

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/328201683>

# Ensaio de comportamento de fuga com Isopoda

Chapter · October 2018

CITATIONS

0

READS

48

4 authors, including:



**Flavio Da Silva Júnior**

Universidade Federal do Rio Grande (FURG)

142 PUBLICATIONS 909 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Julia Niemeyer**

Federal University of Santa Catarina

76 PUBLICATIONS 695 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Ecotoxicological and Microbial Evaluations on Biobeds [View project](#)



Ecotoxicological assessment of metsulfuron-methyl and isoxaflutole herbicides to soil fauna [View project](#)



#### Dilmar Baretta

Possui graduação em Agronomia pela UDESC

Lages (2003), Doutorado em Agronomia: Solos e Nutrição de Plantas pela USP/ESALQ (2007) e Pós-Doutorado pela USP/ESALQ (2009). É Professor Efetivo na área de Solos e Sustentabilidade do Curso de Zootecnia e dos Programas de Mestrado em Zootecnia da UDESC Oeste e Doutorado em Ciência do Solo da UDESC Lages. Possui experiência na área de Agronomia (Ciência do Solo), com ênfase em biologia do solo, atuando nos seguintes temas: ecologia do solo, biodiversidade de organismos edáficos, análise multivariada, indicadores de qualidade do solo e ecotoxicologia terrestre. Bolsista em Produtividade Científica do CNPq.



#### Osmar Klauberg Filho

Possui graduação em Agronomia pela Universidade

Federal de Santa Catarina (1987), Mestre em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Viçosa (1991), Doutor em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras (1999) e Pós-Doutorado em Ecologia do Solo pela Universidade de Coimbra, Portugal. É Professor Titular da UDESC Lages nos cursos de Agronomia e Engenharia Florestal, Mestrado e Doutorado em Ciência do Solo. Tem experiência em microbiologia e bioquímica do solo, atuando nos seguintes temas: ecologia e ecotoxicologia do solo, interação planta microrganismos, ecologia do solo e serviços de ecossistema e inoculantes microbianos.



MÉTODOS E APLICAÇÕES DE ENSAIOS COM COLLEMBOLA E ISOPODA  
ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-8302-147-6



9 788583 021476



# ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE

## MÉTODOS E APLICAÇÕES DE ENSAIOS COM COLLEMBOLA E ISOPODA

### ORGANIZADORES

Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho  
Julia Corá Segat  
Dilmar Baretta  
Osmar Klauberg Filho



#### Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho

Possui graduação em

Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas – UFPEL (2006), Mestrado em Ciências (área de concentração em Solos) pela UFPEL (2009), Doutorado em Manejo do Solo pela Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC Lages (2013) e Pós-Doutorado pela UDESC Lages (2013-2015), com ênfase em biologia do solo, ecologia do solo, ecotoxicologia terrestre e serviços do ecossistema.



#### Julia Corá Segat

Possui Graduação em Zootecnia, com ênfase

em sistemas orgânicos de produção animal pela UDESC Oeste (2010), Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade do Estado de São Paulo – USP/ESALQ (2012). Doutora em Ciências do Solo pela UDESC Lages. Atualmente é professora colaboradora no Departamento de Zootecnia da UDESC Oeste, com experiência em ecotoxicologia terrestre e avaliação de resíduos de origem animal, biologia, fauna do solo e indicadores de qualidade ambiental.

# **ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE**

MÉTODOS E APLICAÇÕES DE ENSAIOS COM COLLEMBOLA E ISOPODA

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

Marcus Tomasi

**Reitor**

Leandro Zvirtes

**Vice-Reitor**

Matheus Azevedo Ferreira Fidelis

**Pró-Reitor de Administração**

Marcio Metzener

**Pró-Reitor de Planejamento**

Soraia Cristina Tonon da Luz

**Pró-Reitor de Ensino**

Fabio Napoleão

**Pró-Reitor de Extensão, Cultura e Comunidade**

Antonio Carlos Vargas Sant'Anna

**Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação**

EDITORA UDESC

Marcia Silveira Kroeff

**Coordenadora**

CONSELHO EDITORIAL

Marcia Silveira Kroeff – Presidente

Nílson Ribeiro Modro – CEPLAN

Alexandre Magno de Paula Dias – CESFI

Janine Kniess – CCT

Rosilaine Ripa – CEAD

Edelcio Mostaço – CEART

Rafael Tezza – ESAG

Sílvia Maria Fávero Arend – FAED

Rosana Amora Ascari – CEO

Renan Thiago Campestrini – CEAVI

Renata Rogowski Pozzo – CERES

Veraldo Liesenberg – CAV

EDITORA UDESC

Fone: (48) 3664-8100

E-mail: [editora@udesc.br](mailto:editora@udesc.br)

<http://www.udesc.br/editorauniversitaria>

# **ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE**

MÉTODOS E APLICAÇÕES DE ENSAIOS COM COLLEMBOLA E ISOPODA

## **ORGANIZADORES**

Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho

Julia Corá Segat

Dilmar Baretta

Osmar Klauberg Filho

**2018**

 EDITORA  
**UDESC**

## PROJETO GRÁFICO / CAPA / DIAGRAMAÇÃO

Mauro Tortato

## REVISÃO

Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho, Júlia Corá Segat e Dilmar Baretta

## Dados Internacionais de catalogação na Publicação (CIP)

---

E19 Ecotoxicologia terrestre: métodos e aplicações de ensaios com collembola e isopoda /  
Luís Carlos Iuñes de Oliveira Filho...*et al.* (Org.) - Florianópolis: UDESC, 2018.

200 p. : 22 cm.

ISBN: 978-85-8302-147-6

Inclui bibliografia.

1. Ecotoxicologia - solos 2. Collembola. 3. Isopoda

I. Oliveira Filho, Luis Carlos Iuñes de. II. Segat, Júlia Corá. III. Baretta, Dilmar. IV.  
Klauberg Filho, Osmar. V. Título.

CDD: 631.4

---

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA:** Biblioteca Setorial do Curso de Zootecnia CEO/UDESC

## PREFÁCIO

A Ecotoxicologia de Solo no Brasil é uma disciplina científica de implementação relativamente recente. Muito embora os primeiros artigos científicos tenham surgido no final dos anos 90 e outros tenham sido publicados na década de 2000, apenas há 5 ou 6 anos se observou a consolidação desta disciplina científica com o incremento do número de trabalhos realizados e publicados em revistas científicas nacionais e internacionais. Esta consolidação deveu-se grandemente ao empenho de uma nova geração de jovens investigadores essencialmente localizados nos Estados do centro e sul do Brasil, de entre os quais estão os autores deste livro. Motivados pela necessidade premente em obter informação sobre o risco ambiental resultante de um dos grandes flagelos do Brasil, o excesso de utilização de agrotóxicos e o elevado número de locais contaminados por atividades industriais, estes investigadores abraçaram esta disciplina científica “de alma e coração”, constituindo uma rede de pesquisa atuante e com empenho em contribuir para o desenvolvimento sustentável de várias áreas com importância social e econômica do país.

Mas a Ecotoxicologia de Solo precisa ainda de maior massa crítica num país como o Brasil e com a dimensão dos problemas ambientais que enfrenta. Isto consegue-se motivando mais jovens investigadores e equipes de investigação atuantes em diferentes regiões do país. Assim, este livro é a ferramenta ideal para o conseguir. Se bem que existem normas técnicas publicadas em língua portuguesa pela ABNT, estas não são facilmente acessíveis e, no momento, limitam-se a traduções dos textos das normas ISO desenvolvidas para sistemas temperados. Este livro, ao tratar-se de um livro técnico, com a explicação detalhada de diferentes métodos utilizados em ecotoxicologia de solos, com base na experiência adquirida pelos autores ao longo de diferentes projetos de investigação em que participam, vem dar uma contribuição fundamental para o aprofundar do desenvolvimento e disseminação da Ecotoxicologia de Solo no Brasil.

O livro aborda os métodos para a realização e ensaios com dois grupos de organismos-chave em diferentes ecossistemas terrestres (colêmbolos e isópodes), desde a recolha em campo e manutenção dos organismos em laboratório, a preparação dos diferentes tipos de substratos-teste, os cuidados a ter com a manipulação dos organismos durante os ensaios, até ao tratamento da informação recolhida, sendo um manual bastante completo

sobre esta temática. Ao estar escrito numa linguagem simples, mas cuidada, este livro possui grande relevância e utilidade não apenas ao nível do ensino e investigação universitários, mas é também aplicável a projetos de extensão universitária e em projetos de ensino pré-universitário. Considero-o assim relevante para o desenvolvimento nesta área no Brasil.

Gostaria de terminar este prefácio dizendo que fiquei simultaneamente agradecido e orgulhoso pelo convite feito pelos organizadores. Estes dois sentimentos misturam-se, não apenas pelo significado do pedido em si, mas essencialmente pela forte ligação pessoal e profissional que tenho com alguns dos autores deste livro e, perdoem-me a modéstia, pelo contributo que dei (e espero continuar a dar) para a sua formação científica e para o crescimento desta área no Brasil.

Coimbra, Maio de 2018

**Paulo Sousa**

(Professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Portugal)

# SUMÁRIO

## 1 ECOTOXICOLOGIA TERRESTRE | 11

1.1 Fundamentos e importância da ecotoxicologia terrestre.....	11
1.2. Ensaio ecotoxicológico em solo e sua aplicação.....	12
1.3 Organismos edáficos usados em ensaios ecotoxicológicos.....	19
1.3.1 Collembola.....	20
1.3.2 Isopoda.....	28
1.4 Fatores que podem influenciar os ensaios ecotoxicológicos.....	36
1.5 Perspectivas futuras.....	37
1.6 Referências.....	38

## 2 COLETA DE ORGANISMOS NO CAMPO E CULTIVO EM LABORATÓRIO | 51

2.1 Coleta de organismos no campo e seu preparo para ensaios ecotoxicológicos.....	51
2.2 Collembola.....	52
2.3 Isopoda.....	55
2.4 Referências.....	59

## 3 PREPARO DE SUBSTRATOS TESTE | 61

3.1 Tipos de substratos teste.....	61
3.1.1 OECD e SAT.....	62
3.2 Componentes dos substratos artificiais.....	64
3.2.1 Turfa <i>Sphagnum</i> .....	64
3.2.2 Fibra de coco.....	65
3.2.3 Argila caulinita (caulim).....	65
3.2.4 Areia de quartzo industrial.....	66
3.2.5 Mistura do substrato artificial.....	66
3.3 LUFA 2.2 Speyer®.....	67
3.4 Solos Naturais.....	69
3.4.1 Seleção da área, coleta, preparo do solo e estocagem.....	70
3.5 Umidade.....	72

3.5.1 Metodologia para determinação da CRA (ISO 11465, 1993).....	72
3.6 pH (medição, curva de calibração, reagentes).....	74
3.7 Limitações.....	75
3.8 Referências.....	76

#### **4 APLICAÇÃO DA SUBSTÂNCIA TESTE: AGROTÓXICOS E MATRIZES ORGÂNICAS | 81**

4.1 Aplicação da substância teste.....	81
4.2 Aplicação de agrotóxicos em testes ecotoxicológicos.....	83
4.2.1 Exemplos de aplicação de agrotóxicos em ensaios ecotoxicológicos.....	84
4.2.1.1 Substrato utilizado.....	85
4.2.1.2 Elaboração de planilha para cálculo de contaminação com agrotóxicos.....	86
4.2.1.3 Outros cuidados.....	100
4.3 Aplicação de matrizes orgânicas.....	100
4.3.1 Correção da umidade do solo.....	102
4.3.2 Determinação da capacidade de retenção de água do solo.....	103
4.3.3 Textura.....	104
4.3.4 Determinação do pH.....	104
4.3.5 Exemplo da aplicação de matrizes orgânicas.....	105
4.4 Referências.....	106

#### **5 CARACTERIZAÇÃO E CRIAÇÃO DOS ORGANISMOS PARA OS ENSAIOS ECOTOXICOLÓGICOS | 111**

5.1 Caracterização e criação dos organismos para os ensaios ecotoxicológicos.....	111
5.2 Características gerais e identificação dos organismos.....	112
5.2.1 Colêmbolos.....	112
5.2.2 <i>Folsomia candida</i> .....	113
5.2.3 Isópodos.....	115
5.3 Obtenção, criação e manutenção de colêmbolos em laboratório.....	116
5.3.1 Obtenção das matrizes.....	116
5.3.2 Equipamentos e materiais para a criação.....	117
5.3.3 Procedimentos para a criação de <i>F. candida</i> .....	119
5.3.4 Manutenção de <i>F. candida</i> em laboratório.....	121
5.3.5 Sincronização de <i>F. candida</i> em laboratório e obtenção de juvenis para ensaios.....	122
5.3.6 Substância de referência para teste de sensibilidade com <i>F. candida</i> .....	125

5.4 Obtenção, criação e manutenção de isópodos em laboratório.....	126
5.4.1 Obtenção das matrizes.....	126
5.4.2 Equipamentos e materiais para a criação.....	127
5.4.3 Procedimentos para a criação de isópodos.....	127
5.4.4 Sincronização das culturas de isópodos e obtenção de juvenis para ensaios.....	129
5.4.5 Substância de referência para teste de sensibilidade com isópodos.....	129
5.5 Condições climáticas dos ambientes de criação.....	129
5.6 Referências.....	131

## **6 ENSAIO DE COMPORTAMENTO DE FUGA COM COLLEMBOLA | 137**

6.1. Ensaio de comportamento de fuga com Collembola.....	137
6.2 Princípio do ensaio de comportamento de fuga.....	138
6.3 Organismo-teste .....	139
6.4 Equipamentos.....	139
6.5 Procedimentos de preparo do conteúdo dos recipientes para os testes.....	140
6.6 Ensaio de comportamento de fuga.....	142
6.7 Cronograma resumido do ensaio.....	145
6.8 Validação do ensaio.....	145
6.9 Estudos acadêmicos.....	146
6.10 Referências.....	147

## **7 ENSAIOS DE LETALIDADE E REPRODUÇÃO COM COLLEMBOLA | 151**

7.1 Ensaio de letalidade e reprodução com Collembola: Princípio do ensaio.....	151
7.2 Organismo-teste.....	152
7.3 Equipamentos e ambiente de ensaio.....	152
7.4 Procedimentos de preparo do conteúdo dos recipientes para os testes.....	153
7.5 Ensaio preliminar de letalidade.....	154
7.6 Ensaio definitivo (reprodução).....	155
7.7 Cronograma resumido do ensaio.....	157
7.8 Validação do ensaio.....	157
7.9 Estudos acadêmicos.....	158
7.10 Referências.....	159

## **8 ENSAIO DE COMPORTAMENTO DE FUGA COM ISOPODA | 163**

8.1 Ensaio de comportamento de fuga com Isopoda: Princípio do ensaio de fuga.....	163
---	-----

8.2 Organismos-teste.....	163
8.3 Reagentes, materiais e equipamentos.....	164
8.4 Preparo do conteúdo dos recipientes-teste.....	165
8.5 Ensaio preliminar.....	166
8.6 Ensaio definitivo.....	167
8.7 Resumo e cronograma do ensaio.....	168
8.8 Validação do ensaio.....	169
8.9 Estudos acadêmicos.....	170
8.10 Referências.....	170

## **9 ENSAIO DE REPRODUÇÃO COM ISOPODA | 173**

9.1 Ensaio de reprodução com Isopoda: Princípio do ensaio.....	173
9.2 Organismo-teste.....	173
9.3 Reagentes, materiais e equipamentos.....	174
9.4 Preparo do conteúdo dos recipientes-teste.....	175
9.5 Ensaio preliminar.....	176
9.6 Ensaio definitivo.....	176
9.7 Resumo e cronograma do ensaio.....	177
9.8 Validação do ensaio.....	179
9.9 Estudos acadêmicos.....	179
9.10 Referências.....	180

## **10 ANÁLISE DE DADOS ECOTOXICOLÓGICOS | 183**

10.1 Aspectos a considerar na análise de dados.....	183
10.2 Parâmetros avaliados.....	184
10.2.1 Casos especiais.....	185
10.3 Cálculos nos ensaios de fuga.....	186
10.4 Cálculos nos ensaios de letalidade.....	188
10.5 Cálculos nos ensaios de reprodução.....	190
10.6 Referências.....	193

## **SOBRE OS AUTORES | 195**