

Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação

Gabriella de Menezes Baldão

(Organizadora)



Atena
Editora

Ano 2018

Gabriella de Menezes Baldão
(Organizadora)

Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão do conhecimento, tecnologia e inovação / Organizadora Gabriella de Menezes Baldão. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-85-7247-007-0

DOI 10.22533/at.ed.070181212

1. Administração. 2. Gestão do conhecimento. 3. Tecnologia.
I. Baldão, Gabriella de Menezes.

CDD 658.4038

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gestão do conhecimento, tecnologia e inovação” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, apresentando, em seus 23 capítulos, os novos conhecimentos para Administração nas áreas de Gestão do conhecimento, Tecnologia e Inovação. Estas áreas englobam assuntos de suma importância para o bom andamento de projetos e organizações.

O tema Gestão do Conhecimento é um assunto que vem evoluindo a cada dia por causa de sua prática ser vital em todas as áreas e departamentos, uma vez que gerenciar o conhecimento de forma eficaz traz benefícios para qualquer área.

Os temas Tecnologia e Inovação vem sendo cada vez mais pesquisados em função da necessidade da busca constante pela prática desta temática, seja em busca de soluções ou de lucro.

Os estudos em Gestão do Conhecimento, Tecnologia e Inovação estão sempre sendo atualizados para garantir avanços não apenas em organizações, mas na humanidade. Portanto, cabe a nós pesquisadores buscarmos sempre soluções e novas formas de inovar e gerenciar.

Este volume dedicado à Administração traz artigos que tratam de temas que vão desde a área de saúde, química, até sistemas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas áreas de Inovação e Gestão, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, desejo que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a área de Administração e, assim, garantir incremento quantitativos e qualitativos na produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Gabriella de Menezes Baldão

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA PERCEPÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE SANEAMENTO E SAÚDE NA POPULAÇÃO DE UM MUNICÍPIO DA REGIÃO DAS MISSÕES/RS	
Franciele Oliveira Castro Jéssica Simon da Silva Aguiar Laura Behling Alexia Elisa Jung Engel Alexandre Luiz Schäffer Iara Denise Endruweit Battisti	
DOI 10.22533/at.ed.0701812121	
CAPÍTULO 2	8
A EXPOSIÇÃO A POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA ALTERA O EQUILÍBRIO REDOX CARDÍACO DE CAMUNDONGOS EM TREINAMENTO FÍSICO MODERADO	
Lílian Corrêa Costa Beber Analú Bender Dos Santos Yohanna Hannah Donato Maicon Machado Sulzbacher Thiago Gomes Heck Mirna Stela Ludwig	
DOI 10.22533/at.ed.0701812122	
CAPÍTULO 3	19
ANÁLISE DE REDES SOCIAIS: A EVENTUAL SATURAÇÃO DO CAPITAL SOCIAL DE PESQUISADORES ESTRELA	
Marcella Barbosa Miranda Teixeira. Luana Jéssica Oliveira Carmo Rita de Cássia Leal Campos. Welleson Patrick Vaz Murta Uajará Pessoa Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.0701812123	
CAPÍTULO 4	33
APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CORREÇÃO ATMOSFÉRICA EM IMAGENS DE SATÉLITE PARA FINS DE MAPEAMENTO TEMPORAL DE USO E COBERTURA DO SOLO	
Vinícius Emmel Martins Sidnei Luís Bohn Gass Dieison Morozoli da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.0701812124	
CAPÍTULO 5	42
APRENDIZAGEM E EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA: REFLEXÕES A PARTIR DO OLHAR DA COMPLEXIDADE	
Lia Micaela Bergmann Celso Jose Martinazzo	
DOI 10.22533/at.ed.0701812125	

CAPÍTULO 6	52
ATENDIMENTO NUTRICIONAL PARA PACIENTES ANALFABETOS	
Renata Picinin de Oliveira	
Maristela Borin Busnello	
DOI 10.22533/at.ed.0701812126	
CAPÍTULO 7	56
CLASSIFICAÇÃO DO HÁBITO ALIMENTAR DE MULHERES NO PERÍODO DO CLIMATÉRIO	
Vanessa Huber Idalencio	
Ligia Beatriz Bento Franz	
Francieli Aline Conte	
Vitor Buss	
Vanessa Maria Bertoni	
Daiana Kämpel	
DOI 10.22533/at.ed.0701812127	
CAPÍTULO 8	64
COOPERAÇÃO PARA O ACESSO DO TRABALHADOR À INFORMAÇÃO E CONHECIMENTO: PROJETO SESI INDÚSTRIA DO CONHECIMENTO	
Telma Aparecida Tupy de Godoy	
Elza Cristina Giostri	
Kazuo Hatakeyama	
DOI 10.22533/at.ed.0701812128	
CAPÍTULO 9	76
COMPETITIVIDADE DOS <i>CLUSTERS</i> DO ESTADO DE SANTA CATARINA	
Marilei Osinski	
Omar Abdel Muhdi Said Omar	
José Leomar Todesco	
DOI 10.22533/at.ed.0701812129	
CAPÍTULO 10	95
EFEITO DO GLIFOSATO NO CRESCIMENTO DE OLIGOQUETAS: UMA ANÁLISE DE PARÂMETROS BIOMÉTRICOS SECUNDÁRIOS	
Geovane Barbosa dos Santos	
Diovana Gelati de Batista	
Henrique Ribeiro Müller	
Thiago Gomes Heck	
Paulo Ivo Homem de Bittencourt Júnior	
Antônio Azambuja Miragem	
DOI 10.22533/at.ed.07018121210	
CAPÍTULO 11	106
EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A MORTALIDADE E REPRODUÇÃO DE OLIGOQUETAS	
Diovana Gelati de Batista	
Geovane Barbosa dos Santos	
Henrique Ribeiro Müller	
Thiago Gomes Heck	
Paulo Ivo Homem de Bittencourt Júnior	
Antônio Azambuja Miragem	
DOI 10.22533/at.ed.07018121211	

CAPÍTULO 12 118

EFETIVIDADE DE UMA COMPONENTE CURRICULAR DEDICADA À MOTIVAÇÃO DE POTENCIAIS COLABORADORES DO SOFTWARE PÚBLICO BRASILEIRO

João Carlos Sedraz Silva
Jorge Luis Cavalcanti Ramos
Rodrigo Lins Rodrigues
Fernando da Fonseca de Souza
Alex Sandro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.07018121212

CAPÍTULO 13 131

ENSAIO DE CÉLULA DE CARGA

Elisiane Pelke Paixão
Luís Fernando Sauthier
Manuel Martin Pérez Reibold

DOI 10.22533/at.ed.07018121213

CAPÍTULO 14 139

ESTRESSE OXIDATIVO E PARÂMETROS ANALÍTICOS EM AVEIA BRANCA (*Avena sativa* L.): ESTADO DA ARTE

Laura Mensch Pereira
Mara Lisiane Tissot-Squalli

DOI 10.22533/at.ed.07018121214

CAPÍTULO 15 145

ESTUDO DE INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE NAS MICRORREGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL UTILIZANDO MÉTODO DE REGRESSÃO MÚLTIPLA

Alexandre Luiz Schäffer
Franciele Oliveira Castro
Jéssica Simon da Silva Aguiar
Erikson Kaszubowski
Iara Denise Endruweit Battisti

DOI 10.22533/at.ed.07018121215

CAPÍTULO 16 152

GÊNESE DE CONCENTRAÇÕES DE NEGÓCIOS: ANÁLISE COMPARATIVA DA LITERATURA NACIONAL E INTERNACIONAL

Anderson Antoniode Lima
Edison Yoshihiro Hamaji
Renato Telles
Getúlio Camêlo Costa

DOI 10.22533/at.ed.07018121216

CAPÍTULO 17 167

FORMAÇÃO DE CENTROS DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO: ESTUDO DE CASO SOBRE O CENTRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DA QUALIDADE DA CACHAÇA DA UNESP/ARARAQUARA

Gabriel Furlan Coletti

DOI 10.22533/at.ed.07018121217

CAPÍTULO 18	176
GESTÃO DO CONHECIMENTO APLICADA À ENGENHARIA DE REQUISITOS DE SOFTWARE: ESTUDO DE CASO EM UMA OPERADORA DE TELECOMUNICAÇÕES	
André Ronaldo Rivas Ivanir Costa Nilson Salvetti	
DOI 10.22533/at.ed.07018121218	
CAPÍTULO 19	199
HACKATHON E GESTÃO DO CONHECIMENTO PARA PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DA EMPRESA CIA MAKERS – ESCOLA DE INOVAÇÃO	
Felipe dos Santos Siqueira Carina de Oliveira Barreto Sotero de Araujo Rafael Carretero Variz Antonio Felipe Corá Martins Alessandro Marco Rosini	
DOI 10.22533/at.ed.07018121219	
CAPÍTULO 20	207
MODELO DE SIMULAÇÃO DE UMA SOLUÇÃO DE INTEGRAÇÃO USANDO TEORIA DAS FILAS	
Félix Hoffmann Sebastiany Sandro Sawicki Rafael Zancan Frantz Fabrícia Roos-Frantz Arléte Kelm Wiesner	
DOI 10.22533/at.ed.07018121220	
CAPÍTULO 21	223
O PAPEL DE UMA INCUBADORA NO APOIO À COMERCIALIZAÇÃO DE INOVAÇÕES EM PEQUENAS EMPRESAS DE BASE TECNOLÓGICA	
Rodrigo Lacerda Sales Francisco José de Castro Moura Duarte Anne-Marie Maculan	
DOI 10.22533/at.ed.07018121221	
CAPÍTULO 22	238
O SISTEMISMO DE MÁRIO BUNGE	
Jorge Ivan Hmeljevski João Bosco da Mota Alves José Leomar Todesco	
DOI 10.22533/at.ed.07018121222	
CAPÍTULO 23	250
PERFIL ELETROFORÉTICO DE PROTEÍNAS DE LEITE BOVINO IN NATURA E INDUSTRIALIZADO	
Taisson Kroth Thomé da Cruz Inaiara Rosa de Oliveira Manoel Francisco Mendes Lassen Mara Lisiane Tissot-Squalli H.	
DOI 10.22533/at.ed.07018121223	
SOBRE A ORGANIZADORA	258

EFEITOS DA EXPOSIÇÃO A HERBICIDA À BASE DE GLIFOSATO SOBRE A MORTALIDADE E REPRODUÇÃO DE OLIGOQUETAS

Diovana Gelati de Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Santa Rosa – Rio Grande do Sul

Geovane Barbosa dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Santa Rosa – Rio Grande do Sul

Henrique Ribeiro Müller

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha

Santa Rosa – Rio Grande do Sul

Thiago Gomes Heck

Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUÍ), Departamento de Ciências da Vida

Ijuí, Rio Grande do Sul

Paulo Ivo Homem de Bittencourt Júnior

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Departamento de Fisiologia

Porto Alegre, Rio Grande do Sul

Antônio Azambuja Miragem

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Departamento de Biologia

Santa Rosa – Rio Grande do Sul

RESUMO: A exposição a pesticidas apresenta risco à saúde de organismos de diversos níveis filogenéticos. Provoca danos aos tecidos corporais, afeta a biometria e pode levar à

morte de indivíduos. Os herbicidas à base de glifosato são os agrotóxicos mais utilizados no mundo, mas prejudicam organismos não-alvo da fauna edáfica. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito crônico do glifosato na taxa de mortalidade e reprodução de oligoquetas expostas a diferentes dosagens do agroquímico. Foram utilizadas oligoquetas (*Eisenia andrei*), adultas, com clitelo aparente, distribuídas aleatoriamente em grupo controle - CTRL (sem contaminação), grupo GLY (contaminado com glifosato a 3L/ha), grupo SGLY (glifosato a 10L/ha) e grupo UGLY (glifosato a 30 L/ha), por 7 e 14 dias. Ocorreu redução no número de minhocas sobreviventes dos grupos expostos ao glifosato. O grupo SGLY apresentou redução de 48% no número de espécimes ($p < 0,001$), comparado a CTRL e GLY. Após 14 dias, ocorreu redução de 50% no número de oligoquetas do grupo GLY ($p < 0,05$). Na reprodução, o grupo UGLY apresentou um aumento de 192,3% no número de animais juvenis e uma diminuição de 50% no número de casulos, quando comparado ao grupo CTRL ($p < 0,0001$). Concluímos que a exposição ao glifosato afeta a sobrevivência de oligoquetas, tendo efeitos dependentes da dose de aplicação e do período de exposição, alterando sua capacidade reprodutiva.

PALAVRAS-CHAVE: agrotóxico; minhoca; desenvolvimento; casulos; ecotoxicologia.

ABSTRACT: Exposure to pesticides poses a health risk to organisms of different phylogenetic levels. It causes damage to body tissues, affects biometrics and can lead to the death of individuals. Glyphosate-based herbicides are the most widely used pesticides in the world, but they harm non-target organisms in edaphic fauna. The aim of this study was to verify the chronic effect of glyphosate on the mortality rate and reproduction of oligochaetes exposed to different dosages of the agrochemical. Adult oligochaetes (*Eisenia andrei*), with clitelo apparent, randomly distributed in control group - CTRL (without contamination), GLY group (contaminated with glyphosate 3L / ha), SGLY group (glyphosate 10L / ha) and UGLY group (glyphosate at 30 L / ha) for 7 and 14 days. There was a reduction in the number of surviving worms from the glyphosate exposed groups. The SGLY group had a 48% reduction in the number of specimens ($p < 0.001$) compared to CTRL and GLY. After 14 days, there was a 50% reduction in the number of oligochaetes in the GLY group ($p < 0.05$). At reproduction, the UGLY group showed a 192.3% increase in the number of juvenile animals and a 50% decrease in the number of cocoons when compared to the CTRL group ($p < 0.0001$). We conclude that exposure to glyphosate affects the survival of oligochaetes, having effects depending on the application dose and the period of exposure, altering their reproductive ability.

KEYWORDS: agrotóxico; minhoca; desenvolvimento; cascas; ecotoxicologia.

1 | INTRODUÇÃO

Os pesticidas vêm sendo cada vez mais utilizados nos últimos anos, para aumento da produtividade agrícola (DUKE, 2014). Entretanto, sabe-se que a contaminação com agroquímicos é frequente, uma vez que estes poluem o ar (COSCOLÀ *et al.*, 2010), a água (MASIÁ *et al.*, 2013; BELENGUER *et al.*, 2014) e o solo (STEFFEN, STEFFEN e ANTONIOLLI, 2011), afetando, assim, um amplo espectro de organismos. Os agrotóxicos apresentam riscos à saúde de organismos dos mais variados níveis filogenéticos: algas (ROMERO, MOLINA E JUÁREZ, 2011); anelídeos (BUCH *et al.*, 2013); insetos (GILL, RAMOS-RODRIGUEZ e RAINE, 2012; HENRY *et al.*, 2012); peixes (ROY, CARNEIRO e OCHS, 2016); anfíbios (LANCTÔT *et al.*, 2014); e mamíferos, incluindo o ser humano (GALLEGOS *et al.*, 2016). Dentre os agroquímicos, os herbicidas são aqueles cuja finalidade é exterminar as plantas daninhas, sem que a cultivar seja afetada. Um dos herbicidas mais utilizados em todo o mundo é o Glifosato, tanto em sua formulação pura, quanto misturada a surfactantes (LANCTÔT *et al.*, 2014; BENBROOK, 2016).

O princípio ativo para os herbicidas à base de glifosato entrou no mercado pela primeira vez em 1974. Desde então, o uso de glifosato em todo o mundo vem crescendo consideravelmente, principalmente nos últimos anos. Entre 2005 e 2014, o uso mundial do herbicida correspondeu a 71% de seu uso total, desde que entrou no mercado (BENBROOK, 2016). Ao mesmo tempo, vários estudos vêm relatando os

efeitos adversos da exposição animal a herbicidas a base de glifosato (CHAN *et al* 2007; GALLEGOS *et al* 2016; CATTANI *et al* 2017). Nos primeiros estudos avaliando os danos provocados pelo herbicida, Olorunsogo, Bababunmi e Bassir, em 1979, demonstraram que a contaminação com glifosato alterou a capacidade respiratória mitocondrial no tecido hepático de ratos, induzindo um aumento na atividade *ATPásica* dos animais tratados com o herbicida. Estudos recentes têm demonstrado que a exposição a pesticidas à base de glifosato apresenta riscos a integridade, homeostasia e sobrevivência celular em seres vivos, podendo acarretar o prejuízo de órgãos, o desenvolvimento de doenças e, conseqüentemente, o declínio de populações (GEORGE *et al.*, 2010; SANTADINO, COVIELLA e MOMO, 2014).

No ambiente edáfico, as minhocas são seres vivos imprescindíveis para sua dinâmica, por atuarem como engenheiras do ecossistema. Elas promovem a decomposição da matéria orgânica e a mineralização de nutrientes, contribuindo também para a melhor aeração e retenção de água no solo (LAVELLE *et al.*, 2006). Entretanto, por suas características morfofuncionais, alimentares e comportamentais, as oligoquetas respondem diretamente às alterações do meio, sofrendo conseqüências que podem ser mensuradas, e que as promovem a importantes bioindicadores de contaminação do solo (CORREIA e MOREIRA, 2010).

Diversos estudos relatam que a exposição de minhocas a substâncias xenobióticas, dentre elas os agrotóxicos, prejudica os níveis de suas enzimas antioxidantes, altera seu comportamento, morfologia e reprodução, comprometendo sua sobrevivência. A exposição crônica de oligoquetas da espécie *Octolasion cyaneum* ao glifosato provocou a inibição da glutathione-S-transferase (GST), apesar de não reduzir a sua massa e tampouco induzir mortalidade (SALVIO *et al.*, 2016). O tratamento crônico com glifosato, durante sete dias, levou a uma redução na biometria e à mortalidade de oligoquetas *Eisenia andrei* expostas a diferentes dosagens do agroquímico (BUCH, *et al.*, 2013). Repetidas doses desse mesmo herbicida não provocaram a morte de minhocas *Lumbricus terrestris* e *Aporrectodea caliginosa*, mas reduziram sua taxa de produção de casulos (GAUPP-BERGHAUSEN *et al.*, 2015). Em longo prazo, a população de minhocas expostas ao glifosato tende a diminuir, até sua extinção (SANTADINO, COVIELLA e MOMO, 2014).

A partir deste contexto, o objetivo deste estudo foi verificar o efeito crônico do glifosato na taxa de mortalidade e reprodução de oligoquetas expostas a diferentes dosagens do agroquímico.

2 | METODOLOGIA

Animais

Foram utilizadas neste estudo oligoquetas selvagens da espécie *Eisenia andrei*, cujo nome comum é Minhoca Californiana Vermelha. Com base no padrão biológico

da espécie (DOMINGUEZ, 2004), foram utilizados exemplares adultos (60-90 dias) que apresentaram clitelo aparente (DOMINGUEZ e EDWARDS, 2011). As matrizes foram obtidas, por doação, do Sítio Recanto nas Nascentes, de produção de hortaliças orgânicas, localizado no município de Santa Rosa-RS, Brasil (27°52'15" sul e 54°28'53" oeste, 277 metros de altitude). Atualmente, as oligoquetas são mantidas na colônia permanente do Laboratório do Grupo de Pesquisa em Resposta Celular ao Estresse (GPreCE), do Instituto Federal Farroupilha, Campus Santa Rosa, em sala ventilada, com ciclo claro/escuro natural e à temperatura ambiente.

Unidades Experimentais (U.E.)

Durante os experimentos, os animais foram mantidos em potes plásticos com volume total de 1.350 cm³ e área superficial de 0,023 m², denominados Unidades Experimentais (U.E.). O composto utilizado (*habitat* experimental) continha 95% de solo (950 g) e 5% de erva-mate (50 g), que serviu de matéria orgânica vegetal, base de alimento para os animais. A temperatura do meio foi monitorada diariamente, e a umidade regulada semanalmente para 60% – estas são as condições ideais para sobrevivência de oligoquetas em laboratório (EDWARDS, 1995; SUTHAR 2009). Para a identificação do teor de umidade (%), utilizou-se o método de gravimetria (FORSYTHE, 1975). Depois da obtenção do percentual de umidade, foi calculada a quantidade de água necessária para corrigir esta umidade para 60%, se necessário.

Grupos Experimentais

Os grupos experimentais foram divididos em 4 tratamentos diferentes, sendo eles:

Grupo Controle (CTRL): Solo nas condições normais supracitadas (umidade, temperatura e % de matéria orgânica), sem contaminação;

Grupo Glifosato (GLY): Solo igual ao do CTRL, porém contaminado com agrotóxico (Glifosato Nortox NA ®, Nortox S/A, PR, Basil) em solução aquosa (mimetizando o uso real na lavoura), aplicado o processo de redução de volume proporcional, a fim de manter a concentração e diluição média padrão sugerida pelo fabricante (3L/ha, em 100L de água), em volume proporcional para correção da umidade do solo. Esta concentração média aproximada é a normalmente utilizada na lavoura para todo o espectro de plantas invasoras, segundo recomendação do fabricante (vide bula).

Grupo Super Glifosato (SGLY): Solo igual ao do CTRL, porém contaminado com Glifosato, a uma concentração de 10% (10L/Ha, em 100L de água), em volume proporcional para correção da umidade do solo. Essa concentração simula a concentração total aproximada do herbicida que é realmente aplicada durante a safra das principais culturas. São aplicadas, no mínimo, três vezes a dose recomendada pelo fabricante (3L/Ha, em 100L de água): uma no pré-plantio; outra após a germinação da cultivar; e uma terceira quando a planta está adulta. Assim, neste grupo de exposição, buscou-se alcançar a concentração aproximada do agroquímico após as

três aplicações, simulando o uso na lavoura durante a safra.

Grupo Ultra Glifosato (UGLY): Solo igual ao do CTRL, porém contaminado com Glifosato, a uma concentração de 30% (30L/Ha, em 100L de água), em volume proporcional para correção da umidade do solo. Esta concentração foi escolhida para verificarmos efeitos de aplicações extremas, para o caso de plantas daninhas resistentes ao herbicida.

Foram colocadas 5 minhocas/U.E., com as características de maturação supracitadas. Os efeitos da contaminação com glifosato foram analisados em dois períodos de exposição diferentes: 7 e 14 dias. A sete dias de exposição, os grupos CTRL, GLY e SGLY foram avaliados quanto à variável mortalidade de animais. A 14 dias, foram analisados os grupos CTRL e GLY para a variável mortalidade, e CTRL e UGLY para as variáveis relativas à reprodução das oligoquetas – número de casulos e número de juvenis.

Coleta de Animais e Casulos

Após cada período de exposição, os animais (juvenis e adultos) foram coletados das unidades experimentais através do método de catação manual, recomendado pelo Programa “*Tropical Soil Biology and Fertility*” (ANDERSON e INGRAM, 1993) para a coleta de oligoquetas a partir de solos naturais. Visto que é um procedimento simples, eficaz e de fácil adaptação para experimentos em laboratório, tem sido utilizado também para ensaios biológicos com solos artificiais, cujos animais modelos são anelídeos e outros invertebrados do solo (STEFFEN, 2012; SANTADINO, COVIELLA e MOMO, 2014). Depois da remoção de todas as oligoquetas, os casulos foram coletados através do peneiramento do solo das U.E. (OECD 222, 2004).

Análises Estatísticas

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) para erros do tipo I, após teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Quando ANOVA (uma via) detectou diferença entre os grupos, e onde o valor de P foi menor que 0.05, a diferença estatística foi identificada através do procedimento de comparação múltipla com o Teste de Múltiplas Comparações de Tukey-Kremer. Para a comparação de efeitos pré- e pós-tratamento, ANOVA foi seguido do teste de Dunnet para múltiplas comparações. A frequência e a ocorrência para os casulos e animais juvenis foram checadas com o Teste Exato de Fischer. Os resultados foram expressos em média e erro padrão. Os dados foram tabulados e analisados no software GraphPad 3.0 para Windows.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeitos do herbicida à base de Glifosato na taxa de Mortalidade de Oligoquetas

A contaminação com glifosato levou à redução no número de oligoquetas dos

grupos analisados, com efeitos dependentes da dose e do período de exposição. Após o período de exposição de 7 dias, o grupo SGLY apresentou redução ($P=0,0104$) no número de espécimes, comparado aos outros tratamentos, apresentando uma taxa de mortalidade de 48% (Figura 1). Os grupos CTRL e GLY apresentaram 91,4% de sobrevivência em ambos os tratamentos. Contudo, após 14 dias de exposição, observamos uma redução nas oligoquetas do grupo GLY ($P=0,0403$), que teve uma taxa de mortalidade 50 % em relação aos animais inicialmente inoculados (Figura 1).

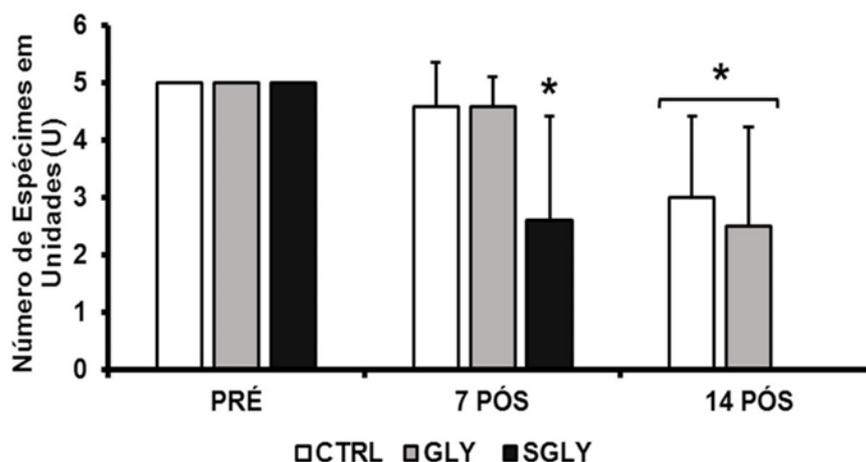


Figura 1. Médias de animais pré- e pós-exposição dos diferentes grupos de tratamento, submetidos a diferentes períodos de exposição (7 e 14 dias). (CTRL) grupo controle; (GLY) grupo contaminado com glifosato a uma concentração de 3 L/ha; (SGLY) grupo contaminado com glifosato a 10L/ha. Os dados estão apresentados em Média \pm EP da Média para todos os grupos. As análises estatísticas estão descritas na seção Métodos. * $P<0,01$.

A mortalidade de minhocas expostas ao glifosato em concentrações indicadas para aplicação na lavoura não é comum na literatura. Foi verificado apenas 4% de perdas em oligoquetas *Eisenia andrei* expostas ao herbicida durante sete dias à concentração mais elevada entre as testadas, que foi de 47mg/Kg de solo (BUCH, *et al.*, 2013). Em nossos resultados, por outro lado, para o mesmo período de exposição, a dosagem prescrita para aplicação na lavoura, grupo GLY, (contando com a possível biodegradação, independente de bioacumulação e biomagnificação) não apresentou redução significativa no número de oligoquetas. Minhocas *Aporrectodea caliginosa* e *Lumbricus terrestris* expostas a repetidas doses de glifosato, em concentração abaixo da indicada pelo fabricante, num total de aplicação do herbicida de 176,12 ml m⁻², também não apresentaram taxas significativas de mortalidade, com aproximadamente 90% de sobrevivência para *L. terrestris* e 100% para *A. caliginosa* (GAUPP-BERGHAUSEN *et al.*, 2015).

Entretanto, em nossos resultados, observamos também uma dependência temporal na sobrevivência das oligoquetas, uma vez que, quanto maior o período de exposição, maior a taxa de mortalidade observada. Nesse contexto, a exposição crônica ao glifosato em diferentes concentrações também não apresentou mortalidade de oligoquetas *Eisenia foetida*. Contudo, os animais apresentaram redução em sua biomassa, excessiva secreção mucosa, alterações morfológicas e redução em sua

atividade (CORREIA e MOREIRA, 2010). Em recente estudo, não ocorreu redução do número de oligoquetas *Octolasion cyaneum* expostas durante 28 e 56 dias ao Glifosato, tampouco houve perda de biomassa. Esta mesma pesquisa, por outro lado, verificou a inibição na enzima glutationa-S-transferase nos tecidos das minhocas contaminadas, o que evidencia dano celular, provavelmente via alterações do status redox (SALVIO *et al.*, 2016).

A nível celular, os danos induzidos pelos agrotóxicos estão intimamente relacionados com o estresse oxidativo, um de seus principais efeitos, descrito amplamente na literatura (EL-SHENAWY, 2009; ROMERO, MOLINA e JUÁREZ, 2011; JABLOŃSKA-TRYPUC, 2017). Via o desequilíbrio do status redox celular, este estresse induz prejuízo na capacidade de fosforilação de proteínas, prejudicando a viabilidade e a permeabilidade da membrana plasmática e das mitocôndrias, além de provocar sérios danos à integridade nuclear das células expostas (PEIXOTO, 2005; MORO *et al.*, 2012). Consequentemente, o estresse oxidativo pode levar à morte celular (GUILHERME *et al.*, 2012). A agressão decorrente do enfraquecimento das defesas antioxidantes tem sido mensurada via catalase (CAT), superóxido-dismutase (SOD) e glutationa-S-transferase (GST), consideradas marcadoras do estresse oxidativo induzido por agrotóxicos (MAITY *et al.*, 2008; ROMERO, MOLINA e JUÁREZ, 2011; SALVIO *et al.*, 2016).

Danos celulares induzidos pelo glifosato são relatados em vários estudos. Em ratos, o herbicida induziu o estresse oxidativo no tecido hepático, e elevou os níveis do fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) (EL-SHENAWY, 2009). Em oligoquetas da espécie *Lumbriculus variegatus* expostas a doses subletais de glifosato durante quatro dias, o herbicida foi acumulado em seus tecidos, e as enzimas antioxidantes SOD (superóxido-dismutase) e CAT tiveram sua atividade aumentada, indicando o estresse oxidativo (CONTARDO-JARA, KLINGELMANN e WIEGAND, 2009). Perante este contexto, é necessário conhecermos os efeitos deste agrotóxico sobre marcadores de estresse celular para, assim, compreendermos as principais vias envolvidas em sua toxicidade, que contribuiriam para a mortalidade das oligoquetas.

Efeitos do herbicida a base de Glifosato na Reprodução de Oligoquetas

Verificamos que o glifosato, a uma concentração de 30 L/ha (grupo UGLY), após 14 dias, levou a um aumento de 192,3 % no número de juvenis e a uma redução de 50% no número de casulos das oligoquetas, quando comparado com o grupo CTRL (Tabela 1). Dessa forma, foi observado um comportamento de inversão, não proporcional, o que torna a forma de inversão muito relevante, uma vez que, provavelmente, houve uma pronunciada alteração no tempo de maturação destes animais. Semelhantemente, Santadino, Coviella e Momo (2014) avaliaram os efeitos agudo e crônico do glifosato (Monsanto, SL, 48 %) em oligoquetas *Eisenia andrei*.

Variável	Grupos		Teste Exato de Fischer
	CTRL	U-GLY	
Casulos	38	16	P<0,0001
Juvenis	13	38	

Tabela 1. Efeitos sobre a produção de casulos e geração de filhotes de oligoquetas expostas ao glifosato (30L/ha) durante 14 dias.

Dados expressos com o número total de casulos e filhotes coletados em cada um dos diferentes tratamentos.

No referido estudo, foram aplicadas duas concentrações diferentes do agroquímico: 6 L/ha (concentração conforme indicação agrônômica para plantas perenes), e 12 L/ha (o dobro da primeira). O número de casulos dos grupos contaminados foi significativamente maior do que nos grupos controle, ao contrário dos nossos resultados. Por outro lado, o que contrapõe novamente nossos achados, a quantidade de animais juvenis encontrados foi relativamente menor nos grupos que continham glifosato, o que, segundo os autores, indicou um efeito negativo do herbicida na viabilidade dos casulos.

Assim, visto que a concentração do agroquímico utilizada em nossos experimentos foi de 30L/ha para avaliar seus efeitos na reprodução das oligoquetas, as diferenças supracitadas podem ser consequência das doses utilizadas, sendo necessária a realização de novos experimentos para dados que abranjam menores concentrações do contaminante. No entanto, fica evidente uma participação importante do agrotóxico na desregulação metabólica destes organismos, os quais sofrem alterações expressivas em sua reprodução e desenvolvimento.

Alterações na taxa reprodutiva são uma das primeiras respostas observadas em condições de estresse para as oligoquetas (SANTADINO, COVIELLA e MOMO, 2014). São relatadas mudanças na eclosão dos casulos, no seu tempo de maturação, no número de juvenis e no seu crescimento (PELOSI *et al.*, 2013). O glifosato também alterou a capacidade reprodutiva de minhocas da espécie *Aporrectodea caliginosa*, reduzindo sua produção de casulos em 39% (GAUPP-BERGHAUSEN *et al.*, 2015). Ademais, não foram encontrados, ao final dos 56 dias de exposição, casulos ou animais juvenis em nenhuma das cinco diferentes concentrações de glifosato aplicadas (1; 10; 100; 500; 1.000 mg / kg), apresentando uma diferença de 20% em relação aos resultados obtidos no grupo controle (CORREIA e MOREIRA, 2010). Em relação aos dados de nosso estudo, o número de casulos foi 50% mais alto no grupo controle, enquanto o número de animais juvenis foi expressivamente maior no grupo UGLY.

Outros contaminantes, tais como Carbaryl e Dieldrin (NEUHAUSER e CALLAHAN, 1990) e o agroquímico 2,4-D (CORREIA e MOREIRA, 2010), também reduzem a produção de casulos de minhocas a eles expostas. Além disso, foi observada uma redução no número de espermatozoides de oligoquetas *Lumbricus terrestris* expostas a quatro pesticidas diferentes: o inseticida Cyren, o fungicida Ridomil, e os herbicidas

Triplen e Mamba, sendo o último à base de glifosato (AHAMED, 2015), indicando danos na reprodução antes mesmo da fertilização.

A partir dos nossos resultados, podemos acreditar fortemente numa possível redução no tempo de maturação e de eclosão dos casulos expostos ao glifosato. Ademais, este nascimento prematuro reflete a presença no meio de indivíduos não aptos ou incapazes de sobreviver. Assim, são necessários estudos que compreendam também a viabilidade destes casulos, bem como, ensaios que demonstrem as vias celulares e metabólicas afetadas, causadoras destas desordens orgânicas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A exposição ao herbicida à base de glifosato afeta a sobrevivência de oligoquetas, tendo efeitos dependentes da dose de aplicação e do período de exposição. As concentrações mais elevadas e tempos mais longos de contaminação resultaram em maior taxa de mortalidade. Ademais, este agroquímico altera a capacidade reprodutiva destes animais, aumentando a geração de filhotes. Pensando que a dosagem de 10 L/ha, utilizada no grupo SGLY, simulou a dose real do herbicida que é aplicada nas lavouras de diversas cultivares, os efeitos observados indicam riscos à fauna edáfica e às características físicas do solo, visto que as minhocas são elementos chave para a manutenção do equilíbrio ambiental. Como perspectiva para futuros estudos, apontamos a necessidade da avaliação dos efeitos deste herbicida a nível celular em oligoquetas, de modo a identificar-se as vias comprometidas pela contaminação. Do mesmo modo, a investigação das implicações do agroquímico para a viabilidade dos casulos após a contaminação com diferentes dosagens e tempos de exposição também faz-se necessária.

5 | AGRADECIMENTOS

À FAPERGS, ao CNPq e ao IFFAR pelo financiamento e infraestrutura, bem como à UNIJUI e UFRGS pelo apoio técnico.

REFERÊNCIAS

AHMED, S. T. **The impact of four pesticides on the earthworm *Lumbricus terrestris* [Annelida:Oligochaeta]**. Zanco Journal of Pure and Applied Sciences. V. 27, Nº 6, 2015.

ANDERSON, J.M.; INGRAM, J.S.I. **Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods**. 2ª Ed. C.A.B Internacional. 1993.

BELENQUER, V. *et al.* **Patterns of presence and concentration of pesticides in fish and waters of the Júcar River [Eastern Spain]**. Journal of Hazardous Materials. V 265, p. 271-279, 2014.

BENBROOK, C. M. **Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally.**

Environmental Science Europe. V. 28, n. 3, 2016.

BUCH, A.C. *et al.* **Toxicity of three pesticides commonly used in Brazil to *Pontosclex corethrurus* (Müller, 1857) and *Eisenia andrei* (Bouché, 1972).** Applied Soil Ecology. V. 69, p. 32-38, 2013.

CATTANI, D. *et al.* **Developmental exposure to glyphosate-based herbicide and depressive-like behavior in adult offspring:** Implication of glutamate excitotoxicity and oxidative stress. Toxicology. V. 387, p. 67-80, 2017.

CHAN, Y. C. *et al.* **Cardiovascular effects of herbicides and formulated adjuvants on isolated rat aorta and heart.** Toxicology in Vitro. V. 21, p. 595-603, 2007.

CONTARDO-JARA, V.; KLINGELMANN, E.; WIEGAND, C. **Bioaccumulation of glyphosate and its formulation Roundup Ultra in *Lumbriculus variegatus* and its effects on biotransformation and antioxidant enzymes.** Environ. Poll, v. 157, p. 57-63, 2009.

CORREIA, F. V; MOREIRA, J. C. **Effects of Glyphosate and 2,4-D on Earthworms (*Eisenia foetida*) in Laboratory Tests.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. V. 85, p. 264-268, 2010.

COSCOLLÀ, C. *et al.* **Occurrence of currently used pesticides in ambient air of Centre Region [France].** Atmospheric Environment. V. 44, Issue 32, p. 3915-3925, 2010.

DOMINGUEZ, J. **State of the art and new perspectives on vermicomposting** Research. In: EDWARDS, C. A. Earthworm ecology. 2. ed. Florida: CRC Press, p. 40-424, 2004.

DOMÍNGUEZ, J.; EDWARDS, C. A. **Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting.** In: Edwards, C. A. et al. [Ed.] Vermiculture technology. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 27-40.

DUKE, S. O. **Perspectives on transgenic, herbicide-resistant crops in the United States almost 20 years after introduction.** Pest Management Science. V. 71, n. 5, p. 652-7, 2014.

EDWARDS, C. A. **Historical overview of vermicomposting.** BioCycle. V. 36, p. 6-56, 1995.

EL-SHENAWY, N. S. **Oxidative stress responses of rats exposed to Roundup and its active ingredient glyphosate.** Environmental Toxicology and Pharmacology. V. 28, p. 379-385, 2009.

FORSYTHE, W. M. **Física de suelos: manual de laboratório.** San José, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1975.

GALLEGOS, C. E. *et al.* **Exposure to a glyphosate-based herbicide during pregnancy and lactation induces neurobehavioral alterations in rat offspring.** NeuroToxicology. V. 53, p. 20-28, 2016.

GAUPP-BERGHAUSEN, M. *et al.* **Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations.** Scientific Reports. V. 5, n. 12886, 2015.

GEORGE, J. *et al.* **Studies on glyphosate-induced carcinogenicity in mouse skin: A proteomic approach.** Journal of Proteomics. V. 73, p. 951-964, 2010.

GILL, R. J.; RAMOS-RODRIGUEZ, O.; RAINE, N. E. **Combined pesticide exposure severely affects individual- and colony-level traits in bees.** Nature. V. 491, p. 105-108, 2012.

GUILHERME, S. *et al.* **DNA damage in fish [*Anguilla anguilla*] exposed to a glyphosate-based**

herbicide – Elucidation of organ-specificity and the role of oxidative stress. Mutation Research/ Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. V. 743, Issues 1-2, p. 1-9, 2012.

HENRY, M. *et al.* **Foraging Success and Survival in Honey Bees.** Science, nº 336 [6079], p. 348-350, 2012.

JABŁOŃSKA-TRYPUC, A. **Pesticides as Inducers of Oxidative Stress.** Reactive Oxygen Species. V. 3, Issue 8, 2017.

LANCTÔT, C. *et al.* **Effects of glyphosate-based herbicides on survival, development, growth and sex ratios of wood frog [*Lithobates sylvaticus*] tadpoles. II: Agriculturally relevant exposures to Roundup® WeatherMax® and Vision® under laboratory conditions.** Aquatic Toxicology. V. 154, p. 291-303, 2014.

LAVELLE, P. *et al.* **Soil invertebrates and ecosystem services.** European Journal of Soil Biology, Jersey: v. 42, n. 1, p. 3-15, 2006.

MASIÁ, A. *et al.* **Screening of currently used pesticides in water, sediments and biota of the Guadalquivir River Basin (Spain).** Journal of Hazardous Materials. V. 263, Issue 1, 15, p. 95-104, 2013.

MAITY, S. *et al.* **Antioxidant responses of the earthworm *Lampito mauritii* exposed to Pb and Zn contaminated soil.** Environmental Pollution. V 151, p. 1-7, 2008.

MORO, A. M. *et al.* **Evaluation of genotoxicity and oxidative damage in painters exposed to low levels of toluene.** Mutation Research. V. 746, p. 42-48, 2012.

NEUHAUSER, F. E.; CALLAHAN, C. A. **Growth and reproduction of the earthworm *Eisenia fetida* exposed to sublethal concentrations of organic chemicals.** Soil Bioi. Biochem. V. 22, Nº 2, p. 175-179, 1990.

OLORUNSOGO, O. O.; BABABUNMI, E. A.; BASSIR, O. **Effect of glyphosate on rat liver mitochondria *in vivo*.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. V. 22(3), p. 357-364, 1979.

Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD). **Earthworm Reproduction Test (*Eisenia fetida*/ *Eisenia Andrei*).** 2004. 18p. (Guideline for the testing of chemicals, Section 2, n. 222).

PEIXOTO, F. **Comparative effects of the Roundup® and glyphosate on mitochondrial oxidative phosphorylation.** Chemosphere. V. 61, p. 1115-1122, 2005.

PELOSI, C. *et al.* **Pesticides and earthworms. A review.** Agron. Sustain. Dev. DOI 10.1007/s13593-013-0151-z. 2013.

ROMERO, D. M.; MOLINA, M. C. R.; JUÁREZ, A. B. **Oxidative stress induced by a commercial glyphosate formulation in a tolerant strain of *Chlorella kessleri*.** Ecotoxicology and Environmental Safety. V. 74, Issue 4, p. 741-747, 2011.

ROY, N. M.; CARNEIRO, B.; OCHS, J. **Glyphosate induces neurotoxicity in zebrafish.** Environmental Toxicology and Pharmacology. V. 42, p. 45-54, 2016.

SALVIO, C. *et al.* **Survival, Reproduction, Avoidance Behavior and Oxidative Stress Biomarkers in the Earthworm *Octolasion cyaneum* Exposed to Glyphosate.** Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. V. 96, p. 314-319, 2016.

SANTADINO, M.; COVIELLA, C.; MOMO, F. **Glyphosate Sublethal Effects on the Population**

Dynamics of the Earthworm *Eisenia fetida* (Savigny, 1826). Water Air Soil Pollution. 225:2207, 2014.

STEFFEN, G. P. K. **Diversidade de minhocas e sua relação com ecossistemas naturais e alterados no Estado do Rio Grande do Sul.** Tese de doutorado. Santa Maria: UFSM, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. 2012.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; ANTONIOLLI, Z. I. **Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos.** Tecno-Lógica. Santa Cruz do Sul: V. 15, n. 1, p. 15-21, 2011.

SUTHAR, S. **Vermicomposting of vegetablemarket solid waste using *Eisenia fetida*:** Impact of bulking material on earthworm growth and decomposition rate. Ecological Engineering. V. 35, p. 914-920. 2009.

