulhador durante o processo de captação do ar. Contudo, nas coletas realizadas no ponto de amostragem final, bairro Boa Vista, resolveu-se trocar a água de cultivo pela deionizada, evitando, assim, a influência de qualquer contaminação a ser detectado nos ensaios químicos realizados pelo laboratório contratado.

### 5.2.5 Método de amostragem

Com as amostras coletadas pelo ensaio piloto e nos 4 bairros distintos do município de Joinville, foram realizadas análises toxicológicas.

Quanto às amostras de água coletadas, inicialmente, no Bairro Boa Vista, estas foram encaminhadas para laboratório a fim de realizar análises químicas para quantificação de poluentes.

Todas as coletas e encaminhamentos de amostras aos laboratórios terceirizados credenciados foram realizados pela responsável por esta pesquisa, garantindo assim correta manipulação de todos os equipamentos e a adequação do modo de coleta, evitando-se possível contaminação fora do processo de análise do ar.

A água deionizada utilizada no sistema de absorção foi transportada em galão estéril até o local da coleta, onde foi diretamente inserida no frasco de vidro do sistema de absorção (nº 4 da Figura 10) para início do processo. Com o término do tempo preestipulado de funcionamento do equipamento, a água foi imediatamente transferida para os frascos disponibilizados pelo laboratório responsável pelas análises, os quais já continham em seu interior o conservante necessário para a amostra ( $\text{HNO}_3$  pH < 2). Todos os frascos eram de plástico cristal estéril, com capacidade de 250 mL, sendo de 200 mL a quantidade amostrada.

A determinação do tempo de coleta foi realizada pela própria pesquisadora, baseando-se nas possibilidades de segurança em relação ao equipamento e ao local de coleta.

Para descartar a possibilidade de decantação de algum possível poluente ou micropartícula, uma agitação manual era realizada antes de transferir-se a água do sistema de absorção para o frasco a ser encaminhado ao laboratório.

As amostras foram mantidas em caixa térmica com gelo para preservação até a entrega no laboratório, seguindo as recomendações da NBR 12.713 da ABNT 2009.

## 5.2.6 Realização das coletas

### 5.2.6.1 Coletas por bairros

Foram escolhidos 4 pontos amostrais no município de Joinville, em bairros distintos, selecionados buscando-se uma comparação entre diferentes áreas do município e considerando, também, a facilidade de acesso e segurança dos equipamentos.

Nessa fase da pesquisa, cada coleta teve duração de 1 hora, sendo realizada diretamente com água a ser utilizada no ensaio do organismo teste *Daphnia magna*.

Um pré-requisito para realização das coletas é o de que não haja, nos 3 dias antecedentes e no dia da coleta, registro de chuva no local a ser coletado.

Os locais escolhidos para instalação do equipamento de coleta não possuem barreiras físicas próximas (como paredes ou prédios), sendo áreas de boa ventilação. Todas as coletas foram realizadas em uma altura aproximada de 2 metros do solo, considerando altura acima da área de respiração do ser humano.

No total, foram realizadas 8 coletas nessa fase, sendo 3 realizadas na Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE (Zona Industrial Norte); 2 realizadas no bairro Floresta; 2 realizadas em área comercial do bairro Atiradores e 1 realizada no bairro Boa Vista. Todas as coletas foram realizadas no período das 14:30 – 15:30 horas, sendo escolhido esse horário por ser considerado um período fora do horário de picos de movimentação devidos à entrada e saída dos funcionários em indústrias bem como horários escolares, que seguem a rotina de “horário comercial”, mas com interferência da movimentação de uma rotina diária de uma cidade, não sendo realizadas análises junto ao órgão de trânsito do município.

A partir dos resultados obtidos nessa fase da pesquisa, em 4 diferentes pontos do município, optou-se por dar continuidade ao processo de análise da toxicidade apenas no bairro Boa Vista, considerando que pela direção dos ventos seria um ponto de grande influência sobre a cidade, tendo ainda uma zona industrial alocada no bairro. Foram realizadas 5 coletas nesse ponto.

### 5.2.6.2 Coleta bairro Boa Vista

A primeira coleta, com duração de 1 hora teve como objetivo realização das análises físico-químicas, para avaliar poluentes com frações hidrossolúveis que poderiam estar contidas nas amostras, com determinada temperatura e pressão, e viabilidade de utilização do equipamento de coleta.

Solicitou-se a análise dos principais HPA's, alguns metais pesados, e alguns poluentes com grande possibilidade de contaminação na região devido aos serviços realizados pelas grandes indústrias em torno do município.

A Tabela 4 apresenta a descrição dos poluentes que foram analisados nessa primeira coleta.

A partir dos resultados obtidos na primeira coleta, optou-se por manter a análises de 6 compostos, sendo 4 deles já realizados na primeira coleta (Cd, Pb, Hg e Zn), mais alumínio e arsênio, devido ao limite de quantificação utilizado pelo laboratório para algum dos compostos, e a influência antrópica e industrial da região. Essa segunda amostragem iniciou-se com 3 horas de coleta, subindo gradualmente até alcançar 24 horas de coleta.

A Tabela 5 apresenta os dias, horários e duração das coletas seguintes para uma melhor interpretação dos dados.

Com o intuito de analisar a possível acumulação dos elementos químicos analisados, foram realizadas amostragens a cada 3 horas num período de 24 horas.

Nessa coleta, realizada no mês de julho de 2017, a cada finalização de período de coleta (3 h) a água deionizada do sistema de absorção era retirada totalmente e encaminhada para análise, e o equipamento era reabastecido para dar continuidade ao processo.

Após análise dos resultados, optou-se por alterações na metodologia da coleta, trabalhando de modo que a água do sistema de absorção não fosse esgotada no fim de cada período de coleta, retirando-se uma amostra para análise a cada 3 horas, e dando continuidade ao ensaio.

A Tabela 6 demonstra os dados da 3ª e 4ª coletas realizadas no mesmo ponto do Bairro Boa Vista.

**Tabela 4.** Compostos analisados nas amostras coletadas, com sua descrição.

<b>Composto analisado</b>	<b>Descrição</b>	<b>Referência Bibliográfica</b>
Acenafteno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Acenaftileno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Antraceno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Benzeno	Hidrocarboneto Aromático	SANTOS, et al., 2016
Benzo(a)antraceno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Benzo(a)pireno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Benzo(b)fluoranteno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Benzo(g,h,i)perileno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Benzo(k)fluoranteno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Criseno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Dibenzo(a,h)antraceno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	PARRA, et al., 2014
Etilbenzeno	Hidrocarboneto Aromático	KIELING, 2016
Fenantreno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Fenol	Composto fenólico	FLYNN, et al., 2011
Fluoranteno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Fluoreno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	PARRA, et al., 2014
Naftaleno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Pireno	Hidrocarboneto Policíclico Aromático	FLYNN, et al., 2011
Tolueno	Hidrocarboneto Aromático	KIELING, 2016
Xilenos	Hidrocarboneto Aromático	KIELING, 2016
Cádmio	Metal	FLYNN, et al., 2011
Chumbo	Metal	FLYNN, et al., 2011
Cromo	Metal	FLYNN, et al., 2011
Mercurio	Metal	FLYNN, et al., 2011
Zinco	Metal	FLYNN, et al., 2011

**Tabela 5.** Dias e Horários da segunda batelada de coletas realizadas no Bairro Boa Vista.

<b>Duração da coleta (horas)</b>	<b>Data</b>	<b>Período</b>
3	13/07/2017	10:25 - 13:25
6	13/07/2017	13:30 - 19:30
9	14/07/2017	10:00 - 19:00
12	18/07/2017	09:30 - 21:30
18	18/07/2017 e 19/07/2017	21:30 - 14:30
24	20/07/2017 a 21/07/2017	10:00 - 10:00

**Tabela 6.** Dias e horários da 3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup> batelada de coletas realizadas no Bairro Boa Vista.

<b>Duração da coleta (horas)</b>	<b>Data</b>	<b>Período</b>
1	20/09/2017	09:00 - 10:00
3	20/09/2017	09:00 - 12:00
6	20/09/2017	09:00 - 15:00
9	20/09/2017	09:00 - 18:00
12	20/09/2017	09:00 - 21:00
18	21/09/2017	09:00 - 03:00
24	21/09/2017	09:00 - 09:00

<b>Duração da coleta (horas)</b>	<b>Data</b>	<b>Período</b>
1	23/04/2018	09:00 - 10:00
3	23/04/2018	09:00 - 12:00
6	23/04/2018	09:00 - 15:00
9	23/04/2018	09:00 - 18:00
12	23/04/2018	09:00 - 21:00
24	24/04/2018	09:00 - 09:00

Nessa fase, realizou-se a análise dos metais Al, Hg e Zn (mais representativos nos resultados anteriores).

Para todas as coletas realizadas nessa fase da pesquisa, o equipamento possuía uma capacidade de 2,5 litros de água, sendo encaminhados ao laboratório responsável pelas análises físico-químicas 200 mL de amostra por análise/hora.

Para a segunda batelada, na qual havia a troca total da água a cada hora/análise, o equipamento era abastecido com somente 1 litro de água, sendo encaminhados 200 mL ao laboratório, e o restante descartado, sendo reabastecido com água deionizada para a próxima coleta.

Na 3<sup>o</sup> batelada das coletas, na qual não havia o reabastecimento da água, o equipamento iniciou as coletas com sua capacidade máxima de 2,5 litros. As frações de 200 mL eram retiradas a cada período pré-estabelecido, mantendo o restante no borbulhador até o final das 24 horas de ensaio. Quanto à vazão do fluxo de ar, este permaneceu dentro da faixa de velocidade do gás, ou seja, entre 10 e 15 L/min.

## 5.2.7 Ensaio de Toxicidade

### 5.2.7.1 Ensaio de toxicidade nos bairros distintos de Joinville

Os ensaios agudos consistem na exposição de indivíduos jovens às amostras durante um período de 48 horas. Para realização do ensaio, seguiu-se o preconizado pela norma NBR 12.713 (ABNT, 2009).

Os ensaios foram realizados em duplicata e mantidos em câmara incubadora a uma temperatura de  $20 \pm 2$  °C, num fotoperíodo de 16 horas luz: 8 horas escuro, cobertos com filme PVC, de forma a evitar a evaporação da amostra ou possíveis contaminações. Os organismos não foram alimentados durante o ensaio.

Para realização do do ensaio crônico, utilizou-se a metodologia desenvolvida por Brentano (2006), com algumas modificações. O método consiste na exposição dos organismos à amostra e controle, durante 21 dias, um período representativo do seu ciclo de vida, para avaliar efeitos na sobrevivência e reprodução dos organismos.

O sistema adotado foi o semi-estático, em que os organismos são periodicamente transferidos para solução-teste nova, mantendo as mesmas características da inicial.

Durante a primeira semana, a substituição ocorreu ao 7º dia. Nas duas semanas seguintes, 2 vezes na semana. O objetivo foi manter sempre o potencial tóxico da amostra, visto que amostras ambientais são pouco estáveis e podem ser degradadas muito rapidamente (KNIE e LOPES, 2004). A cada substituição, novos frascos foram preparados com a amostra e os indivíduos transferidos para os mesmos, com o auxílio de uma pipeta Pasteur com a ponta cortada, considerando-se que os organismos já estavam em fase adolescente/adultos, evitando assim qualquer possível dano à sua estrutura corporal, tomando cuidado também para evitar a diluição da amostra ou que se causasse estresse aos organismos.

Para realização do ensaio crônico foram utilizados 10 copos plásticos de 25 ml cada para o controle, mais 10 copos plásticos de 25 ml para cada amostra. Em cada frasco foi adicionado um organismo teste com idade de 2 a 26 horas.

Os indivíduos foram alimentados diariamente com a alga unicelular *Desmodesmus subspicatus*, seguindo mesma metodologia de alimentação do cultivo,

durante a primeira semana de ensaio. Nas duas semanas subsequentes, foram alimentados a cada dois dias, e no momento da renovação do meio.

Os organismos ficam mantidos em câmara incubadora, num fotoperíodo 16 horas luz: 8 horas escuro e a uma temperatura  $20\pm 2$  °C durante os 21 dias do ensaio. As observações foram realizadas ao 7º dia e a partir de então, 2 vezes na semana, concomitantemente com a renovação do meio.

Os parâmetros analisados foram sobrevivência, idade primípara e fecundidade. A sobrevivência foi medida como o número de progenitoras sobreviventes no final dos 21 dias de ensaio. A idade primípara foi avaliada observando a idade das progenitoras no momento da sua primeira reprodução. A norma para o ensaio de químicos com *Daphnia magna* da OCDE, aconselha também o relato da idade primípara, entre outros parâmetros (OCDE, 2012). A fecundidade foi traduzida no número médio de neonatos produzidos por fêmea.

#### **5.2.7.2 Ensaio de toxicidade bairro Boa Vista**

A amostra inicial coletada foi encaminhada para laboratório a fim de realização de análise físico-química para identificação da concentração de acumulação dos poluentes.

A partir da necessidade de avaliar possíveis efeitos nas gerações posteriores, realizou-se Ensaio Transgeracional, que pretende analisar efeitos agudos e crônicos em 3 gerações dos organismos teste *Daphnia magna*. A validação da metodologia do ensaio está descrita na Etapa 1 das metodologias desse trabalho, seguindo a mesma metodologia para o ensaio com amostra coletada no bairro Boa Vista.

Para o Ponto do bairro Boa Vista aplicou-se o ensaio transgeracional com água resultante da 5ª coleta. Como o intuito dessa coleta foi a realização do ensaio, utilizou-se água a ser utilizada nos testes no borbulhador por um período de 24 horas.

### 5.2.7.3 Ensaio de fitotoxicidade bairro Boa Vista

O ensaio para avaliação do potencial de germinação e índice de crescimento da raiz e da planta *Eruca sativa* seguiu a metodologia descrita por Costa (2010), com modificações.

Para elaboração do ensaio utilizou-se como amostra água resultante da 5<sup>o</sup> coleta realizada no bairro Boa Vista, sendo essa a mesma amostra que foi utilizada para realização do ensaio transgeracional com *Daphnia magna*, composta então por água do cultivo de *Daphnia*, que ficou no borbulhador do sistema de absorção de bancada por um período de 24 horas.

10 réplicas da amostra e 10 réplicas do controle compunham o ensaio, contendo 10 sementes de *Eruca sativa* em cada uma das réplicas, totalizando 100 sementes para a amostra e 100 para o controle. No momento de disposição das sementes, manteve-se um espaçamento pré-definido para que não haja competição de espaço.

As sementes foram acondicionadas em placas de Petri contendo 2 discos de papel filtro embebidas com a amostra/controle (Figura 11), na proporção de 3x o peso seco do papel usado como substrato. Para o controle utilizou-se como solução água deionizada.

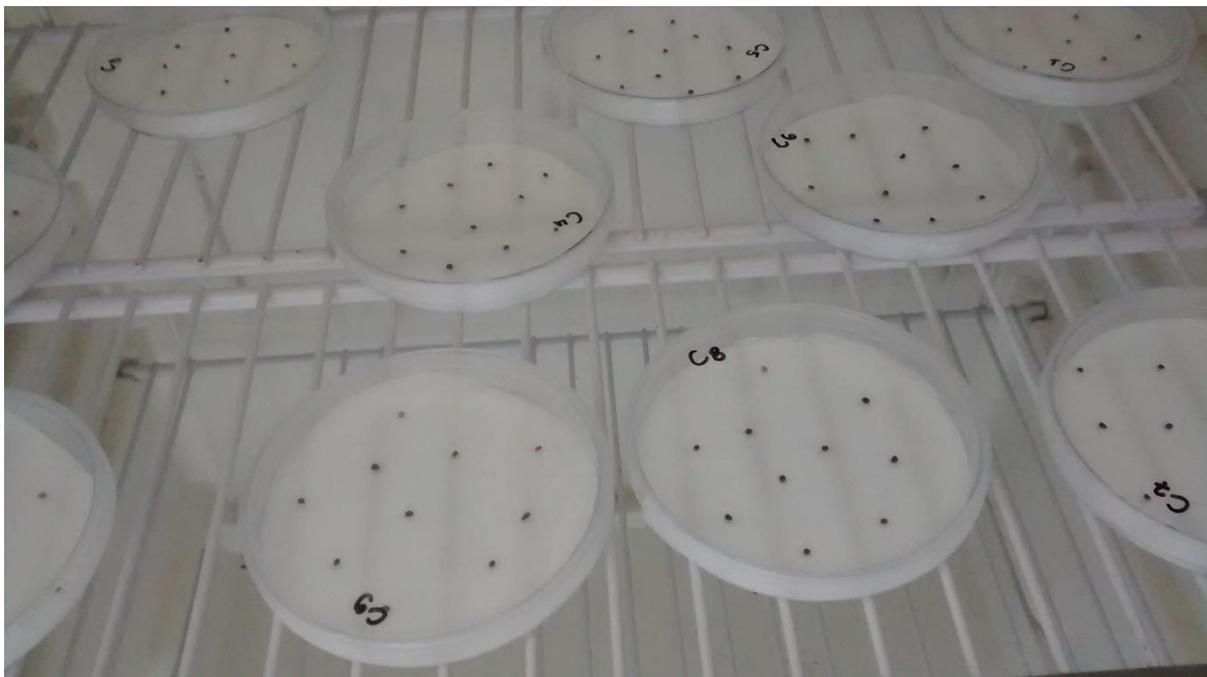
Os testes foram mantidos a  $20 \pm 2$  °C e fotoperíodo de 16 horas luz: 8 horas escuro. A leitura dos resultados do ensaio de fitotoxicidade foi realizada ao 7<sup>o</sup> dia.

Os testes com *E. sativa* não possuem padronização específica e, portanto, foram realizados seguindo orientações disponíveis nas Regras para Análise de Sementes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009).

Para análise dos resultados, foi utilizada a média de germinação e crescimento da raiz e planta para amostra e controle, havendo comparação entre elas.

As sementes utilizadas para realização do ensaio são sementes compradas, da marca Feltrin®, estando dentro do prazo de validade, com potencial de germinação de 96% e pureza de 100%.

**Figura 11.** Sementes de *Eruca sativa* acondicionadas em placas de Petri para realização de ensaio de fitotoxicidade.



#### 5.2.7.4 Ensaio Transgeracional com Cloreto de Zinco e Cloreto de Alumínio

Com o intuito de analisar a toxicologia de mistura de compostos localizados na amostra coletada no bairro Boa Vista, com uma concentração conhecida, elaborada em laboratório, para uma análise em relação ao comportamento do organismo teste sob essa amostra, optou-se por utilizar amostra de Cloreto de Zinco + Cloreto de Alumínio para realização de ensaio transgeracional com *Daphnia magna*, em uma concentração de  $1,25 \times 10^{-3} \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1,875 \times 10^{-3} \text{ mg.L}^{-1}$  respectivamente.

O cloreto de zinco é um sólido cristalino branco, higroscópico e deliquescente. É utilizado como catalisador, atuando como ácido de Lewis, em uma grande variedade de reações em síntese orgânica. As maiores vantagens da utilização do cloreto de zinco são o baixo custo do reagente, a facilidade de manuseio, a toxicidade moderada e o amplo espectro de atuação como catalisador (FREITAS, 2015).

O cloreto de alumínio é um sólido esbranquiçado, que reage violentamente com água. É uma substância higroscópica, possuindo alta afinidade pela água, que penetra na estrutura do cloreto de alumínio gerando a forma hexaidratada  $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . É

provavelmente o ácido de Lewis mais utilizado, sendo empregado há décadas como catalisador em muitas reações químicas (FREITAS, 2015).

A concentração a ser utilizada para elaboração do ensaio transgeracional foi baseado-se nos resultados da última coleta realizada no Bairro Boa Vista com intuito de analisar a acumulação dos compostos em 24 horas de coleta, sendo a água encaminhada para laboratório para realização de análise química. Em 24 horas de coleta a acumulação desses compostos na amostra foi de  $18,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  de Zinco e  $31,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  de Alumínio, sendo arredondado para a realização dessa etapa da pesquisa para  $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$  respectivamente. Porém, devido a alta toxicidade dessa mistura, para o ensaio transgeracional utilizou-se 1/16 da média de cada composto.

Ensaio toxicológicos crônicos e agudos com o organismo teste foram realizados para poder chegar a essa concentração, sendo esses dados parte de um trabalho de conclusão de curso da UNIVILLE, realizado juntamente com acadêmicos do curso de Farmácia. Nesse ensaio, iniciou-se os testes com a concentração localizada na amostra ( $0,02 \text{ mg.L}^{-1}$  e  $0,03 \text{ mg.L}^{-1}$ , como citado acima), partindo após os primeiros resultados para testes utilizando metade desses valores, após  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ , e  $\frac{1}{16}$ , resultado esse que utilizou-se para realização do ensaio transgeracional, por ser o valor que não apresentou toxicidade em ensaio crônico.

A metodologia para elaboração e execução do ensaio transgeracional segue o descrito da metodologia – parte 1 dessa pesquisa, sendo o teste composto por amostra de Cloreto de Zinco + Cloreto de Alumínio (concentração de  $1,25 \times 10^{-3} \text{ mg.L}^{-1}$  e  $1,875 \times 10^{-3} \text{ mg.L}^{-1}$  respectivamente) e controle.

### **5.2.8 Metodologia de análise química em laboratório**

As análises foram realizadas em laboratórios terceirizados, com certificação da Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro NBR ISO/IEC 17025:2005, e reconhecidos perante ao IAP - Instituto Ambiental do Paraná / IAPCCL 017<sup>a</sup> e a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), nº 1021/2017.

Os métodos utilizados para as análises estão descritos nos anexos C, D, E e F.

## **6. QUESTÕES ÉTICAS DA PESQUISA**

O comitê de Ética em Pesquisa da UNIVILLE (CEP) baseia-se na Lei Federal nº 11.794/08 para conduzir as pesquisas, garantindo assim os devidos tratos aos seres-vivos. Porém, para esse projeto não é necessária a submissão ao CEP, pois tratam-se de organismos que não pertencem ao filo Chordata.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 Ensaio Transgeracional - Desenvolvimento

O desenvolvimento do ensaio transgeracional partiu da necessidade de analisar mais que uma geração em ensaio crônico, realizando análise das gerações futuras geradas no ambiente de ensaio.

O ensaio crônico tem duração de 21 dias, sendo realizada apenas análise da geração inicial, observando-se parâmetros de longevidade, crescimento e fecundidade. Nesse ensaio transgeracional mantém-se o mesmo método de análise e montagem de ensaio para a geração inicial e primeira e segunda gerações (F<sub>0</sub>, F<sub>1</sub> e F<sub>2</sub>) provenientes dos filhotes utilizados no início do ensaio. Cada geração deve ser analisada por 21 dias.

Para validação desse método de ensaio transgeracional, realizaram-se 3 ensaios com a substância Dicromato de Potássio, à concentração de 0,125 mg.L<sup>-1</sup>, sendo essa a menor concentração a ser utilizada na realização nos ensaios agudos para elaboração de carta-controle do cultivo. No total, realizou-se um número maior de ensaios, sendo alguns destes cancelados em algum momento para alteração de método, de concentração de amostra, dentre outras modificações necessárias para se alcançar o resultado esperado para a validação do ensaio transgeracional.

Os 3 ensaios foram realizados no ano de 2017, nos meses de abril, junho e julho, tendo cada ensaio uma duração aproximada de 2 meses, tendo em vista que, nessa metodologia de ensaio transgeracional, há a possibilidade de análises crônicas (21 dias) de todas as gerações analisadas.

O primeiro ensaio que possibilitou o alcance esperado em relação a um ensaio crônico transgeracional iniciou-se no dia 04/04/2017, sendo encerrado no dia 05/05/2017. Através dele, foram analisadas a geração inicial e seus filhotes (geração 1). Este ensaio não possibilitou a análise da geração 2 devido ao baixo índice de natalidade da amostra da geração 1 no seu 14º dia de ensaio e à mortalidade de 80% dos organismos da amostra no 17º dia de ensaio (Tabela 7). O controle manteve-se dentro do esperado, sendo descartado devido à mortalidade da amostra.

**Tabela 7.** Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 1.

TESTE TRANSGERACIONAL 1 - CONCENTRAÇÃO DE 0,125 mg/L DE DICROMATO DE POTÁSSIO (AMOSTRA)												
INÍCIO	04/04/2017											
7 DIAS	11/04/2017											
10 DIAS	14/04/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	2	3	2	0	7	5	0	0	0	4	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	0	2	5	0	0	0	0	0	2	NASCIDOS
14 DIAS	18/04/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	11	7	7	11	7	7	8	0	0	X	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	7	7	3	10	3	4	11	6	9	2	NASCIDOS
17 DIAS	21/04/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	0	6	6	0	8	11	0	0	0	X	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	0	0	5	4	9	0	0	8	6	NASCIDOS
21 DIAS	25/04/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	4	0	5	4	0	3	3	0	0	X	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	6	X	1	0	4	3	5	0	0	1	NASCIDOS

GERAÇÃO 1							
INÍCIO	18/04/2017						
7 DIAS	25/04/2017						
	1	2	3	4	5		
	CONTROLE	OK	OK	OK	OK	OK	
	AMOSTRA	OK	X	OK	OK	OK	
10 DIAS	28/04/2017	1	2	3	4	5	
	CONTROLE	5	5	3	4	3	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	X	3	0	0	NASCIDOS
14 DIAS	02/05/2017	1	2	3	4	5	
	CONTROLE	13	7	12	10	5	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	6	X	1	0	X	NASCIDOS
17 DIAS	05/05/2017	1	2	3	4	5	
	CONTROLE	10	8	9	7	13	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	X	X	X	X	NASCIDOS

Legenda: X - Organismos Mortos.

OK - Organismos vivos, ainda sem filhotes.

○ Retirado um filhote aleatório para dar início ao teste com a geração seguinte.

Observa-se que, caso fosse analisado esse ensaio com essa amostra específica apenas como um ensaio agudo ou crônico, seu resultado seria de que não há toxicidade, pois se obteve apenas 1 morte no controle (representando 10% do número de organismos, o que está dentro do permitido pela norma), mantendo-se uma média de resultados semelhantes no quesito natalidade entre amostra e controle a partir do 14º dia de ensaios e até o fim do 21º dia de ensaio da geração inicial, tempo equivalente a um ensaio crônico, conforme Brentano (2006).

A partir do início do ensaio transgeracional, com os filhotes da geração inicial, é possível observar diferenças representativas no quesito mortalidade e natalidade. No 10º dia de ensaio, a natalidade no controle ficou 85% maior que a da amostra, mantendo-se esse mesmo percentual de diferença no 14º dia de ensaio, com uma

mortalidade de 80% dos organismos da amostra no 17º dia de ensaio e nenhuma mortalidade no controle, revelando-se os efeitos tóxicos a partir da geração 1.

No segundo ensaio transgeracional, com início em 09/06/2017 e término em 21/07/2017, alcançou-se a geração 2, como pode ser visto na Tabela 8.

Nota-se que a partir da geração 1 há diferença de natalidade no 14º dia de ensaio, o controle mantém seu padrão de médio de filhotes, e a amostra apresenta uma baixa de aproximadamente 70%, oferecendo entretanto possibilidade de continuação dos ensaios para a geração 2.

Além disso, a partir do 17º dia da geração 1, a amostra começa a apresentar mortalidade enquanto o controle mantém suas condições de vida. No 21º dia, data final para o ensaio da geração 1, a amostra está com 100% de mortalidade, ao passo que a mortalidade do controle não excedeu 20%, o que faz com que o ensaio seja considerado válido pela OCDE (2012).

No 7º dia da geração 2, o controle mantém seus limites considerados válidos pela OCDE (2012), não excedendo 20% de mortalidade, ao passo que a amostra exibiu apenas 20% de sobrevivência. Desse modo, com a execução do ensaio transgeracional por mais 2 gerações, é possível observar as alterações no organismo, afetando sua fecundidade, natalidade e mortalidade.

**Tabela 8.** Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 2.

**TESTE TRANSGERACIONAL 2 - CONCENTRAÇÃO DE 0,125 mg/L DE DICROMATO DE POTÁSSIO (AMOSTRA)**

INÍCIO	09/06/2017											
7 DIAS	16/06/2017											
10 DIAS	20/06/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	AMOSTRA	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	
14 DIAS	23/06/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	0	5	5	4	3	2	1	0	0	0	
	AMOSTRA	3	3	3	0	2	0	1	0	6	3	
18 DIAS	27/06/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	0	8	15	7	5	2	5	0	3	3	
	AMOSTRA	5	2(X)	11	8	6	4(X)	6	7(X)	1(X)	6	
21 DIAS	30/06/2017	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	X	6	0	X	4	0	7	X	2	3	
	AMOSTRA	0	X	0	2	1	X	3	X	X	2	

**GERAÇÃO 1**

INÍCIO	23/06/2017						
7 DIAS	30/06/2017						
	1	2	3	4	5	n° DE FILHOTES NASCIDOS	
	CONTROLE	OK	OK	OK	OK		
	AMOSTRA	OK	OK	OK	OK		
10 DIAS	10/07/2017	1	2	3	4	5	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	2	3	4	5	6	
	AMOSTRA	2	6	7	9	10	
14 DIAS	14/07/2017	1	2	3	4	5	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	10	7	11	14	9	
	AMOSTRA	1	6	4	3	2	
17 DIAS	17/07/2017	1	2	3	4	5	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	9	5	7	10	3	
	AMOSTRA	X	2	4	1	X	
21 DIAS	21/07/2017	1	2	3	4	5	n° DE FILHOTES NASCIDOS
	CONTROLE	1	1	2	3	X	
	AMOSTRA	X	X	X	X	X	

**GERAÇÃO 2**

INÍCIO	14/07/2017					
7 DIAS	21/07/2017					
	1	2	3	4	5	
	CONTROLE	OK	X	OK	OK	OK
	AMOSTRA	OK	X	X	X	X

Legenda: X - Organismos Mortos.

OK - Organismos vivos, ainda sem filhotes.

○ Retirado um filhote aleatório para dar início ao teste com a geração seguinte.

(X) - Adulto morto mas com filhotes.

O terceiro ensaio foi iniciado em 25/07/2017, finalizando-se em 29/08/2017. Os resultados encontram-se na Tabela 9.

**Tabela 9.** Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional 3.

**TESTE TRANSGERACIONAL 3 - CONCENTRAÇÃO DE 0,125 mg/L DE DICROMATO DE POTÁSSIO (AMOSTRA)**

INÍCIO	25/07/2017											
7 DIAS	01/08/2017											
10 DIAS	04/08/2017											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	CONTROLE	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	0	0	0	0	4	0	0	7	0	NASCIDOS
14 DIAS	08/08/2017											
	CONTROLE	6	4	4	5	3	2	1	0	1	0	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	4	3	5	3	7	6	1	0	5	4	NASCIDOS
18 DIAS	12/08/2017											
	CONTROLE	12	6	11	6	4	5	2	1	3	0	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	5	3	12	7	4	2	7	8	1	1	NASCIDOS
21 DIAS	15/08/2017											
	CONTROLE	1	6	0	2	4	0	7	2	2	X	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	0	X	0	2	1	4	3	1	X	X	NASCIDOS

**GERAÇÃO 1**

INÍCIO	08/08/2017						
7 DIAS	15/08/2017						
	1	2	3	4	5		
	CONTROLE	OK	OK	OK	OK	OK	
	AMOSTRA	OK	OK	OK	OK	OK	
10 DIAS	18/07/2017						
	CONTROLE	2	3	2	1	1	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	2	5	3	10	8	NASCIDOS
14 DIAS	22/08/2017						
	CONTROLE	2	1	9	4	7	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	1	2	5	6	2	NASCIDOS
17 DIAS	25/08/2017						
	CONTROLE	1	X	5	3	3	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	X	X	3	1	X	NASCIDOS
21 DIAS	29/08/2017						
	CONTROLE	1	X	1	2	2	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	X	X	X	X	X	NASCIDOS

**GERAÇÃO 2**

INÍCIO	22/08/2017						
7 DIAS	29/08/2017						
	1	2	3	4	5		
	CONTROLE	OK	OK	OK	OK	OK	
	AMOSTRA	X	X	X	X	X	

Legenda: X - Organismos Mortos.

OK - Organismos vivos, ainda sem filhotes.

○ Retirado um filhote aleatório para dar início ao teste com a geração seguinte.

A geração inicial exibiu uma pequena alteração entre amostra e controle em seu 21º dia, com uma mortalidade de 30% dos organismos da amostra, enquanto o controle apresentou apenas 10% da mesma taxa.

A geração 1 começou a exibir alterações entre amostra e controle no 10º dia de vida, quando a amostra apresentou um *boom* de filhotes, característica essa de defesa do organismo em alguns casos de toxicidade em que se tenta manter a espécie gastando todo o seu potencial energético na geração de filhotes com vista a garantir o sucesso de sobrevivência. 7 dias após esse ocorrido, no 21º dia de ensaio da

geração 1, a amostra apresenta 100% de mortalidade, enquanto o controle mantém suas características normais.

Para a geração 2, no 7º dia de vida pode-se observar 100% de mortalidade da amostra, enquanto o controle não apresentou nenhuma característica de possível toxicidade.

A exposição de uma amostra com possíveis contaminantes a múltiplas gerações pode revelar possíveis efeitos por causa do acúmulo de dano causado pelo estresse tóxico em longo prazo, ao mesmo tempo em que se avalia também seu potencial de recuperação (ERNST; KABOUW; BARTH et al., 2016).

Van Gestel e colaboradores (2017) analisaram em seu trabalho a toxicidade para 3 gerações de 2 compostos diferentes, para o organismo *Folsomia candida*, tendo como resultado que para 1 dos compostos testados os animais apresentaram uma recuperação clara na segunda e terceira geração, comprovando-se que, geneticamente, os organismos podem responder das mais variadas formas aos compostos com os quais estão em contato, sendo de extrema importância a análise de mais de uma geração, principalmente análises crônicas transgeracionais.

Os resultados dos ensaios de toxicidade geracional devem ser indicativos de efeitos em longo prazo da exposição a substâncias tóxicas. No entanto, adaptação ou extinção de populações expostas por várias gerações podem ocorrer (PAUMEN; STEENBERGEN; KRAAK et al., 2008), afirmação essa que condiz com os resultados apresentados nessa validação de teste transgeracional com *Daphnia magna* utilizando-se a amostra composta pelo dicromato de potássio, considerando-se que, nos 3 ensaios realizados, houve mortalidade total ou de no mínimo 80% dos organismos-teste até o momento de finalização do ensaio.

Os seres vivos, em geral, estão expostos a ameaças que podem desestabilizar o seu genoma e/ou epigenoma. Essas ameaças consistem em produtos químicos, patógenos, suplementos nutricionais, contaminantes atmosféricos, dentre outros, os quais causam alterações na expressão gênica, os quais podem persistir ou ser transmitidos para as gerações seguintes (DAXINGER; WHITELOW, 2010). A epigenética refere-se a todas as mudanças reversíveis e herdáveis no genoma que não alteram a sequência de nucleotídeos do DNA, mas podem modificar o

funcionamento e a expressão genética. Esses fatores podem se tornar hereditários (HEARD; MARTIENSSEN, 2014), afetando assim a natalidade, por exemplo.

A exposição pré-natal a tóxicos ambientais (como a utilizada neste ensaio) pode alterar a diferenciação das células germinativas primordiais, que é iniciada durante o desenvolvimento fetal, e induzir transtornos epigenéticos transgeracionais (SAITOU; YAMAJI, 2012; STOUDEY; PAOLONI-GIACOBINO, 2010).

Quando se realizam ensaios investigativos em relação a capacidade de alguns produtos e misturas de promover efeitos transgeracionais, pode-se entender que a geração inicial envolve a exposição direta e a segunda geração (representada pelo F2 nesse estudo) é germinativa, e assim os fenótipos podem diferir entre as gerações. Além de considerar o modo de administração e dose, a janela para promover o fenótipo transgeracional epigenético verifica-se durante a determinação do sexo gonadal, pois as fêmeas em fase de reprodução nesse período seriam a população mais sensível às exposições de herança transgeracional epigenética (MANIKKAM; GUERRERO-BOSAGNA; TRACEY et al., 2012).

Sabe-se que o dicromato, composto utilizado para realização desse ensaio transgeracional, é um agente oxidante. Dentro da célula, o dicromato é convertido a uma forma mais estável, causando estresse oxidativo. Sendo assim, a maioria da toxicidade induzida pelos cromatos inclui peroxidação lipídica, danos ao DNA, citotoxicidade, mutagênese e carcinogênese (ATTIA; KAMEL, 2011).

O que se observa com a realização desse ensaio transgeracional com Dicromato de Potássio é que, mesmo em pequena quantidade, a qual não demonstra toxicidade aguda e nem crônica para o organismo-teste *Daphnia magna*, efeitos de alteração genética podem ser observados com a realização de ensaio transgeracional. Esses efeitos podem afetar biotas inteiras através da contaminação de um ambiente, mesmo em quantidade ínfimas, pois o organismo-teste em questão é um organismo de base de cadeia alimentar, sendo sua existência de grande importância ambiental.

Através desses dados busca-se demonstrar a importância da realização de ensaios mais específicos para espécies-chave e compostos tidos como não tóxicos.

## 7.2 Análise Toxicológica nos 4 bairros distintos do município de Joinville

Para todas as coletas realizadas nos quatro bairros distintos do município de Joinville, mediante um total de oito coletas, realizou-se ensaio toxicológico agudo e crônico com as amostras.

Sete das oitos coletas realizadas não apresentaram toxicidade para o organismo *Daphnia magna*.

Essa já era uma resposta esperada, pois o equipamento utilizado realiza o processo de lavagem do ar, mantendo na água alguns poluentes em baixa quantidade, como identificado nas fases seguintes dessa pesquisa, já que se trata da coleta do ar que respiramos, e não de um processo em que há acúmulo de poluentes.

Das 8 coletas realizadas, apenas 1 apresentou toxicidade aguda, com mortalidade de 100% da amostra em 48 horas, não sendo possível a realização do ensaio crônico. Tal amostra foi a referente ao bairro Floresta, realizada no dia 26/04/2016. No momento da sua coleta, após a instalação do equipamento que, durante 1 hora, realizava o processo de lavagem de ar, um caminhão ficou por 40 minutos estacionado com o motor em funcionamento ao lado do equipamento, liberando fumaça preta cuja opacidade não foi determinada, visto não se ter a Escala Ringelmann em mãos nem se ter por objetivo a determinação das emissões de fontes antropogênicas.

A resolução 452/13 do Contran (Conselho Nacional de Trânsito), para combater a chamada “fumaça preta”, entrou em vigor no dia 27/09/13. Segundo a norma, proprietários de veículos antigos movidos a diesel, sobretudo os com fabricação anterior a 2005, deverão intensificar as manutenções preventivas e periódicas com o intuito de reduzir as emissões de gases. Atualmente, o Código Brasileiro de Trânsito já classifica como infração grave circular com o veículo produzindo gases tóxicos em quantidade excessiva.

Os principais poluentes liberados para a atmosfera pelos veículos são resultado do processo de combustão incompleta, quando o combustível injetado no cilindro não encontra a quantidade necessária de ar para sua queima. Os poluentes, chamados de primários, são emitidos diretamente pelo escapamento automotivo. São alguns deles: óxidos de carbono, óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e enxofre (SO<sub>x</sub>), álcoois,

aldeídos, hidrocarbonetos (HC), ácidos orgânicos e material particulado. Os poluentes primários podem interagir entre si ou sofrer fotólise e formar os poluentes chamados secundários, como ozônio, nitratos de peroxiacetila, dentre outros (GUARIEIRO; VASCONCELLOS; SOLCI, 2011).

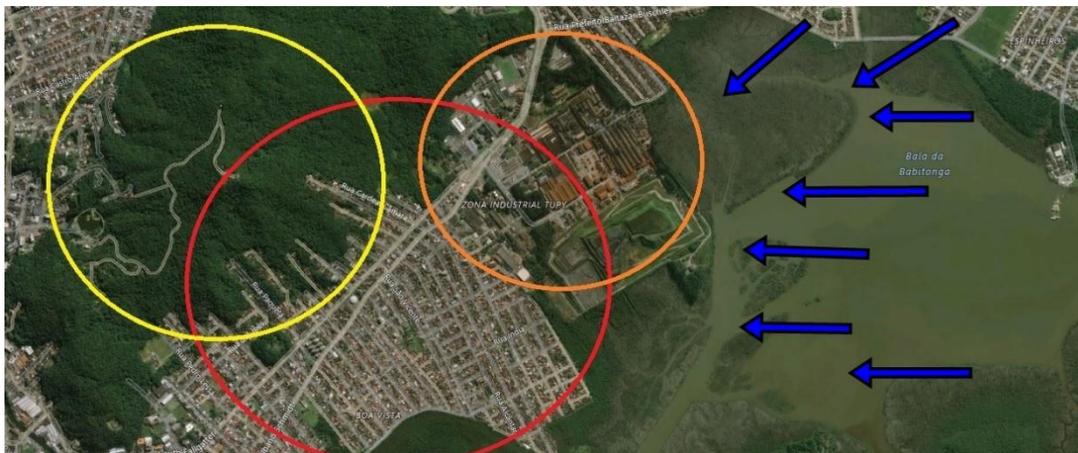
Os veículos a diesel podem emitir centenas de poluentes para a atmosfera, sendo o NO<sub>x</sub> um dos compostos emitidos em maiores concentrações. Estudos em túneis mostram que os motores a diesel produzem cinco vezes mais NO<sub>x</sub> que os veículos a gasolina (GAFFNEY; MARLEY, 2009).

Os poluentes regulados emitidos pelos veículos a diesel que utilizam, principalmente, o biodiesel, são bem documentados, mas as emissões de compostos não regulados, como os compostos carbonilados e os HPAS, ainda estão sendo estudadas. Encontrados entre os carbonilados emitidos, acetaldeído, formaldeído e acroleína são compostos tóxicos, mutagênicos e carcinogênicos (KARAVALAKIS; BOUTSIKA; STOURNAS; et al., 2011).

Os ensaios toxicológicos realizados em bairros distintos do município de Joinville não apresentaram toxicidade, com apenas uma exceção, conforme citado acima. Entretanto, não há confirmação de que a toxicidade estava relacionada a poluentes presentes no ar atmosférico, sendo uma possível causa a toxicidade vinda de fonte móvel estacionada.

A partir desses resultados, optou-se, então, pela realização das fases seguintes utilizando-se como ponto de coleta e análise somente o bairro Boa Vista, representado na Figura 12 pelo círculo vermelho. Devido à sua localização, trata-se de um ponto com grande influência de outros municípios ao redor de Joinville que exerce interferência direta sobre o movimento das massas de ar de acordo com a direção dos ventos, representada pelas flechas azuis na Figura 13. Conta ainda com a barreira física do morro do Boa Vista, representado pelo círculo amarelo, responsável por condensar uma massa de ar sobre o bairro, onde se concentra uma grande quantidade de indústrias emissoras de possíveis poluentes atmosféricos em área delimitada pelo círculo laranja. Devido a essas características, esse se demonstrou o local mais propício para a realização deste estudo.

**Figura 12.** Representação do bairro Boa Vista e seus arredores, com ilustração da direção dos ventos.



- Legenda:
- Morro do Boa Vista
  - Bairro Boa Vista
  - Zona Industrial do Boa Vista
  - ➔ Direção dos Ventos

### 7.3 Identificação dos poluentes – Bairro Boa Vista

Para a identificação dos poluentes, um processo realizado na primeira coleta do Bairro Boa Vista, solicitou-se ao laboratório responsável análise de 26 compostos já mencionados na metodologia. Na Tabela 10, estão listados esses compostos e explicitado o método de análise utilizado pelo laboratório contratado (relatório na íntegra disposto no Anexo C), além de seu resultado e limite de quantificação.

**Tabela 10.** Resultados Analíticos dos 26 compostos analisados em amostra do sistema de absorção de ar atmosférico do bairro Boa Vista (continua).

Análise	Resultado	Método	LQ (µg/L)
<b>Acenafteno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Acenaftileno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Antraceno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Benzeno</b>	< 0,05 µg/L	POP 384 Ver. 2 e POP 385 Ver. 0	0,5
<b>Benzo(a)antraceno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Benzo(a)pireno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Benzo(b)fluoranteno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Benzo(g,h,i)perileno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Benzo(k)fluoranteno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Criseno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Dibenzo(a,h)antraceno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Etilbenzeno</b>	< 0,05 µg/L	POP 384 Ver. 2 e POP 385 Ver. 0	0,5
<b>Fenantreno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Fenol</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 D:2007 e EPA 3550 D: 2007	0,1
<b>Fluoranteno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Fluoreno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Indeno(1,2,3-c,d)pireno</b>	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01
<b>Naftaleno</b>	< 0,05 µg/L	POP 384 Ver. 2 e POP 385 Ver. 0	0,5
<b>Pireno</b>	< 0,01 µg/L		0,01
<b>Tolueno</b>	< 0,05 µg/L	POP 384 Ver. 2 e POP 385 Ver. 0	0,5
<b>Xilenos</b>	< 1,5 µg/L	POP 384 Ver. 2 e POP 385 Ver. 0	1,5
<b>Cádmio</b>	< 1 µg/L	SMWW, 22ª edição. 2012, Método 3120 B	1

**Tabela 11.** Resultado Analíticos dos 26 compostos analisados em amostra do sistema de absorção de ar atmosférico do bairro Boa Vista (conclui).

Análise	Resultado	Método	LQ (µg/L)
<b>Chumbo</b>	< 1 µg/L	SMWW, 22º edição. 2012, Método 3120 B	1
<b>Cromo</b>	< 1 µg/L	SMWW, 22º edição. 2012, Método 3120 B	1
<b>Mercúrio</b>	1,24 µg/L	SMWW, 22º edição. 2012, Método 3120 B	0,75
<b>Zinco</b>	25,3 µg/L	SMWW, 22º edição. 2012, Método 3120 B	1

Legenda: LQ – Limite de Quantificação

 - Resultado acima do LQ

Porém, dos 26 compostos analisados, somente mercúrio e zinco fizeram-se presentes na amostra em quantidade acima do limite de quantificação utilizado pelo laboratório contratado.

Com base nos resultados da primeira coleta com análise química, optou-se pela alteração dos compostos analisados, mantendo-se mercúrio e zinco, por serem os 2 compostos com resultados acima do limite de quantificação na análise inicial, e cádmio e chumbo, por se tratarem de compostos tóxicos, sendo o cádmio muito utilizado em fungicidas, baterias, tratamento da borracha, produção de pigmentos, bem como em indústrias de galvanoplastia, para dar brilho e resistência à corrosão a objetos (MOORE; RAMAMOORTHY, 1984), e o chumbo um elemento tóxico de grande ocorrência como contaminante ambiental devido seu largo emprego industrial, como nas indústrias extrativa, petrolífera, de acumuladores, tintas e corantes, de cerâmica e bélica, sua presença decorrente ainda da constante emissão por veículos automotores (NRIAGU, 1988).

Além disso, optou-se pela inclusão das análises de arsênio, pois se trata de um elemento químico tóxico e amplamente distribuído na biosfera (WATANNABE; HIRANO, 2013), podendo ser encontrado na atmosfera (FARIAS; MILANI; NIENCHESKI; et al., 2012) e que, além da conhecida toxicidade, é considerado um elemento cancerígeno (NEWMAN; UNGER, 2002). Quanto ao alumínio, há

aproximadamente 40 anos já foi considerado o terceiro elemento químico mais frequente na crosta terrestre, com frequência de 7,1 % (LINDSAY, 1979), e um elemento de utilização habitual pelas indústrias da região.

Com base nos resultados da segunda coleta, e com necessidade de alteração da metodologia, mais 2 coletas foram realizadas no mesmo ponto, realizando-se somente as análises de alumínio, mercúrio e zinco.

#### 7.4 Análise Temporal das Amostras

A partir da segunda coleta realizada no bairro Boa Vista, as coletas foram feitas em escala temporal para que, em análise posterior, fossem observados os efeitos cumulativos dos compostos.

Na Tabela 12, observam-se os resultados de quantificação dos compostos no decorrer do tempo. Constam nela apenas os resultados relativos a alumínio, mercúrio e zinco, pois não houve detecção dos demais, como pode ser observado no anexo D.

**Tabela 12.** Quantidade de zinco, mercúrio e alumínio, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nas amostras coletadas no Bairro Boa Vista.

Duração da coleta (h)	Data e hora	Concentração $\mu\text{g.L}^{-1}$		
		Zinco	Mercúrio	Alumínio
1	13:30 - 14:30 09/05/2017	25,3	1,24	-
3	10:25 - 13:25 13/07/2017	13,1	-	25,4
6	13:30 - 19:30	15,2	0,666	27,7
9	10:00 - 19:00 14/07/2017	17,4	-	29,6
12	09:30 - 21:30 18/07/2017	8,24	-	20,6
18	21:30 - 15:30 19/07/2017	31,6	0,488	30
24	10:00 - 10:00 20/07/2017	18,6	-	28

O intuito dessa análise temporal, com coletas de 1 a 24 horas, foi fazer uma análise quanto à possibilidade de acumulação dos compostos na amostra. Entretanto, observa-se que o resultado não demonstrou a ocorrência de acumulação dos compostos no decorrer do tempo de coleta, haja vista, por exemplo, a que, na coleta com duração de 1 hora, encontraram-se  $25,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  de zinco e  $1,24 \mu\text{g.L}^{-1}$  de mercúrio, e em 24 horas de coleta obteve-se como resultado  $18,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  de zinco e 0 de mercúrio.

A partir desse resultado houve alteração na metodologia de coleta, não sendo realizada a troca total da água no sistema de absorção a cada finalização de hora de coleta estipulada, mas antes retirando-se apenas a amostra necessária para análise.

Encontra-se abaixo a Tabela 13, com resultados referentes à coleta sem troca total de água por amostra.

**Tabela 13.** Quantidade de zinco, mercúrio e alumínio, em  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , nas amostras coletadas no Bairro Boa Vista, sem troca total de água.

Duração da coleta (h)	Data e hora	Concentração $\mu\text{g/L}$		
		Zinco	Mercúrio	Alumínio
1	8:30 - 09:30 20/09/2017	31,9	-	-
3	08:30 - 11:30 20/09/2017	22,9	-	-
6	08:30 - 14:30 20/09/2017	18,9	-	10,4
9	08:30 - 17:30 20/09/2017	24,4	-	-
12	08:30 - 20:30 20/09/2017	17,5	-	12,1
18	08:30 - 02:30 21/09/2017	29,6	-	79,3
24	08:30 - 08:30 21/09/2017	26,2	-	-

Sem a troca total da água, buscou-se a acumulação temporal, já que a cada hora pré-estipulada para retirada de aproximadamente 250 mL de amostra realizava-se agitação na amostra total, evitando-se que algum poluente decantasse. Porém, como pode ser depreendido a partir dos resultados da Tabela 13 e do anexo E, os resultados em  $\mu\text{g.L}^{-1}$  de zinco, mercúrio e alumínio não seguiram uma sequência de crescimento por hora.

Alumínio, mercúrio e zinco não são elementos facilmente elimináveis em água. A diminuição de sua concentração no decorrer do teste causa algumas dúvidas em relação ao método de análise, já que o resultado esperado era o aumento na concentração ou estabilidade do início ao fim do teste.

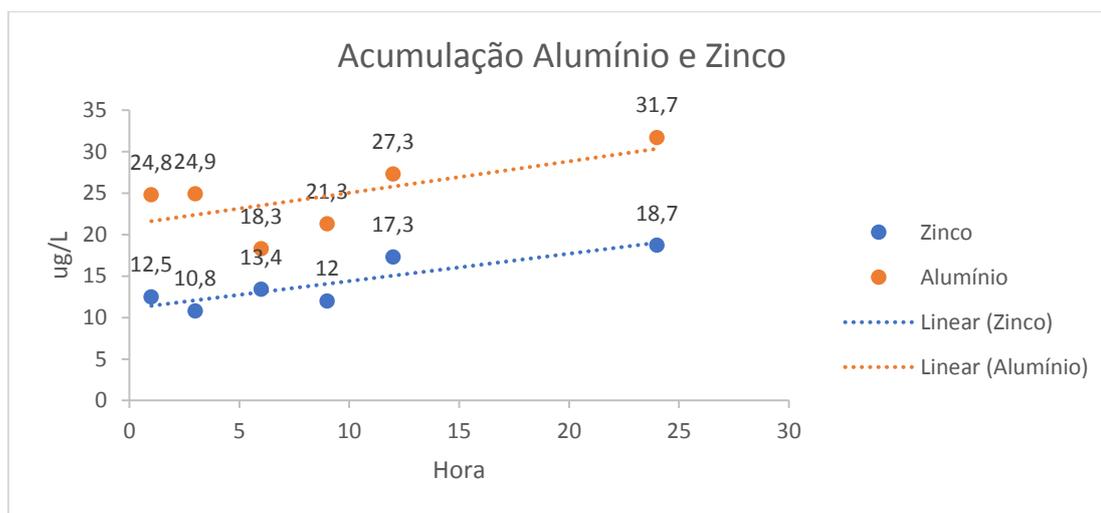
Devido aos resultados inconclusivos, foi realizada uma nova coleta seguindo-se a mesma metodologia de não realizar a troca da água do borbulhador a cada retirada para análise, encaminhando-se as amostras para outro laboratório. Na Tabela 14, é possível observar os resultados dos compostos analisados por período amostral.

**Tabela 14.** Quantificação dos compostos zinco, mercúrio e alumínio por período no bairro Boa Vista

Duração da coleta (h)	Data e hora	Concentração µg/L		
		Zinco	Mercúrio	Alumínio
1	09:00 - 10:00 23/04/2018 segunda-feira	12,5	-	24,8
3	09:00 - 12:00 23/04/2018 segunda-feira	10,8	-	24,9
6	09:00 - 15:00 23/04/2018 segunda-feira	13,4	-	18,3
9	09:00 - 18:00 23/04/2018 segunda-feira	12	-	21,3
12	09:00 - 21:00 23/04/2018 segunda-feira	17,3	-	27,3
24	09:00 - 09:00 24/04/2018 terça-feira	18,7	-	31,7

A partir dos dados gerados com o resultado das análises desse outro laboratório, elaborou-se um gráfico (Figura 13) traçando uma linha de crescimento referente à acumulação dos compostos na água com o passar das horas.

**Figura 13.** Acumulação de zinco e alumínio em amostra de água do sistema de absorção, referente à coleta realizada no bairro Boa Vista



Em 24 horas de teste, foram detectadas concentrações de 31,7 µg.L<sup>-1</sup> de alumínio e 18,7 µg.L<sup>-1</sup> de zinco na amostra.

Segundo informações constantes da FISPQ do sulfato de alumínio, disponível por diversas instituições (Anexo G) a respeito da toxicidade desse elemento, dados quantitativos sobre os efeitos ecológicos desse composto não estão disponíveis. Os dados apresentados se aplicam a todos os sais de alumínio, tóxicos para organismos aquáticos.

A mesma FISPQ em questão cita que esse composto é tóxico para *Daphnia magna* em concentrações a partir de 136mg.L<sup>-1</sup> (equivalente a 136000 µg.L<sup>-1</sup>) em testes de toxicidade aguda. Assim, a quantidade de alumínio localizada no ar atmosférico do bairro Boa Vista em 24 horas de coleta seria o equivalente a menos de 1% do valor tido como tóxico para o organismo-teste, conforme essa FISPQ.

O cloreto de zinco, segundo a FISPQ consultada (ANEXO I), apresenta uma CE<sub>50</sub> para *Daphnia magna* de 0,33 mg.L<sup>-1</sup> em teste agudo (48 horas) equivalente a 330 µg.L<sup>-1</sup>.

A quantidade de zinco localizada na amostra de água do sistema de absorção utilizado no bairro Boa Vista em 24 horas de coleta foi 18,7 µg.L<sup>-1</sup>. Baseando-se no resultado da FISPQ do óxido de zinco (ANEXO H) em relação à toxicidade em teste crônico, obteve-se um resultado 38% menor que o apresentado como CE<sub>50</sub>(21d). Já em relação ao resultado apresentado na FISPQ do cloreto de zinco (ANEXO I), obteve-se na amostra de 24 horas de coleta do bairro Boa Vista uma quantidade de aproximadamente 95% menor do que a citada na FISPQ para teste agudo (48 horas).

Devido aos dados apresentados acima, optou-se pela realização de ensaio de fitotoxicidade com *Eruca sativa* e de ensaio transgeracional com *Daphnia magna*, buscando-se possíveis dados toxicológicos não detectados através de ensaio agudo ou crônico, mediante utilização de água do sistema de absorção utilizado no bairro Boa Vista em 24 horas de coleta.

## **7.5 Ensaio de fitotoxicidade bairro Boa Vista**

A leitura dos resultados do ensaio de fitotoxicidade utilizando-se sementes de *Eruca sativa* foi realizada ao 7º dia, mediante análise dos dados de germinação e crescimento de raiz e da planta.

Baseando-se nesses resultados, pode-se afirmar que não há fitotoxicidade em relação à amostra e ao controle, sendo a amostra a água do sistema de absorção utilizado para a coleta de poluentes atmosféricos do bairro Boa Vista em um período de coleta de 24 horas.

Para análise dos dados, foi utilizado o percentual médio dos resultados da amostra e controle, realizando-se uma comparação entre eles.

Em relação à germinação, o controle apresentou 95% de sucesso na germinação, enquanto a amostra apresentou 94%.

Em relação ao crescimento da raiz e da planta, o controle apresentou uma raiz com o tamanho médio de 3,67 cm, e a amostra apresentou para o mesmo parâmetro 3,49 cm. Para o parâmetro de crescimento da planta, o controle apresentou uma média de 2,03 cm, e a amostra 1,94.

Na Tabela 15 estão representados os dados citados acima, para todas as amostras, sendo 10 réplicas para controle e 10 para amostra. Em cada réplica foram utilizadas 10 sementes.

**Tabela 15.** Dados referentes ao ensaio de 7 dias com *Eruca sativa*. Valores de crescimento da raiz e planta apresentados em centímetros.

**CONTROLE**

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
RAÍZ	PLANTA																		
3,8	2,2	4,1	3	5,8	2	4,5	2,4	7	2,1	4,2	1,6	6,5	2,1	4,8	2,6	4,2	2,3	4,1	2,3
4,3	1,6	5	2,4	4,5	2,5	7,2	2,1	3	2,4	3,1	1,5	2,4	1,5	3,5	2,2	3,8	2,5	5,9	2,2
4,5	2	4,5	2,9	2	2	5,3	2,2	4,1	2	3,6	2,7	4,8	1,5	3,2	1,9	4,1	1,7	5,5	2,4
5	2,4	4,4	2,7	4,6	1,7	3,6	2,3	4,2	1,9	3	2,6	3,6	2,5	3,5	1,3	2,7	1,6	2,2	2
4,7	2,2	3,7	2,2	6,1	2	2,8	2,3	4,6	2,9	3,5	2	3	3	2	2,5	3,7	2,1	2,9	1,5
2,5	3,5	3,6	2,7	6,5	1,7	3,9	2,1	3,1	2,2	2	2,5	3,6	2,1	3,8	2,5	3,1	2	3,1	1,5
3,2	2	4	2,4	7	2	5,5	2,7	2,2	2,5	3,7	2,4	4,4	2,4	3,9	2,1	3,5	2,2	3,3	2,2
4,3	2,5	3,7	2	5,5	1,9	3,7	2,2	5,1	2,2	4,5	1,7	5	2,6	1,2	2,3	3,1	2	5	2,7
4,6	1,7	3,5	2,4	1	1,4	5	2,6	5	2	0	0	1	1	3,3	2,2	2,4	1,8	5,6	1,6
2,7	2,5	0	0	3,7	1,3	0	1,1	1,9	2,3	0	0	0	0,8	4	2	0	0	0	0
3,96	2,26	3,65	2,27	4,67	1,85	4,15	2,2	4,02	2,25	2,76	1,7	3,43	1,95	3,32	2,16	3,06	1,82	3,76	1,84

**AMOSTRA**

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
RAÍZ	PLANTA																		
2,8	1,8	5	2,2	4,5	2,2	3,6	2,5	2,6	2,6	4	2,5	4,4	2	4,3	2,6	4,3	2,5	4,6	2
3,5	2	5	2,5	4,6	2	2	2	3,2	2,6	5,3	2,2	4,3	1,6	3,5	2	4	2,3	5	2,5
3,1	2,7	3,5	2,1	5	1,9	3,3	1,3	2,5	2	0,3	0,9	3,6	1,8	2	1,8	4,3	1,8	3,1	2,3
3,8	2,2	0,2	1	4,7	2	3,5	2,1	2,5	2	5	2,1	4,3	1,8	5,5	2	3,6	2,8	2,8	2,1
4,3	2,2	4,5	2,5	4,9	1,8	4	1,7	3,2	2	4,1	1,5	4,2	2	5	2	5,6	2,5	4,7	3,2
4,2	2,4	3	1,7	3,3	2,2	3,4	1,6	1,5	1,8	5	2,1	4	2,5	2,5	1,7	3	1,9	3	1,9
3	2,1	4,5	1,5	5,7	2,2	5,6	2,2	1,7	2	4,5	2,6	4,5	3	4,7	2	4,2	2,3	3,2	2,4
2,9	2,3	5,5	1,6	1	1,6	4,1	3,2	1,8	2,2	3,6	2,1	3,6	2,1	4,2	1,9	0	1,1	3,6	2,2
0,6	1	4	2	4,8	2,6	4,6	3	5,3	2,2	4,1	2	8,1	2,2	6	2,1	0	0	3,5	2,5
0	1,1	3,2	1,8	3,8	2	4,2	2,2	0	0	0	0	0	0	1	0,7	0	0	0	0
2,82	1,98	3,84	1,89	4,23	2,05	3,83	2,18	2,43	1,94	3,59	1,8	4,1	1,9	3,87	1,88	2,9	1,72	3,35	2,11

## 7.6 Ensaio transgeracional com Cloreto de Zinco e Cloreto de Alumínio

A concentração a ser utilizada para elaboração do ensaio transgeracional foi baseado-se nos resultados da última coleta realizada no Bairro Boa Vista. Em 24 horas de coleta a acumulação desses compostos na amostra foi de 18,7 µg.L<sup>-1</sup> de Zinco e 31,7 µg. L<sup>-1</sup> de Alumínio, sendo arredondado para a realização dessa etapa da pesquisa para

0,02 mg.L<sup>-1</sup> e 0,03 mg.L<sup>-1</sup> respectivamente. Porém, devido a alta toxicidade dessa mistura, para o ensaio transgeracional utilizou-se 1/16 da média de cada composto, utilizando então no teste as concentrações de 1,25x10<sup>-3</sup> mg.L<sup>-1</sup> de Cloreto de Zinco e 1,875x10<sup>-3</sup> mg.L<sup>-1</sup> de Cloreto de Alumínio.

Para realização dos testes, pH e salinidade estavam sempre dentro dos valores indicados na norma, não havendo necessidade de alteração da amostra.

Na Tabela 16 observa-se o resultado do teste trasgeracional com ambos compostos, caracterizando um teste de toxicidade transgeracional de mistura.

**Tabela 16.** Resultado de natalidade e mortalidade do ensaio transgeracional com Cloreto de Zinco + Cloreto de Alumínio nas concentrações de 1,25x10<sup>-3</sup> mg.L<sup>-1</sup> e 1,875x10<sup>-3</sup> mg.L<sup>-1</sup> respectivamente

**Teste Transgeracional com cloreto de zinco + cloreto de alumínio**

INÍCIO	10/08/2018											
7 DIAS	17/08/2018											
10 DIAS	21/08/2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	0	0	0	6	10	2	4	3	0	2	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	2	4	5	0	0	4	2	4	7	4	NASCIDOS
14 DIAS	24/08/2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	0	5	1	0	0	3	0	4	3	5	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	1	0	0	1	4	5	0	4	1	0	NASCIDOS
18 DIAS	28/08/2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	4	0	7	3	0	4	2	5	3	4	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	4	2	0	1	3	2	4	5	4	0	NASCIDOS
21 DIAS	31/08/2018	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	CONTROLE	0	0	0	4	9	1	3	2	2	5	n° DE FILHOTES
	AMOSTRA	2	4	0	4	0	0	3	0	2	5	NASCIDOS

**GERAÇÃO 1**

INÍCIO	24/08/2018					
7 DIAS	31/08/2018	1	2	3	4	5
	CONTROLE	ok	ok	ok	ok	ok
	AMOSTRA	x	x	x	x	x

Legenda: X - Organismos Mortos.

OK - Organismos vivos, ainda sem filhotes.

○ Retirado um filhote aleatório para dar início ao teste com a geração seguinte.

Observando os resultados apresentados na Tabela 16 acima, pode-se afirmar que caso analisássemos somente a geração inicial do organismo teste, caracterizando um teste crônico, não haveria apresentação de toxicidade para esse organismo teste, pois tanto na amostra como no controle não houve mortalidade, e a média de natalidade ficou similar.

Porém, na geração 1, filhotes da geração inicial, na finalização da primeira semana de teste o controle se manteve vivo 100%, enquanto a amostra apresentou 100% de mortalidade.

## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS**

A utilização de ensaios transgeracionais toxicológicos é de suma importância, pois sabe-se que variadas substâncias não apresentam efeitos de toxicidade aguda ou crônica para determinados compostos, mas podem apresentar efeitos transgeracionais, como apresentado nessa tese, afetando assim todo um ambiente.

A validação de um ensaio toxicológico transgeracional com um organismo teste já utilizado para realização de ensaios crônicos e agudos, que serve de base para elaboração e referência de normas ambientais proporciona facilidade a um baixo custo para ensaios com inúmeras substâncias, dando mais segurança em relação a valores que não proporcionem possíveis acidentes ou desastres ambientais.

Em relação ao estudo de caso, a utilização do sistema de absorção para análise do ar atmosférico permite que vários locais possam ser amostrados em água, para determinados compostos.

Com os resultados apresentados em relação ao bairro Boa Vista, do município de Joinville/SC, mais trabalhos podem ser elaborados utilizando esses dados, sendo possível trabalhar questões de acumulação no organismo ou até mesmo efeitos de exposição a longo prazo para as mais variadas espécies.

Além disso, a realização de estudos de identificação e quantificação de poluentes presentes na atmosfera e em dado local de interesse, paralelos ao desenvolvido neste trabalho, permitiriam melhor correlacionar quais os que mais influenciariam a saúde ambiental de uma região.

## 9. REFERÊNCIAS

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química. **O desempenho da indústria química em 2017**, ABIQUIM, São Paulo. 2017.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.648. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com algas (*Chlorophyceae*)**. Rio de Janeiro. 1992.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.648. **Ensaio de Toxicidade aguda com cladocera (Crustacea, Branchiopoda)**. 1993.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.713. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Métodos de ensaio com peixe**. 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.713: **Ecotoxicidade aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera)**. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12.713: **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea)**. Rio de Janeiro. 2016.

Adams, W J; Rowland, C D. **Aquatic toxicology test methods**. *In: Handbook of ecotoxicology*. Hoffmann, D J; Rattner, B A; Burton Jr, G A; et al. Eds CRC Press. Florida. 2002.

Aksoy, A; Öztürk, M A. ***Nerium oleander* L. of lead and other heavy metal pollution in Mediterranean environments**. The Science of the Total Environment. v. 205. p. 145 – 150. 1977.

Amaral, D M; Piubeli, F A A. **A poluição atmosférica interferindo na qualidade de vida da sociedade**. In: X Simpósio de Engenharia de Produção. São Paulo. 2003.

Amaral, B S. **Perfil da concentração de poluentes regulamentados e não regulamentados emitidos a partir da combustão de biocombustíveis originários de um motos de ciclo diesel**. Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Química da PUC-Rio. 2016.

Antunes, S C; Castro, B B. **Pulgas-de-água (*Daphnia* spp.)**. Revista de ciência elementar. 2017.

Aragão, M A; Araújo, R P A. **Métodos de Ensaio de Toxicidade com Organismos Aquáticos**. In: ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. (Org.) **Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações**. São Carlos: RIMA, 2006.

Artal, M C; Almeida, G; Caloto-Oliveira, A; et al. **Toxicity assessment of an effluent derived from an inactivated uranium mine: the Poços de Caldas (Brazil) example.** Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology , v. 8, p. 35–40. 2013.

Attia, Y A; Kamel, K I. **Animal Semen quality, testosterone, seminal plasma biochemical, and antioxidante profiles of rabbit bucks fed diets supplemented with different concentrations of soybean lecithin.** Animal, p.1-10 e The Animal Consortium. doi: 10.1017/S1751731111002229. 2011.

Augusto, L G S. **Saúde e Meio Ambiente.** In: Ministério da Saúde. **Saúde no Brasil – contribuições para a agenda de prioridades de pesquisa.** Brasília: Ministério da Saúde. 2004.

Azqueta, A; Gutzkow, K B; Brunborg, G; et al. **Towards a more reliable comet assay: optimising agarose concentration, unwinding time and electrophoreses conditions.** Mutat. Res. 742. p. 41 – 45. 2011.

Ayers, R S; Westcot, D W. **A qualidade da água na agricultura.** Traduzido e revisado pela Universidade Federal da Paraíba.FAO, Centro de Ciências Agrárias, 1991.

Barros, P A G. **Efeitos Tóxicos de Cianobactérias em Cladóceros.** Tese de doutorado (Biologia). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. 2001.

Basile, A G. **Desenvolvimento de Teste Ecotoxicológico com o Fungo Alternaria cassiae: Toxicidade Aguda de Agrotóxicos e Avaliação de Risco Ambiental.** Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal – SP. 2008.

Beaton, M J; Peters, C M. **A Cytological Perspective.** Physiology of the Cladocera. London: Academic Press, 199-218. 2014.

Buikema, A L; Voshell, J R; **Toxicity studies using freshwater benthic macroinvertebrates.** p. 344 – 398. In Rosenberg, D M; Resh, V H. **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates.** New York: Chappman & Hall. 1993.

Buschini, A; Martino, A; Gustavino, B; et al. **Comet assay and micronucleus test in circulating erythrocytes of Cyprinus carpio specimens exposed.** In: situ to lake waters treated with disinfectants for potabilization. Mutation Research - Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. 557(2), p. 119– 129. 2004.

Becker, D; Van Damme, K; Turner, E; et al. **The Genomics of Cladoceran Physiology. Physiology of the Cladocera.** London: Academic Press, p. 235–258. 2014.

Benzie, J A H. **CLADOCERA: The genus Daphnia (including Daphniopsis) in** Dumont, H J F. (org.) **Guides to the identification of the macroinvertebrates of the**

**continental waters of the world.** Leiden: Backhuys Publishers, The Netherlands. P. 376. 2005.

Braga, A; Böhm, G M; Pereira, L A A; et al. **Poluição atmosférica e saúde humana.** Revista USP. n. 51, p. 58-71. São Paulo. 2001.

Brasil. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional da Saúde (FUNASA). Relatório de Atividades, 2001.** Brasília: Fundação Nacional de Saúde. 2001.

Brentano. D M. **Desenvolvimento e aplicação do teste de toxicidade crônica com *Daphnia magna*: avaliação de efluentes tratados de um aterro sanitário.** Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

Brilhante, O M; Resende. **Detecção da poluição por metais em poeiras, sedimentos, solos, águas pluviais e sistemas de saneamento através do magnetismo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. 19(3). Campinas. 1995.

Brilhante, O M. **Gestão e avaliação da poluição, impacto e risco na saúde ambiental.** In: Brilhante, O M; Caldas, L Q A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental.** Rio de Janeiro. Editora FIOCRUZ. 1999.

Brito-Pelegrini, N N; Paterniani, J E S; Brota, G A; et al. **Ensaio biológico com sementes para avaliar a redução da toxicidade do chorume tratado por processo fotoquímico.** Pesquisa e Tecnologia Minerva. 6(3). P. 219 – 228. 2007.

Cabral, N L; Freire, A T; Conforto, A B; et al. **Increase of Stroke incidence in Young Adults in a Middle-Income Country.** Stroke. 48(11) p. 2925 – 2930. 2017.

Camponogara, S; Kirchhof, A L C; Ramos, F R S. **Uma revisão sistemática sobre a produção científica com ênfase na relação entre saúde e meio ambiente.** Ciência e Saúde Coletiva. P. 427 – 439. 2007.

Campos, J F F A F. **Avaliação da toxicidade das águas do Rio Cubatão (Norte) – Joinville, SC, com base em ensaios ecotoxicológicos com *Daphnia magna*.** Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade do Minho – Escola de Ciências. 2015.

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

Castro, A H S; Araújo, R S; Silva, G M M. **Qualidade do ar – parâmetros de controle e efeitos na saúde humana: uma breve revisão.** Holos. 2013. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=481548607010>> Acesso em: 28/02/2018.

Castro, H A; Gouveia, N; Cejudo, J A E. **Questões metodológicas para a investigação dos efeitos da poluição do ar na saúde.** Revista Brasileira de Epidemiologia. v. 6, n. 2. 2003.

Castro, L M; Pio, C A; Cerqueira, M A. **Formação secundária de compostos particulados numa atmosfera marinha.** Disponível em:< <http://www.cesam.ua.pt/files/Castro%20CNA99.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2015. 1999.

CETESB. Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Contaminantes na Bacia do Rio Cubatão e seus reflexos na biota aquática.** Relatório Técnico. São Paulo. P. 81. 1990.

CETESB. Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Plano Estadual de Recursos Hídricos.** Lei nº 7.663/1991. São Paulo, Sp. 1994.

CETESB. Companhia Ambiental do estado de São Paulo. **Sistema de Informação de qualidade do ar.** Disponível em: [www.cetesb.gov.br/Ar/ar\\_qualar.asp](http://www.cetesb.gov.br/Ar/ar_qualar.asp) . 2011.

Collins, A R; Dušinská, M; Franklin, M; et al. **Comet assay in human biomonitoring studies: reliability, validation, and applications.** Environmental and Molecular Mutagenesis. 30(2): p. 139-146. 1997.

Collins, A R. **The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications and limitations.** Molecular Biotechnology. v. 26. p. 249 – 261. 2004.

Collins, A R; Oscoz, A A; Brunborg, G; et al. **The comet assay: Topical issues.** Mutagenesis. 23(3). p. 143 – 151. 2008.

CONAMA. **Resolução N°003/1990.** Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.

CONAMA. **Resolução N° 007/1993.** Defini as diretrizes básicas e padrões de emissão para o estabelecimento de Programas de Inspeção e Manutenção para Veículos Automotores em Uso - I/M.

CONAMA. **Resolução N° 382/2006.** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.

CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito. **Resolução N° 452/2013.** Dispõe sobre os procedimentos a serem adotados pelas autoridades de trânsito e seus agentes na fiscalização das emissões de gases de escapamento de veículos automotores de que trata o artigo 231, inciso III, do Código de Trânsito Brasileiro (CTB).

Costa, C R; Olivi, P; Botta, C M R; et al. **A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação.** Química Nova. v.31, p.1820-1830. 2008.

Covich, A P; Thorp, J H; Rogers, D C. **Introduction to the Subphylum Crustacea.** *in* Thorp, J H; Covich, A P. (org). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates** (3ª Ed.). 2010.

Cristofolini, N J. **Desenvolvimento Socioeconômico de Joinville/SC e a ocupação dos manguezais do Bairro Boa Vista**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina. 2013.

Cropper, M; Simon, N. **Valuing the health effects of Air Pollution**. DEC notes. n. 7. Washington, DC. 1996.

Cunha, R M P. **Estudo do transporte de poluentes na região do polo petroquímico, localizado em Triunfo – RS**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2002.

Cunico M M; Cunico E. **Toxicologia da morte violenta**. 1º Ed. Curitiba/PR. 2015.

Cupertini, P M. **Avaliação da toxicidade aguda do fungicida Tebuconazole utilizando o organismo teste *Daphnia magna***. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Erechim. 2017.

David, R M; Dakic, V; Williams, T D; et al. **Transcriptional responses in neonate and adult *Daphnia magna* in relation to relative susceptibility to genotoxicants**. Aquatic Toxicology. 104(3-4). p. 192 – 204. 2011.

Daumas, R P; Mendonça, S; Azevedo, G; et al. **Poluição do ar e mortalidade em idosos no município do Rio de Janeiro: Análise de série temporal**. Caderno de Saúde Pública. Rio de Janeiro. 2004.

Daxinger, L; Whitelaw, E. **Transgenerational epigenetic inheritance: more questions than answers**. Genome research, v. 20, n. 12, p. 1623–8, dez. 2010.

Decreto Nº 3450 de 9 de maio de 2000. Aprova o estatuto e o quadro demonstrativo dos cargos em comissão e das funções gratificadas da Fundação Nacional da Saúde – FUNASA, e dá outras providências.

Decreto - Lei Nº 1.413 de 14 de Agosto de 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do Meio Ambiente.

Decreto - Lei Nº 6.803 de 02 de junho de 1980. Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.

Derisio, J. **Poluição do ar**. In: **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 3. ed. São Paulo: Signus Editora. 2007.

Devaux, A; Fiat, L; Gillet, C; et al. **Reproduction impairment following paternal genotoxin exposure in brown trout (*Salmo trutta*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*)**. Aquatic Toxicology. 101(2), p. 405–411. 2011.

Dodson, S L; Cáceres, C E; Rogers, D C. **Cladocera and other branchiopods in** Thorp, J H; Covich, A P (org). **Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates**. 3<sup>o</sup> Ed. Academic Press. p. 774-828. 2010.

Dutra, E G; Valle, R M; Gomes, B C; *et al.* **Emissão de gases poluentes por veículos leves a gasolina na atmosfera de Belo Horizonte**. Seminário de Tecnologia de Motores Combustíveis e Emissões – STMCE. Belo Horizonte, 2004.

Ebert, D. **Introduction to Daphnia Biology**. In: **Ecology, Epidemiology, and Evolution of Parasitism in Daphnia**. Bethesda: National Library of Medicine. 2005.

Enserink, L; Luttmer, W; Maas-Diepeveen, H. **Reproductive strategy of *Daphnia magna* affects the sensitivity of its progeny in acute toxicity tests**. Aquatic Toxicology. v. 17. p. 15-26. 1990.

Ernst, G; Kabouw, P; Barth, M; *et al.* **Assessing the potential for intrinsic recovery in a Collembola twogeneration study: possible implementation in a tiered soil risk assessment approach for plant protection products**. Ecotoxicology. v. 25, n. 1, p.1-14, 6 out. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-015-1560-3>. 2016.

Espíndola, E L G; Brigante, J; Dornfeld, C B. **Estudo ecotoxicológicos do Rio Mogi-Guaçu**. In: **Limnologia fluvial um estudo no Rio Mogi-Guaçu**. 2003.

Farias, J S; Milani, M R; Niencheski, L F H; *et al.* **Química Nova**. p. 35. 2012.

Fernandes, H M; Veiga, L H S. **Procedimentos integrados de risco e gerenciamento ambiental: Processos e módulos**. In: Brilhante, O M; Caldas, L Q A. **Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental**. Rio de Janeiro. Editora FIOCRUZ. 1999.

Ferreira, C J S. **Impacto automotivo em populações de *Ctenomys minutus* na planície costeira do RS: avaliação do teor de metais tóxicos e medição de lipoperoxidação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2003.

Ficker, C. **História de Joinville: Crônica da Colônia Dona Francisca**. 2. ed. Joinville: Editora Letradágua, 2008.

Filho, A S. **Proposta de um método para avaliação da toxicidade aguda de efluentes gasosos**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – SC. 2010.

Fiorucci, A R; Filho, E B. **A Importância do Oxigênio Dissolvido em Ecossistemas Aquáticos**. Química Nova na Escola. n. 22, p. 10-16, nov. 2005.

Flynn, M N; Silva, L C M; Louro, M P. **Processo de Bioacumulação na área estuarina de Santos e São Vicente, São Paulo**. RevInter Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade. v. 4, n. 2, p. 36 – 58. 2011.

Forchhammer, L; Johansson, C; Loft, S; et al. **Variation in the measurement of DNA damage by comet assay measured by the ECVAG inter-laboratory validation trial.** *Mutagenesis*. v. 25. p. 113 – 123. 2010.

Freitas, C M. **Problemas ambientais, saúde coletiva e ciências sociais.** *Revista C S Col.* 8(1). P. 137 – 150. 2003.

Freitas, R H C N. **Zinc Chloride.** *Revista Virtual de Química.* 7(6) p. 2641 – 2646. 2015.

Fugazza, J. **Estudo da toxicidade aguda e crônica de nanopartículas de óxido de Cromo III sobre o microcrustáceo marinho *Mysidopsis juniae* (Silva, 1979).** Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) - Universidade da Região de Joinville, Joinville. 2015.

Gabsi, F; Glazier, D S; Hammers-Wirtz, M; et al. **How do interactive maternal traits and environmental factors determine offspring size in *Daphnia magna*?** *International Journal of Limnology*. v. 50(1). p. 9 – 18. 2014.

Gaffney, J S; Marley, N A. **The impact of combustion emissions on air quality and climate – From coal to biofuels and beyond.** *Atmospheric Environment*. v. 43, issue 1, p. 23-36. 2009.

Galoski, C E; Leitzke, T C G; Oliveira, T M N. **Análise Toxicológica do ar do município de São Francisco do Sul/SC a partir de amostragens obtidas de um sistema lavador de gás de bancada.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE. 2015.

Garty, J; Kloog, N; Cohen, Y. **Integrity of lichen cell membranes in relation to concentration of airborne elements.** *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* v.34 p. 136-144. 1998.

Ghiselli, G; Jardim, W F. **Interferentes Endócrinos no Ambiente.** *Quím. Nova*, 30 (3). p. 695 – 706. 2007.

Gioda, A; Gioda, F R. **A influência da qualidade do ar em doenças respiratórias.** *Saúde e Ambiente*. v. 7, n. 1, p.15-23. 2006.

Godish. T; Davis, W T; Fu, J S. **Air Quality.** 5. ed. EUA: CRC Press LLC, 2014.

Gonçalves, R A. **Avaliação Toxicológica de nanobastões de óxido de zinco e aplicação em membrana nanocompósita de filme fino para remoção de sais.** Tese submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. 2018.

Guarieiro, L L N; Vasconcellos, P C; Solci, M C. **Poluentes atmosféricos provenientes da queima de combustíveis fósseis e biocombustíveis: Uma breve**

**revisão.** Revista Virtual de Química. 3 (5), p. 434-445. Data de publicação na Web: 16 de novembro de 2011.

Guimarães, E S; Lacava, P M; Peixoto, M N. **Avaliação da toxicidade aguda com *Daphnia similis* na água captada no rio Paraíba do Sul e processada na estação de tratamento de água do município de Jacareí – SP. Brasil.** Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v. 9. n. 2. p. 124-130, abr. 2004.

Hales, S; Howden-Chapman, P. **Effects o fair pollution on health.** BMJ, v.335, n.7615, p. 314 – 315. 2007.

Hamilton, M A; Russo, R C; Thurston, R V. **Spearman-Karber method for estimating median lethal concentrations in toxicity bioassays.** Environ. Sci. Technol , 11 (7),p. 714– 719. 1977.

Han, X; Naeher, L P A. **Review of traffic-related air pollution exposure assessment studies in the developing world.** Environment International. v.32, n.1, p. 106 – 120. 2006.

Hancock, T. **Health, human development and the community ecosystem: three ecological models.** Health Promotion International. 8(1) p. 41 – 47. 1993.

Heard, E; Martienssen, R. A. **Transgenerational epigenetic inheritance: myths and mechanisms.** Cell, v. 157, n. 1, p. 95–109, 27 mar. 2014.

Hoshi, J; Amano, S; Sasaki, Y; et al. **Investigation and estimation of emission sources of 54 volatile organic compounds in ambiente air in Tokyo.** Atmospheric Environment. v.42, n.10, p. 2383 – 23-93. 2008.

IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Consulta de área, população e dados básico do município. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/>>. 2017.

ISO - International Organization for Standardization. ISO 6341: **Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea): Acute toxicity test.** pp. 2012.

Joinville em Dados. **Joinville cidade em dados.** Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável – SEPUD. 2017.

Jones, J C; Reynolds, J D; Raffaelli, D. **Environmental Variables.** In: Sutherland, W J. (orgs.). **Ecological Census Techniques.** Cambridge: Cambridge University Press, 370407. 2006.

Karavalakis, G; Boutsika, V; Stournas, S; et al. **Biodiesel emissions profile in modern diesel vehicles. Part 2: Effect of biodiesel origin on carbonyl, PAH, nitro-PAH and oxy-PAH emissions.** Science of the total Environment. v. 409, issue 4, p. 738-747. 2011.

Kieling, A G. **Adsorção de BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno – em cinza de casca de arroz e carvão ativado.** Tese (Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.

Knie, J L; Lopes, E W B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações: FATMA/GTZ.** Florianópolis, 2004.

Lacaze, E; Devaux, A; Mons, R; et al. **DNA damage in caged Gammarus fossarum amphipods: A tool for freshwater genotoxicity assessment.** Environmental Pollution. v. 159. p. 1682 – 1691. 2011.

Leal G C S G; Farias, M S S; Araújo, A F. **O processo da industrialização e seus impactos no meio ambiente urbano.** Qualit@s revista eletrônica. ISSN 1677 – 4280. v. 7. n.1. 2008.

**Lei Nº 6.938** de 31 de Agosto de 1981. Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente.

Lima, A M P; Souza, L D; Matias, L G O; et al. **Levantamento qualiquantitativo dos resíduos químicos perigosos gerados nas aulas práticas de química orgânica da UERN.** Química: Ciência, Tecnologia e Sociedade. v.5. n.2. 2016.

Lima, B R O; Nery, J T; **Poluentes da atmosfera urbana e a influência dos sistemas meteorológicos na quantificação destes compostos no município de Ourinhos/SP.** Revista Geonorte, Edição Especial, v. 2, n. 4, p. 1035-1047, 2012.

Lindsay, W.L. **Chemical equilibria in soils.** New York : WileyInterscience. 499p. 1979.

Loureiro, C; Gonçalves, F; Pedrosa, M A; et al. **Efeitos de alterações ambientais em populações de invertebrados: uma abordagem prática.** CAPtar, 4. p. 42 – 56. 2010.

Lyra, D G P. **A influência da meteorologia na dispersão dos poluentes atmosféricos da Região Metropolitana de Salvador.** In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. Florianópolis, 2006.

Magalhães, D P; Ferrão-Filho, A S. **A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos.** Oecol. Bras., p. 355 – 381. 2008.

Manikkam, M; Guerrero-Bosagna, C; Tracey, R; et al. **Transgenerational Actions of Environmental Compounds on Reproductive Disease and Identification of Epigenetic Biomarkers of Ancestral Exposures.** PLoS ONE, v. 7, n. 2, p. e31901, 28 fev. 2012.

Manahan. S. **Environmental chemistry.** 8. ed. EUA: CRC Press LLC, 2005.

Martins, E M; Arbilla, G; Bauerfeldt, G F; et al. **Atmospheric levels of aldehydes and BTEX and their relationship with vehicular fleet changes in Rio de Janeiro urban area.** Chemosphere, v.67, n.10, p. 2096 - 2103. 2007.

Martins, R S L. **Avaliação da toxicidade de água de chuvas a organismos aquáticos.** Dissertação (Mestrado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicações). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN, São Paulo. 2009.

Melo Júnior, J C F; Raimundo, C M; Amorim, M W. **Efeito da poluição atmosférica em folhas de *Tibouchina granulosa* (Desr.) Cong. (Melastomataceae).** Acta Biológica Catarinense. 1(1). P. 65 – 72. 2014.

Moller, P. **Genotoxicity of environmental agents assessed by the alkaline comet assay.** Basic Clin. Pharmacol. Toxicol. 96(1). p. 1 – 42. 2005.

Moore, J W; Ramamoorthy, S. **Heavy metals in natural waters.** New York: Springer-Verlag, 328p. 1984.

Monteiro, M A; Mendonça, M. **Sistemas Meteorológicos Atuantes em Santa Catarina.** In: Atlas de desastres naturais de Santa Catarina. Org. Hermann, M. L. DEDS-SC. 2005.

Nakamura, A; Tamura I; Takanobu, H; et al. **Fish multigeneration test with preliminary short-term reproduction assay for estrone using Japanese medaka (*Oryzias latipes*).** Journal of Applied Toxicology. v.35. p. 11-23. 2015.

Nassif, S. M. L; Vieira, I. G.; Fernandes, G. D. **Fatores externos ambientais que influenciam a germinação de sementes. Informativo Sementes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais.** Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), 1998.

Newman, . C; Unger, M A. **Fundamentals of ecotoxicology.** 2. ed. Boca Raton: CRC, 2002.

Nriagu, J O. **A silent epidemic of environmental metal poisoning?** Environ. Pollution, v.50, p.139- 61, 1988.

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. ***Daphnia magna* Reproduction Test.** OECD Guidelines for the Testing of Chemicals , 211: 1– 21. 2012.

Oliveira-Filho, E C; Grisolia, C K; Paumgarten, J. R. **Trans-generation study of the effects of nonylphenol ethoxylate on the reproduction of the snail *Biomphalaria tenagophila*.** Ecotoxicology and Environmental Safety. Issue 2, v.72, p.458-465. 2009.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Air Quality Guidelines - Second Edition** (Chapter 6.3 Cadmium). WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark. 2002.

OMS – Organização Mundial da Saúde. **Padrões de Qualidade do Ar – PQAr**. 2005.

Palma, P; Ledo, L; Alvarenga, P. **Ecotoxicological endpoints, are they useful tools to support ecological status assessment in strongly modified water bodies?** Science of The Total Environment , v.541 p.119 - 129. 2016.

Pan, G; Zhang, S; Feng, Y; et al. **Air pollution and children´s respiratory symptoms in six cities of northern China**. Respiratory Medicine, v.104, n.12, p. 1903 – 1911. 2010.

Parra, A Q; Gélvez, I M. **Identification of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHS) in the air in Cucuta, Colombia: Genotoxic effect**. Revista EIA. Ano XI, v. 11, p. 77 – 85. Escuela de Ingeniería de Antioquia —EIA—, Envigado (Colombia). 2014.

Paumen, M L; Steenbergen, E; Kraak, M . S; et al. **Multigeneration Exposure of the Springtail *Folsomia candida* to Phenanthrene: From Dose–Response relationships to Threshold Concentrations**. Environmental Science & Technology, v. 42, n. 18, p.6985-6990, 15 set. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/es8007744>. 2008.

Pellegri, V; Gorbi, G; Buschini, A. **Comet Assay on *Daphnia magna* in ecogenotoxicity testing**. Aquatic Toxicology. 155: 261-268. 2014.

Pelegri, N V B; Paterniani, J E S; Carniato, . G; et al. **Estudo da sensibilidade de sementes de *Euruca sativa* (rúcula) utilizando substâncias tóxicas para agricultura**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA). João Pessoa – PB. 2006.

Porto, M F. **Saúde, ambiente e desenvolvimento: reflexões sobre a experiência da COPASAD – Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente no contexto do Desenvolvimento Sustentável**. Rev. C S. 3(2). P. 33 – 46. 1998.

Porto, M F. **Saúde do Trabalhador e o desafio ambiental: contribuições do enfoque ecossocial, da ecologia política e do movimento pela justiça ambiental**. Ciencia & Saude Coletiva, Rio de Janeiro, v. 10, n. 4, p. 829-839, 2005.

Rand, G M; Petrocelli, S R. **Fundamentals of aquatic toxicology**. Washington. P. 665. 1985.

Rigotto, R M. **Saúde Ambiental e Saúde dos Trabalhadores: uma aproximação promissora entre o Verde e o Vermelho**. Revista Brasileira de Epidemiologia, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 388-404, 2003.

Russo, P R. **A qualidade do ar no município do Rio de Janeiro: Análise espaço-temporal de partículas em suspensão na atmosfera**. Revista de C. humanas. v. 10, n 1. p. 78 – 93. 2010.

Russo, P R. **Poluição Atmosférica: Refletindo sobre a qualidade ambiental em áreas urbanas**. Disponível em: [www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/biologia](http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/biologia). Biblioteca Portal Educação Pública. Rio de Janeiro. 2011.

Saitou, M; Yamaji, M. **Primordial germ cells in mice. Cold Spring Harbor perspectives in biology**, v. 4, n. 11, 1 nov. 2012.

Santos, M A P F. **Avaliação da qualidade da água e sedimento da sub-bacia do rio Corumbataí (SP) por meio de testes ecotoxicológicos**. Tese de doutorado (Ciências). Piracicaba: Universidade de São Paulo. 2008.

Santos, A S; Velasco, F C G; Luzardo, F H M. **Avaliação da exposição ao benzeno em jazida de areia silicosa: cálculo do risco toxicológico**. *Ambiência Guarapuava (PR)* v. 12 n. 1 p. 165 – 185. 2016.

Sapelli, I R; Medeiros, S H W; Leitzke, T C G. **Estudo da qualidade do ar no município de São Francisco do Sul/SC**. *R. gest. sust. ambient., Florianópolis*, v. 5, n. 2, p. 265-288. 2017.

Seinfeld, J H; Pandis, S N. **Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change**. Wiley. New York. 1998.

Sendão, M A F. **Impacto da poluição atmosférica na saúde da população residente em Lisboa**. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente), Universidade de Aveiro. 2008.

Silva, J; Simioni, A A; Groff, M; et al. **O ensaio cometa na avaliação da genotoxicidade induzida por poluentes atmosféricos utilizando como biomonitor o molusco *Cantareus aspersus* (Müller, 1774)**. *J. Braz. Ecotox.* v.2. n.1. p. 45 – 51. 2007.

Singh, H B; Salas, L; Viezee, W; et al. **Measurement of volatile organic chemicals at selected sites in California**. *Atmospheric Environment*. v.26, n.16, p. 2929 – 2946. 1992.

Snow, J. **Sobre a maneira de transmissão do cólera**. São Paulo/Rio de Janeiro: HUCITEC/ABRASCO. 1990.

Souza, T S; Fontanetti, C S. **Ensaio do cometa para avaliação da qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, numa área sob influência de uma refinaria de petróleo**. In: *4º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás*. Campinas, 2007.

Stouder, C; Paoloni-Giacobino, A. **Transgenerational effects of the endocrine disruptor vinclozolin on the methylation pattern of imprinted genes in the mouse sperm**. *Reproduction*, v. 139, n. 2, p. 373–379, 1 fev. 2010.

Tambellini, A T.; Câmara, V M. **A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos.** Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 47-59, 1998.

Tang, W Y; Ho, S M. **Epigenetic reprogramming and imprinting in origins of disease.** Rev Endocr Metab Disord. V. 8 p. 173-82. 2007.

Truhaut, R. **Eco-toxicology - objectives, principles and perspectives.** Ecotoxicology and Environmental Safety. v.1, p.151-173. 1977.

Turpin, B. **Options for Characterizing Organic Particulate Matter.** Environmental Science & Technology. p 76A-78A. 1999.

Umbuzeiro, G A; Roubicek, D A. **Genotoxicidade Ambiental In: Zagatto, P A; Bertoletti, E. (orgs.). Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações.** São Carlos: RiMa (2ª Ed.), p. 327 - 346. 2014.

Van Gestel, C . M; Silva, C L; Lam, T; et al. **Multigeneration toxicity of imidacloprid and thiacloprid to *Folsomia candida*.** Ecotoxicology, [s.l.], v. 26, n. 3, p.320-328. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s10646-017-1765-8>. 2017.

Vaz, C. **Desenvolvimento de Metodologia para teste de Toxicidade Crônica com *Mysidopsis juniae* (SILVA, 1979) para aplicações em análises de ambiente marinho.** Tese (Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental) Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.

Viola, E. In: Khalili, A E. **O que são créditos de carbono?** Revista Eco 21. 2010.

Zagatto, P A; Bertoletti, E. (Org.) **Ecotoxicologia Aquática - princípios e aplicações.** São Carlos: RIMA, 2006.

Zagatto, P A. **Ecotoxicologia** in Zagatto, P A; Bertoletti, E. (orgs.). **Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações** . São Carlos: RiMa (2ª Ed.), 1-13. 2014.

Zenkner. F F; Athanásio, C G; Ellwanger, J H; et al. **Análise Genotóxica de Efluente de Lavanderia Hospitalar: Ensaio Cometa com *Daphnia magna* Straus, 1820.** Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, n. 1, p. 29, 2012.

Watanabe, T; Hirano, S. **Arch. Toxicology.** p.87. 2013.

WHO – World Health Organization. 7 million premature deaths annually linked to air pollution. Acessado em: outubro, 2018. Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2014/air-pollution/en>

WHO – World Health Organization. **Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016)**. Acessado em: maio, 2018. Disponível em: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/en/)

## 10. ANEXOS

### ANEXO A – Carta Controle

A sensibilidade da cultura é monitorada quinzenalmente, utilizando-se dicromato de potássio como substância de referência. A  $CE_{50}$  (48h), expressa em  $mg.L^{-1}$ , foi calculada por meio do método Trimmed-Spearman Karber (HAMILTON; RUSSO; THURSTON, 1977) e manteve-se sempre dentro do intervalo aceitável para *Daphnia magna* (0,6 - 2,1  $mg.L^{-1}$ ).

PERÍODO	$CE_{50}(48h) - mg.L^{-1}$
Abril/2017	1,28
Maio/2017	0,9
Junho/2017	1,4
Julho/2017	1,2
Abril/2018	0,68
Maio/2018	0,9
Junho/2018	0,65
Julho/2018	0,71

## ANEXO B – Soluções adicionadas ao meio de cultivo

Substância	Concentração (g.L <sup>-1</sup> )	Volume de solução por litro de meio (mL)
Cloreto de cálcio (CaCl <sub>2</sub> .H <sub>2</sub> O)	73.5	3.2
Sulfato de magnésio (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	123.3	0.8
Cloreto de potássio (KCl)	5.8	0.8
Bicarbonato de sódio (NaHCO <sub>3</sub> )	64.8	0.8

Fonte: ABNT, 2009.

## ANEXO C – 1º Análise Bairro Boa Vista



### RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 7111/2017.0.A

Proposta Técnica: PC565/2017

Data de Publicação: 22/05/2017 11:46

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 7111-1/2017.0 - Água Superficial	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 09/05/2017 14:30	Data Recebimento: 10/05/2017 08:18
Técnico da Coleta: Cliente	Aspecto da Amostra: Translúcida
Condições Ambientais: Dia Ensolarado	Tipo de Amostragem: Simples

#### Resultados Analíticos

Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Acenafeno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Acenafileno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Antraceno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Benzeno	< 0,5 µg/L	POP 384 Rev. 2 e POP 385 Rev. 0	0,5	10/05/17
Benzo(a)antraceno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Benzo(a)pireno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Benzo(b)fluoranteno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Benzo(g,h,i)perileno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Benzo(k)fluoranteno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Criseno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Dibenzo(a,h)antraceno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Etilbenzeno	< 0,5 µg/L	POP 384 Rev. 2 e POP 385 Rev. 0	0,5	10/05/17
Fenantreno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Fenol	< 0,1 µg/L	EPA 8270 D:2007 e EPA 3550 C:2007	0,1	10/05/17
Fluoranteno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Fluoreno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Naftaleno	< 0,5 µg/L	POP 384 Rev. 2 e POP 385 Rev. 0	0,5	10/05/17
Pireno	< 0,01 µg/L	EPA 8270 C/D	0,01	10/05/17
Tolueno	< 0,5 µg/L	POP 384 Rev. 2 e POP 385 Rev. 0	0,5	10/05/17
Xilenos	< 1,5 µg/L	POP 384 Rev. 2 e POP 385 Rev. 0	1,5	10/05/17

#### Análises Subcontratadas

Bioagri - CRL0172				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Cádmio*	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B	1	22/05/17

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 7111/2017.0.A

Proposta Técnica: PC565/2017

Bioagri - CRL0172				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Chumbo*	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B	1	22/05/17
Cromo*	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B	1	22/05/17
Mercurio*	1,24 µg/L	SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B	0,75	22/05/17
Zinco*	25,3 µg/L	SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3120 B	1	22/05/17

### Surrogates

Água Superficial 7111-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	104	%	

### Notas

LQ = Limite de Quantificação

PI = Presença de Interferentes

Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência.

Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.

As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



Tuane Andreis Blanck

CRQ/SC 13.403.359

Signatária Autorizada

Chave de Validação: 77197741ef8644449e2fa5a1661dff3a

## ANEXO D – 2º Análise Bairro Boa Vista



### RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11188/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11188-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -1	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 13/07/2017 10:25	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

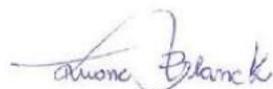
Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	25,4 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	31/07/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	31/07/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	31/07/17
Zinco	13,1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	31/07/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>

A decorative horizontal line representing a water surface with several bubbles of varying sizes floating on it.

**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11188/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink that reads 'Tuane Andreis Blanck'.

**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 0ac0f0d3cf9f4d1e9525bbd388460e79

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11188/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

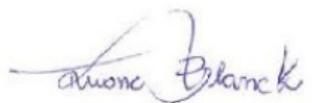
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11188-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -1	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 13/07/2017 10:25	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -1 11188-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	106	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**

CRQ/SC 13.403.359

Signatária Autorizada

Chave de Validação: 0ac0f0d3cf9f4d1e9525bbd388460e79

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11189/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11189-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -2	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 13/07/2017 13:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Resultados Analíticos

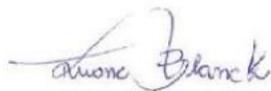
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	27,7 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	31/07/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	31/07/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Mercúrio	0,666 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	31/07/17
Zinco	15,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	31/07/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação            PI = Presença de Interferentes            Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.            Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.            As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>



**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11189/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tuane Andreis Blanck'.

**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: b49b22607e7c490f86945917c18bd4c2

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11189/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11189-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -2	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 13/07/2017 13:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -2 11189-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	102	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**

CRQ/SC 13.403.359

Signatária Autorizada

Chave de Validação: b49b22607e7c490f86945917c18bd4c2

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11190/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11190-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -3	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 14/07/2017 10:00	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Resultados Analíticos

Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	29,6 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	31/07/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	31/07/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	31/07/17
Zinco	17,4 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	31/07/17

### Notas

LQ = Limite de Quantificação  
PI = Presença de Interferentes

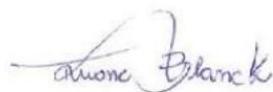
Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência.  
Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.  
As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.

É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.

A decorative horizontal line representing a water surface with several bubbles of varying sizes floating on it.

**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11190/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink that reads 'Tuane Andreis Blanck'.

---

**Tuane Andreis Blanck**  
CRO/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 2c492d3f644348fa81dda90f9cd92f40

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11190/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

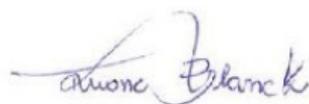
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11190-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -3	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 14/07/2017 10:00	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -3 11190-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	106	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 2c492d3f644348fa81dda90f9cd92f40

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11191/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 04/08/2017 17:24

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11191-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -4	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 18/07/2017 09:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

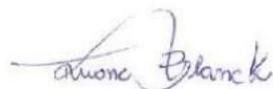
### Resultados Analíticos

Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	20,6 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	02/08/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	02/08/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	02/08/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	02/08/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	02/08/17
Zinco	8,24 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	02/08/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação            PI = Presença de Interferentes            Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.            Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.            As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>

**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11191/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink that reads 'Tuane Andreis Blanck'.

**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 1ffee98f0ba343698514c293db4bf2b3

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11191/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 04/08/2017 17:24

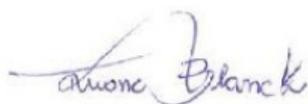
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11191-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -4	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 18/07/2017 09:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -4 11191-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	90.1	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 1ffee98f0ba343698514c293db4bf2b3

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11192/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11192-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -5	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 19/07/2017 14:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Resultados Analíticos

Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	30 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	31/07/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	31/07/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Mercúrio	0,488 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	31/07/17
Zinco	31,6 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	31/07/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>

**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO N° 11192/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tuane Andreis Blanck', is written over a horizontal line.

**Tuane Andreis Blanck**  
CRO/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 5716ce00362a4431adb829ed544c00f3

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11192/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

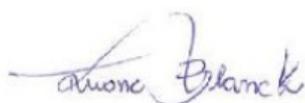
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11192-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -5	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 19/07/2017 14:30	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -5 11192-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	105	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 5716ce00362a4431adb829ed544c00f3

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11193/2017.0.A

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11193-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -6	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/07/2017 10:00	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Resultados Analíticos

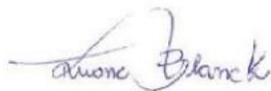
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	28 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Arsênio	< 8 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	8	31/07/17
Cádmio	< 1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	1	31/07/17
Chumbo	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10	31/07/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,20	31/07/17
Zinco	18,6 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5	31/07/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação            PI = Presença de Interferentes            Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.            Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.            As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>



**RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 11193/2017.0.A**

Proposta Técnica: PC1406/2017

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tuane Andreis Blanck'.

**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: b3322af9eeb04010bef2f9e9eaf4ffbb

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 11193/2017.0

Proposta Técnica: PC1406/2017

Data de Publicação: 02/08/2017 17:23

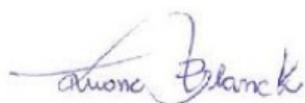
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 11193-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -6	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/07/2017 10:00	Data Recebimento: 21/07/2017 11:19
Tipo de Amostragem:	Condições Ambientais: Dia Ensolarado
Aspecto da Amostra: Transparente	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -6 11193-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	105	%	80 - 120 %

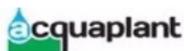
Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: b3322af9eeb04010bef2f9e9eaf4ffbb

# ANEXO E – 3º Análise Bairro Boa Vista



## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14805/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 16:30

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14805-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -1	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 09:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:27
Técnico da Coleta: Cliente	Aspecto da Amostra: Clara
Condições Ambientais:	Tipo de Amostragem: Simples

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	31,9 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;">É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</p>

**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: 4734beb9a4eb4d3497de1fcb44ee64fc

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14805/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 16:30

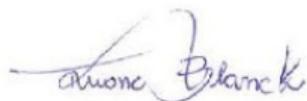
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14805-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -1	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 09:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:27
Técnico da Coleta: Cliente	Aspecto da Amostra: Clara
Condições Ambientais:	Tipo de Amostragem: Simples

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -1 14805-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	107	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRO/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 4734beb9a4eb4d3497de1fcb4ee64fc

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14806/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

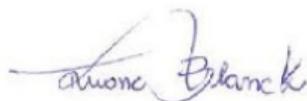
Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14806-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -2	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 11:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	22,9 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;">É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</p>



**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: 10f21cac4ad64e57abbb30a8c87596fa

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14806/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

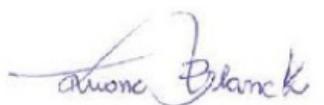
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14806-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -2	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 11:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -2 14806-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	108	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 10f21cac4ad64e57abbb30a8c87596fa

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14807/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

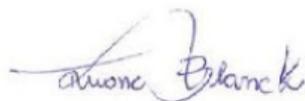
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14807-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -3	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 14:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Resultados Analíticos

Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	10,4 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	18,9 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>



**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: 81efbb9560304cb28bbe4dcffd9777f4

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14807/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14807-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -3	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 14:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -3 14807-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	102	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 81efbb9560304cb28bbe4dcffd9777f4

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14808/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

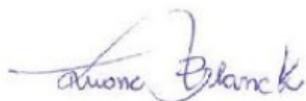
Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14808-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -4	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 17:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	24,4 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;">É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</p>



**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: d2c1d2d2702b4c2fbc119403c2565da8

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14808/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

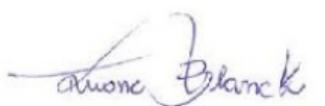
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki nº 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14808-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -4	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 17:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Surrogates
------------

Água Superficial - Lavador Gases -4 14808-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	109	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: d2c1d2d2702b4c2fbc119403c2565da8

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14809/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

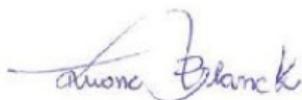
Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14809-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -5	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 20:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	12,1 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	17,5 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>



**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: 9b87afa9832e460b9877f1d3a4d59b59

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14809/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:40

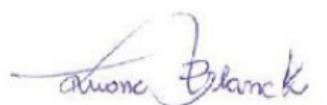
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14809-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -5	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 20/09/2017 20:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -5 14809-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	101	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 9b87afa9832e460b9877f1d3a4d59b59

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14810/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

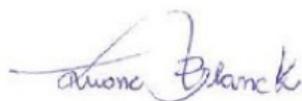
Data de Publicação: 05/10/2017 08:42

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14810-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -6	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 21/09/2017 02:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	79,3 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	29,6 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
<p>LQ = Limite de Quantificação                      PI = Presença de Interferentes                      Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados &lt; 1,1, considera-se como Ausência.                      Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada.                      As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.</p> <p style="text-align: center;"><b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b></p>



**Tuane Andreis Blanck**  
 CRQ/SC 13.403.359  
 Signatária Autorizada

Chave de Validação: 65eb1756bd8640f59276c387dc9af5af

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14810/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:42

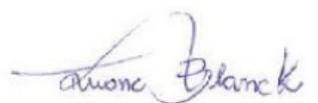
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14810-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -6	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 21/09/2017 02:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -6 14810-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	100	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  <b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b>



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 65eb1756bd8640f59276c387dc9af5af

## RELATÓRIO DE ENSAIO ACREDITADO Nº 14811/2017.0.A

Proposta Técnica: PC2245/2017

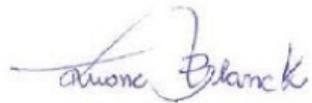
Data de Publicação: 05/10/2017 08:42

Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14811-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -7	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 21/09/2017 08:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

Resultados Analíticos				
Análise	Resultado	Método	LQ	Data Análise
Alumínio	< 10 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	10,0	29/09/17
Mercúrio	< 0,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	0,200	29/09/17
Zinco	26,2 µg/L	SMWW, 22ª Edição, Método 3120 B, EPA200.2: 1994, POP 371 Rev. 4 e POP 372 Rev. 3	5,00	29/09/17

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  <b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b>



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 7df2b384f1bf4b8aa9f5cdd808f18bd3

## RELATÓRIO DE ENSAIO NÃO ACREDITADO Nº 14811/2017.0

Proposta Técnica: PC2245/2017

Data de Publicação: 05/10/2017 08:42

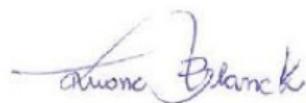
Identificação Conta	
Cliente: Fundação Educacional da Região de Joinville	CNPJ/CPF: 84.714.682/0001-94
Contato: Tamila Kleine	Telefone: -
Endereço: Rua Paulo Malschitzki n° 10 - Zona Norte Industrial - Joinville - CEP: 89219-710 - Brazil	

Nº Amostra: 14811-1/2017.0 - Água Superficial - Lavador Gases -7	
Tipo de Amostra: Água Superficial	
Data Coleta: 21/09/2017 08:30	Data Recebimento: 22/09/2017 11:28
Tipo de Amostragem: Simples	Condições Ambientais:
Aspecto da Amostra: Clara	Técnico da Coleta: Cliente

### Surrogates

Água Superficial - Lavador Gases -7 14811-1/2017.0			
Parâmetros	Resultado	Unidade	Limite
Ítrio	111	%	80 - 120 %

Notas
LQ = Limite de Quantificação PI = Presença de Interferentes Para ensaios biológicos e microbiológicos que apresentarem resultados < 1,1, considera-se como Ausência. Atenção: Os resultados destas análises têm significação restrita e se aplicam tão somente à amostra ensaiada. As opiniões e interpretações expressas abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste laboratório.  <b>É proibida a reprodução parcial deste Relatório de Ensaio.</b>



**Tuane Andreis Blanck**  
CRQ/SC 13.403.359  
Signatária Autorizada

Chave de Validação: 7df2b384f1bf4b8aa9f5cdd808f18bd3

## ANEXO F – 4º Análise bairro Boa Vista



### RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA Nº 116261/2018-0 Processo Comercial Nº 27956/2017-3

#### DADOS REFERENTES AO CLIENTE

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

#### DADOS REFERENTES A AMOSTRA

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 10:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:13	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

#### RESULTADOS PARA A AMOSTRA

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0248
Zinco	mg/L	0,001	0,0125
Mercurio	mg/L	0,0001	< 0,0001

#### Notas

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

#### Abrangência

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

#### Dados de Origem

Resumo dos resultados da amostra nº 116261/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116261/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.

#### Declaração de Conformidade

Chave de Validação: 53e1acec9c3e5f13d8b9da4849a449c8

Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

Joseane Maria Bälou  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116261/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 10:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:13	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0248	0,003	27/04/2018 16:12
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0125	0,0015	27/04/2018 16:12
Merúrio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:12

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Alumínio	µg/L	1	< 1
Merúrio	µg/L	0,1	< 0,1
Zinco	µg/L	1	< 1

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	106	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	111	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	114	80 - 120
Zinco	10	µg/L	110	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	118	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	112	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119641/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Iúrio (Metais Totais)	50	%	109	70 - 130
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Iúrio (Metais Totais)	50	%	111	70 - 130
<b>116261/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Iúrio (Metais Totais)	50	%	120	70 - 130

**Notas:**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento LAPCCL 028

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljevil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

**Referências Metodológicas**

Metais (ICP-MS). Det.: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**

Rogério Caldorin

Chave de Validação: 53e1ace9c3e56f3d8b0da4849a449c8

  
\_\_\_\_\_  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
\_\_\_\_\_  
Joaze Maria Balow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 116262/2018-0**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 12:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:13	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0249
Zinco	mg/L	0,001	0,0108
Mercurio	mg/L	0,0001	< 0,0001

**Notas**  
"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Abraçência**  
O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Dado de Origem**  
Resumo dos resultados da amostra n° 116262/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116262/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.  
**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: ca0e201c3d3cc7e0a42807ad1dba7715

  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jozeane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116262/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada
<b>Coletor:</b>	Interessado
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 12:00:00
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:13
<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0249	0,003	27/04/2018 16:14
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0108	0,0013	27/04/2018 16:14
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:14

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

**Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS**

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Alumínio	µg/L	1	< 1
Mercurio	µg/L	0,1	< 0,1
Zinco	µg/L	1	< 1

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119648/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	110	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	120	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	102	80 - 120
Zinco	10	µg/L	98	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	120	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	117	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119647/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Írio (Metais Totais)	50	%	108	70 - 130
<b>119648/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Írio (Metais Totais)	50	%	108	70 - 130
<b>116262/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Írio (Metais Totais)	50	%	128	70 - 130

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento IAPCCCL 028

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Plano de Amostragem**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**  
Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda - Matriz, situada na Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccato, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

**Referências Metodológicas**  
Metas (CP-MS): Def.: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**  
Rogério Caldorin

Chave de Validação: ca0e201c3d3cc7e0a42807ad1d0a7715

  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 – 4ª Região

  
Joseane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 – 9ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA Nº 116263/2018-0**

Processo Comercial Nº 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 15:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:19	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0183
Zinco	mg/L	0,001	0,0134
Mercurio	mg/L	0,0001	< 0,0001

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra nº 116263/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116263/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: 65ceb9e027f7bc2c6c5d4ed85d10857d

  
Gilceni Machado  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jussane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116263/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 15:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:19	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0183	0,0022	27/04/2018 16:12
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0134	0,0016	27/04/2018 16:12
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:12

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

**Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS**

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Alumínio	µg/L	1	< 1
Mercurio	µg/L	0,1	< 0,1
Zinco	µg/L	1	< 1

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	106	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	111	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	114	80 - 120
Zinco	10	µg/L	110	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	118	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	112	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119641/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	109	70 - 130
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	111	70 - 130
<b>116263/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	124	70 - 130

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento IAPCCCL 028

**Abstração**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

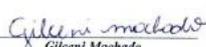
**Plano de Amostragem**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**  
Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljevil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccato, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

**Referências Metodológicas**  
Metais (ICP-MS): Det.: SMWW, 2ª Edição, 2012, Método 3125 B / Prepare: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**  
Rogério Caldorin

Chave de Validação: 65ceb0e037f7bc2c6c5d4e885d10857d

  
Gilceni Machado  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 – 4ª Região

  
Jozeane Maria Bilow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 – 9ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA Nº 116264/2018-0**  
Processo Comercial Nº 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 18:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:19	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0213
Zinco	mg/L	0,001	0,0120
Mercurio	mg/L	0,0001	< 0,0001

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra nº 116264/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116264/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.  
**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: 3795d564985379c30d5f6a1b44255ded

  
Gilceni Machado  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jozeane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116264/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 18:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:19	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0213	0,0026	27/04/2018 16:12
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0120	0,0014	27/04/2018 16:12
Mercúrio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:12

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS

119641/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS	Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
	Alumínio	µg/L	1	< 1
	Mercúrio	µg/L	0,1	< 0,1
	Zinco	µg/L	1	< 1

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	106	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	111	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	114	80 - 120
Zinco	10	µg/L	110	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	118	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	112	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119641/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	109	70 - 130
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	111	70 - 130
<b>116264/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	124	70 - 130

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento LAPCCL 028

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

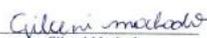
**Plano de Amostragem**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**  
Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

**Referências Metodológicas**  
Metais (ICP-MS): Det.: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**  
Rogério Calderin

Chave de Validação: 3795d564985379c30d5f6a1b44255dad

  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jussara Maria Bilow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 116266/2018-0**

Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 21:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:20	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0273
Zinco	mg/L	0,001	0,0173
Merúrio	mg/L	0,0001	< 0,0001

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
 LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
 Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra n° 116266/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116266/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: 1cd44b6273b103623e11984523b1073d

  
 Gilceci Machado  
 Controle de Qualidade  
 CRQ 004481956 - 4ª Região

  
 Josiane Maria Bülow  
 Gerente Técnica  
 CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116266/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada
<b>Coletor:</b>	Interessado
<b>Data da coleta:</b>	23/04/2018 21:00:00
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:20
<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0273	0,0033	27/04/2018 16:12
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0173	0,0021	27/04/2018 16:12
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:12

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

**Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS**

Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos
Alumínio	µg/L	1	< 1
Mercurio	µg/L	0,1	< 0,1
Zinco	µg/L	1	< 1

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	106	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	111	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	114	80 - 120
Zinco	10	µg/L	110	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	118	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	112	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119641/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	109	70 - 130
<b>119642/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	111	70 - 130
<b>116266/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	112	70 - 130

**Notas**

"Merieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento IAPCCCL 028

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.



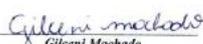
**Plano de Amostragem**  
Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**  
Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccato, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

**Referências Metodológicas**  
Metais (ICP-MS): Det.: SMWW, 2ª Edição, 2012, Método 3125 B / Prepare: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**  
Rogério Caldorin

Chave de Validação: 1cd44b6273b103623e11984523b1073d

  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jozeane Maria Bilow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RESUMO DOS RESULTADOS DA AMOSTRA N° 116267/2018-0**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	24/04/2018 09:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:20	<b>Data de Elaboração do RRA:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos
Alumínio	mg/L	0,001	0,0317
Zinco	mg/L	0,001	0,0187
Mercurio	mg/L	0,0001	< 0,0001

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.  
LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

**Abrangência**

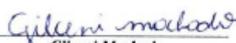
O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).  
Este Resumo de Resultados só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Dados de Origem**

Resumo dos resultados da amostra n° 116267/2018-0 preparado com os dados dos relatórios de ensaio: 116267/2018-0 - Piracicaba anexados a este documento.

**Declaração de Conformidade**

Chave de Validação: 6f3331d3882104752e8622ded21b90cf

  
Gilceni Machado  
Controle de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jozeane Maria Bülow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 116267/2018-0 - Piracicaba**  
Processo Comercial N° 27956/2017-3

**DADOS REFERENTES AO CLIENTE**

<b>Empresa solicitante:</b>	Fund Educ da Reg de Joinville - FURJ
<b>Endereço:</b>	Câmpus Universitário, s/n - Bom Retiro - Joinville - SC - CEP: 89.201-974 .
<b>Nome do Solicitante:</b>	Tamila Kleine

**DADOS REFERENTES A AMOSTRA**

<b>Identificação do Cliente:</b>	Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)		
<b>Amostra Rotulada como:</b>	Água Tratada		
<b>Coletor:</b>	Interessado		
<b>Data da coleta:</b>	24/04/2018 09:00:00		
<b>Data da entrada no laboratório:</b>	25/04/2018 13:20	<b>Data de Elaboração do RE:</b>	04/05/2018

**RESULTADOS PARA A AMOSTRA**

Parâmetros	CAS	Unidade	LQ/ Faixa	Resultados analíticos	Incerteza	Data do Ensaio
Alumínio	7429-90-5	mg/L	0,001	0,0317	0,0038	27/04/2018 16:14
Zinco	7440-66-6	mg/L	0,001	0,0187	0,0022	27/04/2018 16:14
Mercurio	7439-97-6	mg/L	0,0001	< 0,0001	n.a.	27/04/2018 16:14

**CONTROLE DE QUALIDADE DO LABORATÓRIO**

**Controle de Qualidade - Metais Totais - Água - ICP-MS**

119647/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS				
Parâmetros	Unidade	LQ	Resultados analíticos	
Alumínio	µg/L	1	< 1	
Mercurio	µg/L	0,1	< 0,1	
Zinco	µg/L	1	< 1	

**Ensaio de Recuperação**

Parâmetros	Quantidade Adicionada	Unidade	Resultado da Recuperação (%)	Faixa Aceitável de Recuperação (%)
<b>119648/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Lítio	10	µg/L	110	80 - 120
Vanádio	10	µg/L	120	80 - 120
Cobalto	10	µg/L	102	80 - 120
Zinco	10	µg/L	98	80 - 120
Molibdênio	10	µg/L	110	80 - 120
Antimônio	10	µg/L	120	80 - 120
Chumbo	10	µg/L	117	80 - 120
<b>Surrogates</b>				
<b>119647/2018-0 - Branco de Análise - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	108	70 - 130
<b>119648/2018-0 - Amostra Controle - Metais Totais - Água ICP-MS</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	108	70 - 130
<b>116267/2018-0 - Análise de Efluente (Efluente do Lavador de gás)</b>				
Itrio (Metais Totais)	50	%	128	70 - 130

**Notas**

"Mérieux NutriSciences" é nome fantasia, a razão social permanece Bioagri Ambiental Ltda.

LQ/ Faixa = Limite de Quantificação ou Faixa de Trabalho, quando aplicável.

n.a. = Não Aplicável.

Incerteza = Incerteza expandida (U), que é baseada na incerteza padrão combinada, com um nível de confiança de 95% (k=2).

Laboratório cadastrado no IAP segundo número de documento IAPCCL 028

**Abrangência**

O(s) resultado(s) referem-se somente à(s) amostra(s) analisada(s).

Este Relatório de Ensaio só pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.

**Plano de Amostragem**

Plano de amostragem de responsabilidade do interessado.

**Responsabilidade Técnica**

Os ensaios foram realizados na unidade da Bioagri Ambiental Ltda. - Matriz, situada na Rua Aljovil Martini, 177/201, Bairro Dois Córregos, Cep. 14420-833, Piracicaba/SP, registrada no CRQ 4ª Região sob nº 16082-F e responsabilidade técnica do profissional Marcos Donizete Ceccatto, CRQ nº 04364387, 4ª Região.

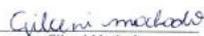
**Referências Metodológicas**

Metais (ICP-MS): Det.: SMWW, 22ª Edição, 2012, Método 3125 B / Preparo: EPA 3010 A: 1992 e EPA 3005: 1992

**Revisores**

Rogério Calderin

Chave de Validação: 6f331d3882104752e8622ded21b90cf

  
Gilceni Machado  
Controlador de Qualidade  
CRQ 004481956 - 4ª Região

  
Jussara Maria Bilow  
Gerente Técnica  
CRQ 09200516 - 9ª Região

## ANEXO G – FISPQ Sulfato de Alumínio

	Data 27/12/2011	Documento FISPQ	Revisão 001
<b>FICHA DE INFORMAÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b> <b>SULFATO DE ALUMÍNIO</b>			

### **1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA**

#### **1.1 – Identificação do produto**

**Nome do Produto:** SULFATO DE ALUMÍNIO

#### **1.2 – Identificação da empresa**

A M Química Indústria e Com. de Produtos Químicos Importação e Exportação Ltda.

FONE: (92) 3611-2396/3591

e-mail: [amquimica@amquimica.com.br](mailto:amquimica@amquimica.com.br)

**Bombeiros: 193**

### **2. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES**

**Tipo de produto:** Substância

**Nome químico comum ou genérico:** Sulfato de Alumínio

**Sinônimo:** Sulfato de Alumínio em pó isento de ferro; Sulfato de Alumínio granulado ou refinado isento de ferro.

**CAS number:** 17927-65-0 .

**Ingredientes que contribuem para o perigo.**

**Nome Químico N.º CAS Concentração (%) Símbolo(s) Frase(s) de Risco(s)**

Ácido Sulfúrico 7664-93-9 98,0 C 35

### **3. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS**

**Perigos mais importantes:** Produto altamente corrosivo e reage com substâncias alcalinas.

**Efeitos do produto**

**Efeitos adversos à saúde humana:** Pode causar irritação da pele, dos olhos e da mucosa das vias respiratórias.

**Efeitos ambientais:** Riscos de danos à vegetação e contaminação de águas pluviais.

**Perigos específicos:** Não é inflamável, mas é altamente corrosivo e reage com substâncias alcalinas.

### **4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS**

**Medidas de primeiros-socorros**

**Inalação:** Remover a vítima para o ar fresco.

**Contato com a pele:** Lavar o local atingido com água corrente em abundância. Remover roupas contaminadas.

**Contato com os olhos:** Enxaguar com água limpa em abundância. Consultar um especialista.

**Ingestão:** Dar a vítima muita água, não induzir ao vômito. Consultar um médico.

### **5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIOS**

**Meios de extinção apropriados:** Produto incombustível. Em caso de fogo, resfriar o recipiente com jato d'água sob forma de neblina.

### **6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO**

**Precauções pessoais**

AM QUÍMICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PROD. QUÍM. LTDA

CNPJ: 07.842.762/0001-84 – I.E: 04.216.668-3

Fone: (92) 3611-3591 – e-mail: [amquimica@amquimica.com.br](mailto:amquimica@amquimica.com.br) .

1

	Data	Documento	Revisão
	27/12/2011	FISPQ	001
<b>FICHA DE INFORMAÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b> <b>SULFATO DE ALUMÍNIO</b>			

**Remoção de fontes de ignição:** Produto não inflamável. Isolar e sinalizar o local. Afastar os curiosos.

**Controle de poeira:** Evitar a formação de poeira/névoa.

**Prevenção da inalação e do contato com a pele, mucosas e olhos:**

Evitar contato com o produto. Utilizar equipamento de proteção individual adequado.

**Precauções para o meio ambiente:** Evitar que o produto atinja cursos d'água e o solo.

**Métodos para limpeza**

Recuperação: Usar métodos de limpeza a seco, evitar poeira, coletar em embalagens apropriadas. O material deverá ser retirado varrendo-se o local.

Disposição: Se a reutilização ou reciclagem não for possível, o material poderá ser disposto em aterro sanitário.

### **7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO**

#### **MANUSEIO**

**Medidas técnicas**

**Precauções para manuseio seguro:** Usar os EPI's adequados.

**Orientações para manuseio seguro:** Não comer, beber ou fumar na área de trabalho. Evitar a geração de poeira.

Manter o recipiente sempre fechado quando não estiver sendo utilizado. Usar os EPI's adequados.

#### **ARMAZENAMENTO**

**Medidas técnicas apropriadas:** Deve ser estocado em lugar seco e coberto.

**Condições de armazenamento**

Adequadas: Locais cobertos, secos e ventilados.

Produtos e materiais incompatíveis: Substâncias alcalinas.

**Materiais seguros para embalagens**

Recomendadas: Sacos de polipropileno trançado. Sacos de polietileno de baixa densidade.

### **8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

#### **Equipamentos de proteção individual apropriado**

Proteção respiratória: Requerido quando são gerados pós. Máscara contra poeiras e névoas.

Proteção das mãos: Luvas de borracha.

Proteção dos olhos: Óculos de segurança ou protetor facial.

Proteção da pele e do corpo: Botas de borracha ou sapato resistente. Conjunto de jaqueta e calça resistente à ácidos.

**Precauções especiais:** Boa ventilação local natural. Lava-olhos e chuveiro de emergência devem estar instalados próximos das áreas de manuseio e armazenamento do produto.

### **9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

**Estado físico:** Sólido

**Forma:** Granulado ou pó

**Cor:** Branco, cinza ou marrom.

**Odor:** Ligeiramente ácido.

**pH:** Aproximadamente 3,5 em solução 5%

**Temperaturas específicas nas quais ocorrem mudanças de estado físico**

Ponto de Cristalização: Abaixo de 90°C

AM QUÍMICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PROD. QUÍM. LTDA

CNPJ: 07.842.762/0001-84 – I.E: 04.216.668-3

Fone: (92) 3611-3591 – e-mail: [amquimica@amquimica.com.br](mailto:amquimica@amquimica.com.br)

2

	Data	Documento	Revisão
	27/12/2011	FISPQ	001
<b>FICHA DE INFORMAÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b> <b>SULFATO DE ALUMÍNIO</b>			

Ponto de fusão: 90,0 a 95,0 °C em água de cristalização.

**Temperatura de decomposição:** Acima de 105°C

**Ponto de fulgor:** Não aplicável. Produto não inflamável.

**Limites de explosividade:** Não aplicável. Produto não inflamável.

**Densidade:** 1,32 a 15°C

**Solubilidade:** Solúvel em água. Insolúvel em álcool.

#### **10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE**

##### **Condições específicas**

Instabilidade: Estável em condições normais.

Reações perigosas: Não há.

**Condições a evitar:** Aquecimento forte, hipoclorito e bases alcalinas.

**Materiais ou substâncias incompatíveis:** Hipoclorito e bases alcalinas.

**Produtos perigosos da decomposição:** Decomposição térmica do sulfato de alumínio libera trióxido de enxofre.

#### **11. INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA**

##### **Informações de acordo com as diferentes vias de exposição**

Toxicidade aguda: Irritação da pele, dos olhos e da mucosa das vias respiratórias.

Efeitos locais: Inalação: a exposição contínua à poeiras pode provocar irritações das mucosas (nariz, garganta, olhos), leve corrosão dos dentes, dificuldade para respirar, bronquite.

Pele: o contato repetido do sulfato com a pele pode originar irritações leves.

Olhos: riscos de sérios danos aos olhos.

#### **12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS**

##### **Efeitos ambientais, comportamentos e impactos do produto**

Mobilidade: Dados quantitativos nos efeitos ecológicos deste produto não estão disponíveis. O seguinte se aplica a todos os sais de alumínio: tóxico para organismos aquáticos.

Persistência/degradabilidade: Inibidor de atividade bacteriológica, a partir de 2,5 g/L.

Comportamento esperado: No caso de contato com soluções alcalinas a floculação pode causar dano mecânico em organismos aquáticos.

Ecotoxicidade: Peixes: pouco tóxico- 0,1 mg/L / tóxico- 0,55 mg/L. Em relação ao sulfato danos biológicos com 7 mg/L.

Crustáceos: D. Magna tóxico a partir de 136 mg/L. / Sc. Quadricauda, tóxico a partir de 1,5 mg/L.

#### **13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO**

##### **Métodos de tratamento e disposição**

Produto, resíduos e embalagens: Se a reutilização ou reciclagem não for possível, o material poderá ser disposto em aterro sanitário. Em conformidade com a legislação local vigente.

#### **14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE**

AM QUÍMICA INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE PROD. QUÍM. LTDA

CNPJ: 07.842.762/0001-84 – I.E: 04.216.668-3

Fone: (92) 3611-3591 – e-mail: [amquimica@amquimica.com.br](mailto:amquimica@amquimica.com.br).

3

	Data	Documento	Revisão
	27/12/2011	FISPQ	001
<b>FICHA DE INFORMAÇÃO E SEGURANÇA DE PRODUTOS QUÍMICOS</b> <b>SULFATO DE ALUMÍNIO</b>			

**Regulamentações nacionais e internacionais**

Não enquadrado como perigoso para o transporte de produto químico.

**15. REGULAMENTAÇÕES**

**Regulamentações**

- Regulamentação de transporte rodoviário de produtos perigosos - Ministério dos Transportes – 1998

**16. OUTRAS INFORMAÇÕES**

**Referências**

**Bibliográficas:**

- FISPQ - fornecedores
- Manual de autoproteção - manuseio e transporte rodoviário de produtos perigosos - PP5 (ed. 2000)
- Manual de segurança e medicina do trabalho - Atlas - n.16 - 36 ed.
- IPCS - International Programme and Chemical Safety
- Reativos.Diagnóstica – Produtos químicos; 1990/91, Meck
- Merck Index, 9ª edição
- Condensed Chemical Dictionary, 13ª edição, Hawley's

**Legenda:** CAS: chemical abstracts service

"As informações desta FISPQ representam os dados atuais e refletem o nosso melhor conhecimento para o manuseio apropriado deste produto sobre condições normais e de acordo com a aplicação específica na embalagem e/ou literatura. Qualquer outro uso do produto que envolva o uso combinado com outro produto ou outros processos é de responsabilidade do usuário."

## ANEXO H – FISPQ Óxido de Zinco

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ Nº 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 1 / 8

### ÓXIDO DE ZINCO

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

<b>Nome do Produto:</b>	<b>ÓXIDO DE ZINCO</b>
<b>Códigos Internos:</b>	Óxido de Zinco, Óxido de Zinco 99% e Óxido de Zinco BQMAX.
<b>Principais usos recomendados:</b>	Vulcanização de borracha, indústria de tintas, cerâmicas e fertilizantes.
<b>Nome da Empresa:</b>	Basile Química Indústria e Comércio Ltda.
<b>Endereço:</b>	Rua Pierre Lafage, 196, Vila Jaraguá, São Paulo, SP.
<b>Telefones/Fax para Emergências:</b>	0800-720-8000                      0800-777-2323 (0xx11) 3299-5000                (0xx11) 3299-5018
<b>E-mail:</b>	comercial@basilequimica.com.br

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

<b>Classificação do produto químico:</b>	Toxicidade aguda – oral: Categoria 4; Toxicidade aguda – inalação: Categoria 4; Toxicidade à reprodução: Categoria 1A; Toxicidade para órgãos-alvo específicos – Exposição repetida: Categoria 2 (sistema nervoso central e sistema reprodutivo); Toxicidade aguda ao meio aquático: Categoria 1; e Toxicidade crônica ao meio aquático: Categoria 1.
<b>Sistema de classificação utilizado:</b>	ABNT NBR 14725-2:2009 – versão corrigida 2:2010. Sistema Globalmente Harmonizado para a Classificação e Rotulagem de Produtos Químicos, ONU.

#### Elementos de rotulagem do GHS:

##### Pictogramas:



<b>Palavra de Advertência:</b>	PERIGO
<b>Frase(s) de Perigo:</b>	H302 – Nocivo se ingerido. H332 – Nocivo se inalado. H360 – Pode prejudicar a fertilidade ou o feto. H373 – Pode provocar danos aos sistemas, nervoso central e reprodutivo por

	<b>FISPQ</b>	FISPQ N° 041
	Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 2 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

exposição repetida ou prolongada. Via de exposição: Oral.  
H400 – Muito tóxico para os organismos aquáticos.  
H410 – Muito tóxico para os organismos aquáticos, com efeitos prolongados.

**Frase(s) de Precaução:**

**PREVENÇÃO:**

P201 – Obtenha instruções específicas antes da utilização.  
P202 – Não manuseie o produto antes de ter lido e compreendido todas as precauções de segurança.  
P260 – Não inale as poeiras/fumos/gases/névoas/vapores/aerossóis.  
P261 – Evite inalar as poeiras/fumos/gases/névoas/vapores/aerossóis.  
P264 – Lave cuidadosamente após o manuseio.  
P270 – Não coma, beba ou fume durante a utilização deste produto.  
P271 – Utilize apenas ao ar livre ou em locais bem ventilados.  
P273 – Evite a liberação para o meio ambiente.  
P280 – Use luvas de proteção/roupa de proteção/proteção ocular/proteção facial.

**RESPOSTA À EMERGÊNCIA:**

P301 + P312 – EM CASO DE INGESTÃO: Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA/médico.  
P304 + P340 – EM CASO DE INALAÇÃO: Remova a pessoa para local ventilado e a mantenha em repouso numa posição que não dificulte a respiração.  
P308 + P313 – EM CASO DE exposição ou suspeita de exposição: Consulte um médico.  
P312 – Caso sinta indisposição, contate um CENTRO DE INFORMAÇÃO TOXICOLÓGICA/médico.  
P314 – Em caso de mal-estar, consulte um médico.  
P330 – Enxágue a boca.  
P391 – Recolha o material derramado.

**ARMAZENAMENTO:**

P405 – Armazene em local fechado à chave.

**DISPOSIÇÃO:**

P501 – Descarte o conteúdo em locais devidos e licenciados, de acordo com as legislações municipais, estaduais e federais vigentes.

**Outros perigos que não resultam em uma classificação:** Não disponível.

**Outras informações:** Não disponível.

### 3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÃO SOBRE OS INGREDIENTES

**Tipo de Produto:** Substância.

**Ingredientes ou impurezas que contribuam para o perigo:**

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ Nº 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 3 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

NOME QUÍMICO COMUM OU TÉCNICO	NÚMERO CAS	FAIXA DE CONCENTRAÇÃO (%)
Óxido de Zinco	1314-13-2	> 89,00*

\* valor variável de acordo com a pureza do produto adquirido.

### Sinônimos:

Alvaiade de zinco    Zinco branco    Calamina

### 4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS

**Geral:** Retirar imediatamente a roupa contaminada.

**Inalação:** Manter calmo o paciente e movê-lo para o ar fresco.

**Contato com a pele:** Lavar imediatamente com sabão e bastante água e sabão, removendo todo o vestuário e sapatos contaminados.

**Contato com os olhos:** Lavar imediatamente com muita água, também sob as pálpebras durante pelo menos 15 minutos.

**Ingestão:** Enxaguar a boca e beber muita água.

**Notas para o Médico:** Tratamento sintomático (descontaminação, funções vitais).

### 5. MEDIDAS DE COMBATE A INCÊNDIO

**Meios de extinção apropriados:** Pulverizador de água, espuma, pó químico seco e dióxido de carbono.

**Meios de extinção inadequados:** Todos os outros agentes de extinção.

**Perigos específicos da substância ou mistura:** Nenhum risco especial conhecido.

**Métodos especiais:** Não conhecido.

**Medidas de proteção da equipe de combate a incêndio:** Usar aparelho de respiração autosuficiente e roupas de proteção.

### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

**Precauções pessoais, equipamentos de proteção e procedimentos de emergência:**

- **Para o pessoal que não faz parte dos serviços de emergência:** Evitar o contato com a pele, olhos e vestuário. Evacuar o pessoal para áreas de segurança. Manter as pessoas longe do derramamento / vazamento.

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ Nº 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 4 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

- **Para o pessoal do serviço de emergência:** Utilizar equipamento pessoal de proteção. Evitar o contato com a pele, olhos e vestuário. Evacuar o pessoal para áreas de segurança. Manter as pessoas longe do derramamento / vazamento.

**Precauções ao Meio Ambiente:** Remover imediatamente. Evitar que o produto entre no sistema de esgotos. Não descarregar em águas superficiais ou no sistema de esgoto sanitário.

**Métodos e materiais para o estancamento e a contenção:** Evitar levantar poeira. Umedeça antes para poder coletar mecanicamente e eliminar. Dispor o material recolhido de acordo com a legislação vigente. Não despejar nos esgotos / água de superfície / águas subterrâneas.

**Isolamento da área:** Manter afastadas pessoas não autorizadas.

**Métodos para Limpeza:** Varrer o produto e coloca-lo em um recipiente seco e rotulado.

### 7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

#### Precauções para manuseio seguro:

- **Prevenção da exposição do trabalhador:** Utilizar os equipamentos de proteção individual (EPIs) como descrito na seção 8.

- **Prevenção de incêndio e explosão:** Manter preventivamente afastado de fontes de ignição e calor.

- **Precauções e orientações para o manuseio seguro:** Manusear de acordo com as boas práticas industriais de higiene e segurança.

#### Medidas de higiene:

- **Apropriadas:** Em conformidade com os regulamentos locais e nacionais. Mantenha em local fresco e seco. Manter o recipiente bem fechado. Manter afastado de alimentos e bebidas.

- **Inapropriadas:** Não comer, beber ou fumar ao manusear o produto.

#### Condições de armazenamento seguro:

- **Adequadas:** Em conformidade com os regulamentos locais e nacionais. Mantenha em local fresco e seco. Manter o recipiente bem fechado. Manter afastado de alimentos e bebidas. Mantenha-o longe da umidade.

- **Que devem ser evitadas, incluindo qualquer incompatibilidade:** Evitar exposição do produto à contaminação. Evitar a formação de poeira. Evitar armazenamento conjunto com: ácidos.

**Materiais para embalagem:** Sacos de papel.

	<b>FISPQ</b>	FISPQ Nº 041
	Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 5 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

### 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

**Parâmetros de Controle:**

- **Limites de Exposição ocupacional:**

NOME COMUM	LIMITE DE EXPOSIÇÃO	TIPO	REFERÊNCIAS
ZnO respirável	2 mg/m <sup>3</sup>	TWA	ACGIH
	10 mg/m <sup>3</sup>	STEL	

- **Indicadores biológicos:** Não estabelecido.

- **Outros limites e valores:** Não disponível.

**Medidas de Controle de Engenharia:** Evitar a formação de nuvens de poeira com boa exaustão na área de trabalho.

**Medidas de proteção pessoal:**

- **Proteção dos Olhos/Face:** Utilizar óculos de segurança com anteparos laterais (óculos com armação) (EN 166).

- **Proteção do Corpo:** A proteção do corpo deve ser escolhida dependendo da atividade e possível exposição.

- **Proteção Respiratória:** Para formação de poeira: Filtro de partículas com baixa eficiência para partículas sólidas (por exemplo, EN 143 ou 149, Tipo P1 ou FFP1).

- **Proteção das mãos:** Luvas adequadas de segurança (EN 374), também com prolongado e contato direto (Recomendado: índice de proteção 6, correspondente a > 480 minutos de tempo de permeação de acordo com EN 374): Ex.: borracha de nitrilo (0,4 mm), borracha de cloropreno (0,5 mm), borracha de butilo (0,7 mm).

- **Perigos Térmicos:** Não conhecidos.

### 9. PROPRIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS

<b>Aspecto:</b>	Sólido, pó, branco.
<b>Odor:</b>	Inodoro.
<b>pH:</b>	Não disponível.
<b>Ponto de fusão/ponto de congelamento:</b>	1975 °C
<b>Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição:</b>	Não disponível.
<b>Ponto de fulgor:</b>	Não disponível.
<b>Taxa de evaporação:</b>	Não disponível
<b>Inflamabilidade (sólido, gás):</b>	Não inflamável.
<b>Limite inferior/superior de inflamabilidade ou explosividade:</b>	Não aplicável.
<b>Pressão de vapor:</b>	Não disponível.

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ Nº 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 6 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

<b>Densidade de vapor:</b>	Não disponível.
<b>Densidade:</b>	Não disponível.
<b>Solubilidade(s):</b>	Na água: Insolúvel. Solúvel em ácidos diluídos.
<b>Coefficiente de partição-n-octano/água:</b>	Não disponível.
<b>Temperatura de autoignição:</b>	Não disponível.
<b>Temperatura de decomposição:</b>	Não disponível.
<b>Viscosidade:</b>	Não disponível.

### 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

**Estabilidade química:** Produto estável em condições normais de uso.

**Reatividade:** Reage violentamente com magnésio ou borrachas cloradas a 215°C.

**Possibilidade de reações perigosas:** Não disponível.

**Condições a serem evitadas:** Exposição à umidade e a formação de poeira.

**Materiais incompatíveis:** Magnésio e borracha clorada.

**Produtos perigosos da decomposição:** Não há decomposição térmica se corretamente armazenados e manuseados.

### 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

**Toxicidade Aguda:**

DL<sub>50</sub> (oral, ratos) > 5000 mg/kg

CL<sub>50</sub> (inalatória, rato) > 1,79 mg/m<sup>3</sup>

DL<sub>50</sub> (dérmica, coelho) > 2000 mg/kg

**Corrosão / Irritação da pele:** Produto classificado como não irritante.

**Lesões Oculares:** Produto classificado como não irritante.

**Sensibilização Respiratória ou à pele:** Produto classificado como não sensibilizante à pele.

**Mutagenicidade em células germinativas:** Substância não mutagênica.

**Carcinogenicidade:** Não classificado como carcinogênico para humanos.

**Toxicidade à reprodução:** Produto considerado tóxico à fertilidade e/ou feto.

**Toxicidade para órgãos-alvo específicos por exposição única:** Nenhum efeito significativo ou perigo crítico.

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ N° 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 7 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

**Toxicidade para órgãos-alvo específicos por exposição repetida:** Pode provocar danos aos sistemas nervoso central e reprodutivo por exposição repetida ou prolongada via oral.

**Perigo por aspiração:** Não disponível.

### 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

**Ecotoxicidade:** **Tóxico para os organismos aquáticos.**  
 CL<sub>50</sub> (*Danio rerio*, 84h): 23,06 mg/L  
 NOEC (*Cyprinus carpio*, 14d): > 47,90 mg/L  
 CE<sub>50</sub> (*Daphnia magna*, 48h): 3,30 mg/L  
 CE<sub>50</sub> (*Daphnia magna*, 21d): 0,03 mg/L  
 Cl<sub>50</sub> (*Skeletonema costatum*, 96h): 2,36 mg/L  
 NOEC (*Spirodela polyrhiza*, 96h): > 10,00 < 50,00 mg/L

**Persistência e degradabilidade:** Não disponível.

**Potencial bioacumulativo:** Não disponível.

**Mobilidade no solo:** Não disponível.

**Outros efeitos adversos:** Não são conhecidos outros efeitos ambientais para este produto.

### 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

#### Métodos recomendados para destinação final

- **Produto:** O produto deve ser descartado conforme as leis federais, estaduais e locais vigentes.
- **Embalagem:** Não reutilizar embalagens vazias. A embalagem deve ser descartada conforme as leis federais, estaduais e locais vigentes.

### 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

**N° ONU:** Produto não classificado.

**Nome apropriado para embarque:** Não aplicável.

**Classe de risco:** -

**Número de risco:** -

**Grupo de embalagem:** -

**Nome técnico:** -

	<b>FISPQ</b> Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico	FISPQ N° 041
		Rev.: 05
		Data: 06/12/2017
		Folha: 8 / 8

## ÓXIDO DE ZINCO

**Perigoso para o meio ambiente:** Sim

Regulamentação terrestre: Agência Nacional de Transportes Terrestres – Lei 10233 de 5 de junho de 2001. ABNT NBR 7503/08.

### 15. REGULAMENTAÇÕES

**Regulamentações específicas de segurança, saúde e meio ambiente para o produto químico:**

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – NR 26 – Decreto 229.

BRASIL – MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – ANTT – Resolução N° 420.

BRASIL – ABNT NBR 14725, partes 1, 2, 3 e 4.

BRASIL – MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO – Decreto 2657.

### 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

**Informações importantes, mas não especificamente descritas às seções anteriores:**

Esta FISPQ foi elaborada baseada nos conhecimentos atuais do produto químico e fornece informações quanto à proteção, à segurança, à saúde e ao meio ambiente.

Adverte-se que o manuseio de qualquer substância química requer o conhecimento prévio de seus perigos pelo usuário. Cabe à empresa usuária do produto, promover o treinamento de seus empregados e contratados quanto aos possíveis riscos advindos do produto.

**Referências:**

[ABNT] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 14725.

[BRASIL – RESOLUÇÃO N° 420] BRASIL. Ministério dos Transportes. Agência Nacional dos Transportes Terrestres.

[ECHA] União Europeia. ECHA European Chemical Agency.

**Legendas e abreviaturas:**

ACGIH – Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais

CAS – Chemical Abstracts Service

CL<sub>50</sub> – Concentração letal

DL<sub>50</sub> – Dose letal

pH – Potencial Hidrogeniônico

ZnO – Óxido de Zinco

## ANEXO I – FISPQ Cloreto de Zinco

	<b>CLORETO DE ZINCO</b>	<b>FISPQ028</b>
<b>Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico</b>		1 de 9

### 1. IDENTIFICAÇÃO DO PRODUTO E DA EMPRESA

Nome do Produto:	CLORETO DE ZINCO
Fornecedor:	<b>Multichemie Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda.</b> <b>R. Howard Archibald Acheson Jr., 652</b> <b>Jd. da Glória – Cotia (SP) – CEP: 06711-280</b> <b>www.multichemie.com.br - multichemie@multichemie.com.br</b>
Telefone de Emergência:	0800 7071 767 0800 0111 767
Abiquim / Proquímica:	0800 118270

### 2. IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS

#### Classificação da Substância ou mistura

<b>Classificação (REGULAMENTAÇÃO (EC) N° 1272/2008)</b>	Toxicidade aguda, Categoria 4, Oral, H302 Lesão na pele, Categoria 1B, H314 Toxicidade aguda em meio aquático, Categoria 1, H400 Toxicidade crônica em meio aquático, Categoria 1, H410
---	--

Para obter o texto completo das Declarações H mencionadas nesta seção, consulte a seção 16.

<b>Classificação (67/548/CEE ou 1999/45/CE)</b>	Xn Nocivo R22 C Corrosivo R34 N Perigoso para o ambiente R50/53
---	---

Para obter o texto completo das Frases R mencionadas nesta seção, consulte a seção 16.

#### Elementos do rótulo

<b>Rotulagem (REGULAMENTAÇÃO (EC) N° 1272/2008)</b>	<i>Pictogramas de risco</i>
---	-----------------------------



#### *Palavra de advertência*

Perigo

#### *Frases de perigo*

H302 Nocivo se ingerido.

H314 Causa queimadura severa à pele e dano aos olhos.

H335 Pode causar irritação respiratória.

H410 Muito tóxico para a vida aquática, com efeitos prolongados.

#### *Declarações de precaução*

P273 Evitar a liberação no ambiente.

P280 Usar luvas de proteção/roupa de proteção/proteção para os olhos/proteção para o rosto.

P301+P330+P331 SE ENGOLIDO: Lavar a boca. NÃO induzir ao vômito.

P305+P351+P338 SE NOS OLHOS: Lavar cuidadosamente com água durante vários minutos.

Remover as lentes de contato, se presentes e de fácil remoção. Continue enxaguando.

P309+P310 EM CASO DE exposição ou de indisposição: Contate imediatamente um

CENTRO DE INFORMAÇÕES ANTIVENENOS ou um médico.

N° CAS: 7646-85-7

FISPQ028\_REV04

**Ficha de Informação de Segurança de  
Produto Químico**

2 de 9

Rotulagem (67/548/CEE ou 1999/45/CE) ou *Simbolo(s):*

C Corrosivo



N Perigoso para o ambiente

*Frase(s) R:* 22 – 34 – 50/53 – Nocivo por ingestão. Provoca queimaduras. Muito tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente aquático.

*Frase(s) S:* 26 – 36/37/39 – 45 – 60 – 61 – No caso de contato com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista. Usar roupas de proteção, luvas e equipamento protetor para olhos e rosto adequadas. Nos casos de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo). Este produto e seu recipiente devem ser eliminados como resíduos perigosos. Evitar a liberação para o ambiente. Obter instruções específicas/ficha de segurança.

Nº CE: 231-592-0

Rotulagem reduzida (≤ 125 ml)

*Simbolo(s):*

C Corrosivo



N Perigoso para o ambiente

*Frase(s) R:* 22 – 34 – Nocivo por ingestão. Provoca queimaduras.

*Frase(s) S:* 26 – 36/37/39 – 45 – No caso de contato com os olhos, lavar imediata e abundantemente com água e consultar um especialista. Usar roupas de proteção, luvas e equipamento protetor para olhos e rosto adequadas. Nos casos de acidente ou de indisposição, consultar imediatamente o médico (se possível mostrar-lhe o rótulo).

**Outros perigos**

Não conhecidos.

**3. COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES**

Fórmula	ZnCl <sub>2</sub>
Nº CAS	7646-85-7
NºCE	231-592-0
Massa Molar	136,30 g/mol

**4. MEDIDAS DE PRIMEIROS SOCORROS****Descrição das medidas de primeiros socorros**

Após inalação	Exposição ao ar fresco. Chamar um médico.
Após contato com a pele	Lavar abundantemente com água. Limpar com algodão embebido em polietilenoglicol 400. Tirar imediatamente a roupa contaminada. Chamar um médico imediatamente.
Após contato com os olhos	Enxaguar abundantemente com água. Consultar imediatamente um oftalmologista.

FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

3 de 9

Após ingestão	Fazer a vítima beber água (dois copos, no máximo), evitar vômito (risco de perfuração!). Chamar o médico imediatamente. Não tentar neutralizar o agente tóxico.
Sintomas e efeitos mais importantes, agudos e retardados	Irritação e corrosão, efeitos irritantes, bronquite, tosse, respiração superficial, diarreia, náusea, vômitos, doenças cardiovasculares, colapso, sabor metálico. Perigo de cegueira!
Indicação da atenção médica imediata e do tratamento especial necessário	Não existem informações disponíveis.

#### 5. MEDIDAS DE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIO

##### Meios de extinção

<i>Meio adequados de extinção</i>	Adapte as medidas de combate a incêndios às condições locais e ao ambiente circunjacente.
<i>Agentes de extinção inadequados</i>	Nenhuma limitação de agentes extintores é dada para essa substância/mistura.

Riscos especiais resultantes da substância ou mistura

Não combustível;  
Possibilidade de formação de fumos perigosos em caso de incêndio nas zonas próximas  
Um incêndio pode provocar o desenvolvimento de: cloreto de hidrogênio gasoso.

##### Precauções para os bombeiros

<i>Equipamento especial de proteção para o pessoal destacado para o combate a incêndios</i>	Não ficar na zona de perigo sem aparelhos respiratórios autônomos apropriados para respiração independente do ambiente. De forma a evitar o contato com a pele, mantenha uma distância segura e utilize vestuário protetor adequado.
---	--

*Informações complementares*

Suprimir (abater) com jatos de água os gases, vapores e névoas. Evitar a contaminação da água de superfície e da água subterrânea com água de combate a incêndios.

#### 6. MEDIDAS DE CONTROLE PARA DERRAMAMENTO OU VAZAMENTO

Precauções pessoais, equipamentos de proteção e procedimentos de emergência.	<i>Recomendações para o pessoal não envolvido com emergências:</i> Evitar a inalação de pós. Evitar o contato com a substância. Assegurar ventilação adequada. Evacuar a área de perigo, observar os procedimentos de emergência, consultar um especialista. <i>Recomendações para atendentes de emergências:</i> Equipamento protetor, vide seção 8.
--	--

FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

4 de 9

Precauções ambientais	Não despejar os resíduos no esgoto.
Métodos e materiais de contenção e limpeza	Cobrir ralos. Recolher, emendar e bombear vazamentos. Observar as possíveis restrições de material (vide seções 7 e 10). Absorver em estado seco. Proceder à eliminação de resíduos. Limpeza posterior. Evitar a formação de pós.
Consulta a outras seções	Indicações sobre tratamento de dejetos, vide seção 13.

#### 7. MANUSEIO E ARMAZENAMENTO

Precauções para manuseio seguro	Observar os avisos das etiquetas
Condições para armazenamento seguro, incluindo incompatibilidades	Hermeticamente fechado. Em local seco. Armazenar de +5°C a +30°C.
Utilizações finais específicas	Nenhum uso específico é previsto além dos mencionados na sessão 1.

#### 8. CONTROLE DE EXPOSIÇÃO E PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Parâmetros de controle	Não contém substâncias com valores limites de exposição ocupacional.
Controles da exposição	
<i>Medidas de planejamento</i>	Medidas técnicas e operações do trabalho adequadas devem ter prioridade sobre o uso de equipamento de proteção pessoal. Vide seção 7.
<i>Medidas de proteção Individual</i>	As características dos meios de proteção para o corpo devem ser selecionadas em função da concentração e da quantidade das substâncias tóxicas de acordo com as condições específicas do local de trabalho. A resistência dos meios de proteção aos agentes químicos deve ser esclarecida junto aos fornecedores.
<i>Medidas de higiene</i>	Mudar a roupa contaminada. Profilaxia cutânea. Depois de terminar o trabalho, lavar as mãos.
<i>Proteção para pele/olhos</i>	Óculos de segurança bem ajustados
<i>Proteção das mãos</i>	Contato total: Substância da luva: borracha de nitrilo Espessura da luva: 0,11 mm Pausa: > 480 min Contato com salpicos: Substância da luva: borracha de nitrilo Espessura da luva: 0,11mm Pausa: > 480 min

As luvas de proteção a usar têm que obedecer às especificações da directiva EC 89/686/EEC e do padrão resultante EN 374, por exemplo, KCL FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

5 de 9

Dermatril® L (contato total), KCL 741 Dermatril® L (contato com salpicos).

As ruturas acima descritas foram determinadas pelo KCL em testes de laboratório segundo a EN 374 com amostras dos tipos de luvas recomendados.

Esta recomendação aplica-se apenas ao produto descrito na ficha de dados de segurança por nós fornecida bem como para aplicação especificada. Quando houver dissolução ou mistura com outras substâncias e sob as devidas condições houver desvios aos descritos na EN 374, por favor, entrar em contato com o fornecedor de luvas com marcação CE (ex: KCL GmbH, D-36124 Eichenzell, Internet: www.kcl.de).

*Outro equipamento de proteção* Roupas de proteção

*Proteção respiratória* Necessário em caso de formação de pós.

Tipo de filtro recomendado: Filtro P2.

O empresário deve assegurar que a manutenção, limpeza e teste dos dispositivos de proteção respiratória sejam executados de acordo com as instruções do produtor. Estas medidas devem ser adequadamente documentadas.

*Controles de riscos ambientais* Não despejar os resíduos no esgoto.

#### 9. PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Estado Físico	Sólido
Cor	Branco
Odor	Inodoro
Límite de odor	Não existem informações disponíveis
pH	ca. 5 em 100 g/l; 20°C
Ponto de fusão	283°C
Ponto/intervalo de ebulição	732°C em 1.013 hPa
Ponto de combustão	Não inflama
Velocidade de evaporação	Não existem informações disponíveis
Inflamabilidade (sólido, gás)	Não existem informações disponíveis
Límite de explosão inferior	Não aplicável
Límite de explosão superior	Não aplicável
Pressão do vapor	1,33 hPa em 428°C

FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

6 de 9

Densidade relativa do vapor	Não existem informações disponíveis
Densidade relativa	2,91 g/cm <sup>3</sup> em 25°C
Solubilidade em água	4.320 g/l em 25°C
Coefficiente de partição (n-octanol/água)	Não existem informações disponíveis
Temperatura de auto-ignição	Não existem informações disponíveis
Temperatura de decomposição	Não existem informações disponíveis
Viscosidade, dinâmica	Não existem informações disponíveis
Riscos de explosão	Não existem informações disponíveis
Propriedades oxidantes	Não existem informações disponíveis
<i>Outras Informações</i>	
Densidade aparente	ca. 1.400 – 1.800 kg/m <sup>3</sup>

#### 10. ESTABILIDADE E REATIVIDADE

Reatividade	Vide em possibilidade de reações perigosas
Estabilidade química	O produto é quimicamente estável em condições ambientes padrão (temperatura ambiente).
Possibilidade de reações perigosas	Reações violentas são possíveis com: sódio, agentes oxidantes fortes.
Condições a serem evitadas	Forte aquecimento.
Materiais Incompatíveis	Diversos metais.
Produtos de decomposição perigosa	Em caso de incêndio vide capítulo 5.

#### 11. INFORMAÇÕES TOXICOLÓGICAS

Informações sobre efeitos toxicológicos

FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

7 de 9

<i>Toxicidade aguda por via oral</i>	DL50 ratazana: 350 mg/kg (RTECS) Sintomas: Se ingerido, queimaduras severas na boca e garganta, assim como perfuração do esôfago e do estômago; Náusea, vômitos, diarreia, colapso, dor forte (risco de perfuração!), alteração do equilíbrio eletrolítico. Absorção
<i>Toxicidade aguda por inalação</i>	LCLO ratazana: 2 mg/l; 10 min (IUCLID) Sintomas: tosse, respiração superficial, irritação das mucosas, bronquite, lesão das vias respiratórias, a inalação pode provocar edemas nas vias respiratórias.
<i>Irritação na pele</i>	Provoca queimaduras.
<i>Irritação nos olhos</i>	Causa danos oculares graves. Perigo de cegueira!
<i>Genotoxicidade in vitro</i>	Mutagenicidade (teste em célula de mamífero): aberração de cromossomas. Resultado: positivo (Literatura)
<i>Toxicidade sistêmica de órgão-alvo específico-exposição única</i>	A substância ou mistura não está classificada como um tóxico específico com alvo de órgão, exposição singular.
<i>Toxicidade sistêmica de órgão-alvo específico- exposição repetida</i>	A substância ou mistura não está classificada como um tóxico específico com alvo de órgão, exposição repetida.
<i>Risco de aspiração</i>	Os critérios de classificação não foram satisfeitos com respeito aos dados disponíveis.
<b>Informações complementares</b>	
<i>Efeitos sistêmicos</i>	Se inalado: necrose. Se ingerido: sabor metálico, queda de pressão arterial, taquicardia, doenças cardiovasculares. Causa diminuição da função do rim.
<i>Dados adicionais</i>	Manusear de acordo com as boas práticas industriais de higiene e segurança.

## 12. INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS

<b>Toxicidade</b>	
<i>Toxicidade para os peixes</i>	CL100 Brachydanio rerio (zebra fish): 38 mg/l; 96 h (IUCLID)
<i>Toxicidade em dâfnias e outros invertebrados aquáticos</i>	CE50 Daphnia magna: 0,33 mg/l; 48 h (IUCLID)
<i>Toxicidade para as algas</i>	IC0 Pseudokirchneriella subcapitata (alga verde): 0,1 mg/l; 96 h Diretrizes para o teste 201 da OECD
<i>Toxicidade para as bactérias</i>	CE50 Iodo ativado: 45 mg/l; (IUCLID)
<b>Persistência e Degradabilidade</b>	Os métodos para determinação da degradabilidade biológica não são aplicáveis às substâncias orgânicas.

FISPQ028\_REV04



## CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

### Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico

8 de 9

Potencial bioacumulativo	Não existem informações disponíveis
Mobilidade no solo	Não existem informações disponíveis
Resultados da avaliação PBT e vPvB	Avaliação de PBT/vPvB não realizada uma vez que a avaliação de segurança química não é exigida/ não foi realizada.
Outros efeitos adversos	
<i>Informações ecológicas adicionais</i>	Efeitos biológicos: perigo para a água potável. A descarga no meio ambiente deve ser evitada.

#### 13. CONSIDERAÇÕES SOBRE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO

Métodos de Tratamento de resíduos	Os dejetos devem ser descartados em conformidade com a diretiva de dejetos 2008/98/CE e outras regulamentações nacionais e locais. Mantenha as substâncias químicas em seus recipientes originais. Não misturar com outros dejetos. O manuseio de recipientes sujos deve ser realizado da mesma forma que o do produto em si.
-----------------------------------	---

#### 14. INFORMAÇÕES SOBRE TRANSPORTE

Regulamentações Nacionais e Internacionais:	Terrestre: Número ONU: 2331 Nome apropriado para embarque: CLORETO DE ZINCO, ANIDRO. Classe de risco / divisão: 8 Número de risco: 80 Grupo de embalagem: III.
---	---

#### 15. REGULAMENTAÇÕES

Normas de segurança, saúde e ambientais específicas para a substância ou mistura	
Classe de armazenagem 8B.	
Avaliação de segurança química	
Não é realizada avaliação de segurança química para este produto.	

#### 16. OUTRAS INFORMAÇÕES

*Texto completo das declarações H mencionadas nas seções 2 e 3.*  
H302 – Nocivo se ingerido.  
H314 – Causa queimadura severa à pele e dano aos olhos.  
H400 – Muito tóxico para a vida aquática.  
H410 – Muito tóxico para a vida aquática, com efeitos prolongados.

*Texto das frases –R referidas nos títulos 2 e 3*  
R22 – Nocivo por ingestão.

FISPQ028\_REV04



CLORETO DE ZINCO

FISPQ028

Ficha de Informação de Segurança de  
Produto Químico

9 de 9

R34 – Provoca queimaduras.

R50/53 – Muito tóxico para os organismos aquáticos, podendo causar efeitos nocivos a longo prazo no ambiente aquático.

*Recomendação de Treinamento*

Proporcione informações, instruções e treinamento adequados para os operadores.

Esta ficha foi elaborada segundo a normatização legal prevista na NBR 14725-4: 2009 da ABNT.

“As informações desta FISPQ representam os dados atuais e refletem com exatidão o nosso melhor conhecimento para o manuseio apropriado deste produto sobre condições normais e de acordo com a aplicação específica na embalagem e/ou literatura. Qualquer outro uso do produto que envolva o uso combinado com outro produto ou outros processos é responsabilidade do usuário”.

# AUTORIZAÇÃO

Nome do autor: TAMILA KLEINE

RG: 1098577628

Título da Tese: DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO DE ENSAIO DE TOXICIDADE TRANSGERACIONAL COM *Daphnia magna* PARA APLICAÇÕES EM ESTUDOS DE SAÚDE AMBIENTAL – ESTUDO DE CASO: ANÁLISE DA TOXICIDADE DO EFLUENTE DE SISTEMA DE ABSORÇÃO DE AR ATMOSFÉRICO

Autorizo a Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE, através da Biblioteca Universitária, disponibilizar cópias da tese de minha autoria.

Joinville, 01 de FEVEREIRO de 2019.



Assinatura do aluno