

## II-088 - ENSAIOS INDIRETOS DE TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA TRATADA DE SUINOCULTURA COM SEMENTES DE *Lactuca sativa* L.

**Eudes José Arantes<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Civil, Doutor e Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP), docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Thiago Morais de Castro<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Estadual de Maringá, docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Paulo Agenor Alves Bueno<sup>(3)</sup>**

Biólogo, Doutor e Mestre em Ecologia pela Universidade Federal do Paraná, docente da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Larissa Vareschi Récio<sup>(4)</sup>**

Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, PR

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Via Rosalina Maria dos Santos, 1233 – Zona Urbanizada – Campo Mourão - PR - CEP: 87301-899 - Brasil - Tel: (44) 3518-1433 - e-mail: eudesarantes@utfpr.edu.br

### RESUMO

O efluente resultante do tratamento de água residuária de suinocultura por reator UASB deve ser em tese mais satisfatório que o afluente para descarte. O objetivo deste estudo é avaliar a eficiência do tratamento da água residuária de suinocultura por monitoramento da toxicidade, de forma indireta, usando sementes de *Lactuca sativa* L. Os testes foram feitos utilizando água destilada, para controle, extratos brutos e diluições 1:2, 1:5 e 1:10, do afluente e do efluente. A partir da germinação e do crescimento da raiz do bioindicador, foram calculados dois índices que permitiram verificar a qualidade do tratamento de efluentes suínos. Os resultados obtidos com os testes toxicológicos deste trabalho confirmaram a hipótese proposta de que o efluente do tratamento influencia positivamente na germinação e no crescimento dos organismos analisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fitotoxicidade, Reator UASB, Bioindicador, Efluente, Melhoria da Qualidade.

### INTRODUÇÃO

A produção de carne suína é um setor em destaque no Brasil, principalmente no Sul do país, tanto no âmbito quantitativo, quanto no qualitativo. Apesar da sua posição privilegiada em termos de produção, a suinocultura brasileira ainda não universalizou seus sistemas de tratamento de dejetos, causando impactos ambientais (GARTNER; GAMA, 2005).

Uma solução de baixo custo para o tratamento destes dejetos é a digestão anaeróbica, que tem como vantagem a produção de biogás. O uso de reatores anaeróbicos de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB), ainda que pouco estudado, pode ser uma alternativa para o tratamento de águas residuária de suinocultura com elevadas cargas orgânicas (SANTANA, 2008).

Ensaio toxicológicos possibilitam detectar a toxicidade da água residuária tratada como um todo, mediante o tempo e os efeitos de diferentes concentrações de uma amostra da mesma em organismos-testes (ABES). São bons bioindicadores sobre as condições de um ecossistema frente à presença de impacto ambiental as sementes, já que estas são menos tolerantes ao estresse que plantas adultas.

Avalia-se a eficiência mediante ao processo de inibição da germinação e do crescimento da radícula e da raiz. A presença de anormalidade em raízes é um bom parâmetro para registro de fitotoxicidade, sendo a necrose dos tecidos radiculares um sintoma comumente observado (Pires & Oliveira 2001, Rabêlo et al. 2008).

*Lactuca sativa* L., hortaliça conhecida popularmente como alface, é uma espécie exótica bastante empregada em ensaios de germinação. Por ser facilmente obtida e por oferecer resultados rápidos e fáceis de serem avaliados (GARCIA, 2006), a alface é uma espécie apropriada de bioindicador para testes de toxicidade.

Dentro desse contexto, o objetivo deste trabalho é avaliar a eficiência do tratamento da água residuária de suinocultura por monitoramento da toxicidade usando sementes de *Lactuca sativa* L.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras da água residuária foram obtidas de uma suinocultura presente na cidade de Mamborê, PR. O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), câmpus Campo Mourão, Bloco F, Laboratório de Fluídos (F-006) E Bloco C, Laboratório de Saneamento (C-104).

### Tratamento por Reator UASB

O tratamento foi realizado por um reator anaeróbico de fluxo ascendente e manta de lodo (Upflow Anaerobic Sludge Blanket – UASB) (Figura 1). O reator foi operado com tempo de detenção hidráulica (TDH) de 16h e mantido a temperatura ambiente. Foram coletados para os testes de toxicidade apenas o afluente (entrada) e o efluente (saída) deste tratamento.

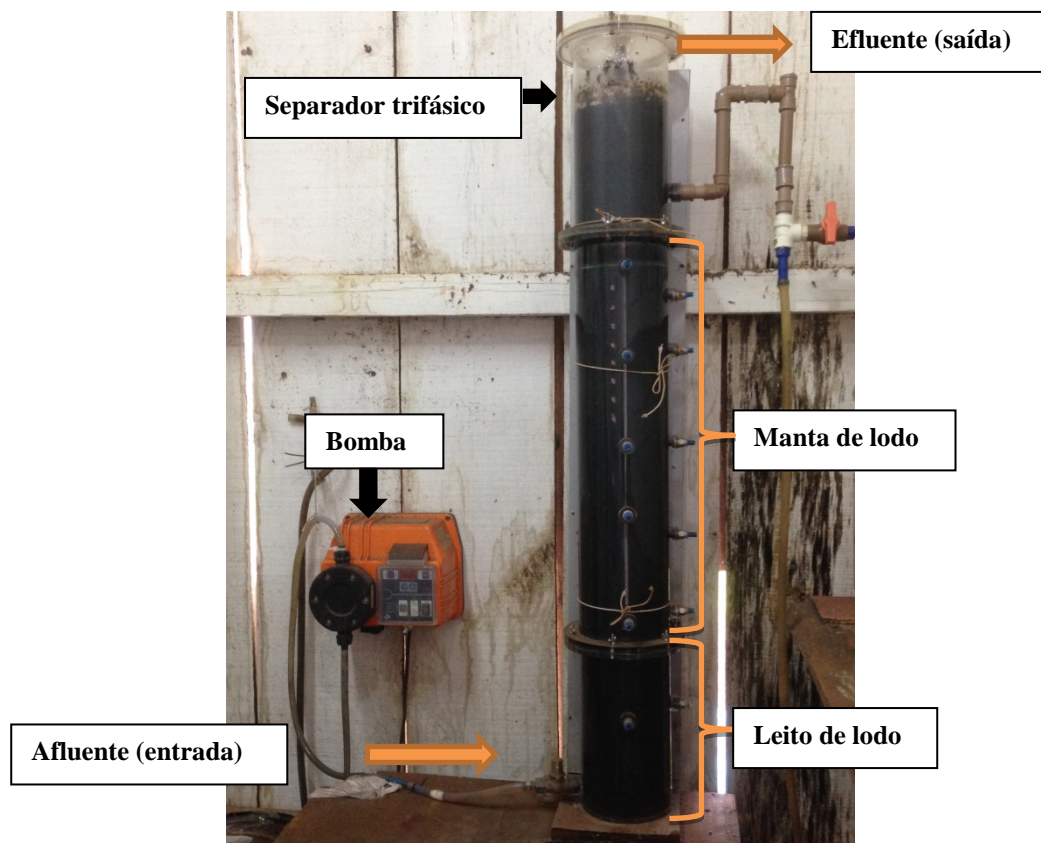


Figura 1: Vista frontal esquematizada do reator UASB de bancada utilizada para o experimento.

## ENSAIOS INDIRETOS DE TOXICIDADE

O ensaio indireto de toxicidade realizado neste trabalho foi adaptando o método de Rodrigues et al. (2013), foram feitas três diluições (1:2, 1:5, 1:10) para cada amostra, de afluente e de efluente, coletada, resultando em um total de 24 diluições, contando as amostras brutas.

Para os testes de toxicidade foram utilizadas 27 placas de Petri de vidro, com 100mm de diâmetro e 15mm de altura, e colocados no interior de cada um deles, dois filtros de papel estéril, totalizando 54 unidades, com 100mm de diâmetro (Figura 2) . Foi adicionado, usando uma pipeta volumétrica, em 3 placas 3,0 ml do extrato bruto do afluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:2) do afluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:5) do afluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:10), em 3 placas 3,0 ml do extrato bruto do efluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:2) do efluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:5) do efluente, em 3 placas 3,0 ml do extrato diluído (1:10) do efluente, e em 3 placas 3,0 ml de água destilada, sem extrato, para contraprova do estudo. Feito isto foi distribuído espaçadamente sobre o filtro de papel de cada placa, com o auxílio de uma pinça, 20 sementes de *Lactuca sativa* L.

Seguindo ainda a metodologia de Rodrigues et al. (2013), o experimento foi mantido em uma câmara de germinação do tipo BDO (incubadora), a uma temperatura de 20°C e foto-período de 12h, por um período de 72h (Figura 2). Durante o processo de germinação, foi adicionada 3,0 ml água destilada no período de 48h.



**Figura 2: Experimento em processo de germinação em incubadora.**

Foi verificado em cada ensaio a germinação, através da observação e anotação do número de sementes germinadas, detectada aparência visível da radícula, em cada placa avaliada após 24h, 48h e 72h; e o comprimento de raízes (CR), após 72h foi realizada a medição do comprimento das plântulas com o uso de um paquímetro (Figura 3).



**Figura 2: Ensaio contendo amostra da diluição 1:10 do efluente de suinocultura após 72h de incubação.**

Ao término das observações, com os dados obtidos durante o processo de germinação e crescimento, foi possível obter os índices de crescimento relativo (ICR) e de germinação (IG), de acordo com os estudos desenvolvidos por Young et al. (2012) (Tabela 1).

**Tabela 1: Equações para determinação dos Índices de Crescimento Relativo (ICR) e de Germinação (IG).**

Índices	Equações	Siglas	Significados
Crescimento Relativo (ICR)	ICR = CRA/CRC	CRA	Comprimento de raízes da amostra
		CRC	Comprimento de raízes no controle com água destilada
Germinação (IG)	IG (%) = ICR x (SGA/SGC) x 100	SGA	Número de sementes germinadas da amostra
		SGC	Número de sementes germinadas no controle com água destilada

Os valores do índice de Crescimento Relativo (ICR) foram avaliados de acordo com os efeitos de toxicidade observados e diferenciados em três categorias: inibição do alongamento (I),  $0 < x < 0,8$ ; sem efeitos significativos (SES),  $0,8 <= x <= 1,2$ ; e estimulação do alongamento (E),  $x > 1,2$ . Onde x é o valor obtido para ICR.

A análise estatística dos dados foi realizada no programa BioEstat através do teste paramétrico de variância ANOVA: fatorial (axb) com replicação, utilizando os índices de crescimento relativo e de germinação. A partir dos valores obtidos de p, foi possível verificar a significância do tratamento da água residuária.

## RESULTADOS

Para obter a toxicidade indireta da água residuária de suinocultura bruta e pós-tratamento foram determinados os números de sementes germinadas durante o processo de incubação no período de 24h, 48h e 72h para os diferentes extratos e diluições, e o comprimento das raízes, em centímetros, de cada amostragem (Tabela 2).

Os resultados obtidos, quando comparados, apresentaram um maior desenvolvimento das sementes expostas aos extratos de tratamento, afluente e efluente, de diluição 1:10, desenvolvimento este maior que na amostragem contendo apenas água destilada.

A tabela 3 apresenta os valores dos índices de Crescimento Relativo (ICR) e de Germinação (IG) para os diferentes testes, obtidos a partir dos cálculos realizados com os resultados mostrados na tabela 2.

Analisando os resultados do índice de Crescimento Relativo (ICR), apenas em duas amostras do extrato de efluente diluído 1:10 e em uma amostra do extrato do afluente diluído 1:10 houve estimulação do alongamento da raiz.

Para o teste estatístico realizado com os índices de Germinação (IG) e de Crescimento Relativo (ICR), não houve interação entre tratamentos e blocos, já que o valor de p foi maior que 0,8 para as duas análises em teste. Com estes resultados, foram gerados os gráficos 5 e 6 de análise descritiva para os índices obtidos, e a tabela 3.

**Tabela 2: Número de sementes *Lactuca sativa* L. germinadas nos períodos de 24h, 48h e 72h em incubadora e comprimento de suas raízes no período de 72h.**

Amostra	Diluição	Série	SG- Número de Sementes Germinadas			CR- Comprimento das Raízes (cm)
			24h	48h	72h	
Afluente	Bruto	1	0	0	0	0
		2	0	0	0	0
		3	0	0	0	0
	1/2	1	0	16	17	0,40
		2	1	18	20	0,77
		3	2	14	15	0,10
	1/5	1	2	20	20	1,07
		2	12	18	20	1,58
		3	16	20	20	1,24
	1/10	1	19	20	20	3,04
		2	20	20	20	2,39
		3	20	20	20	2,61
Efluente	Bruto	1	0	6	16	0,57
		2	1	6	17	0,39
		3	0	0	0	0
	1/2	1	1	11	20	0,67
		2	2	19	20	0,65
		3	10	13	20	0,92
	1/5	1	13	19	19	1,61
		2	16	20	20	1,75
		3	19	20	20	2,08
	1/10	1	18	20	20	2,80
		2	18	20	20	2,84
		3	19	20	20	3,18
Controle	Água Destilada	1	19	19	19	2,23
		2	19	20	20	2,40
		3	19	20	20	2,44

Observando esses valores, analisando a figura 3 para ICR, a figura 4 para IG, e as categorias de efeitos da toxicidade, é notória a eficiência do efluente de diluição 1:10 no desenvolvimento das sementes.

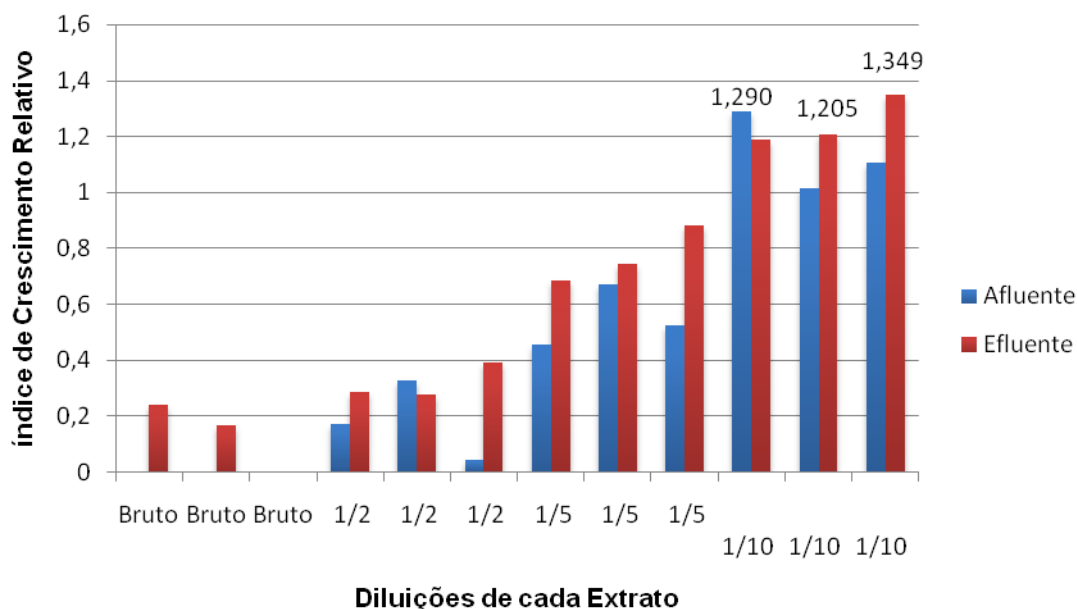
Os ensaios indiretos de toxicidade com sementes de *Lactuca sativa* L. admitem a observação de efeitos positivos na germinação e crescimento relativo das mesmas em água residuária de suinocultura.

O presente estudo apresentou resultados semelhantes aos relatados pelo autor Young (2012) de que quanto maior a concentração do extrato, menor o número de sementes germinadas.

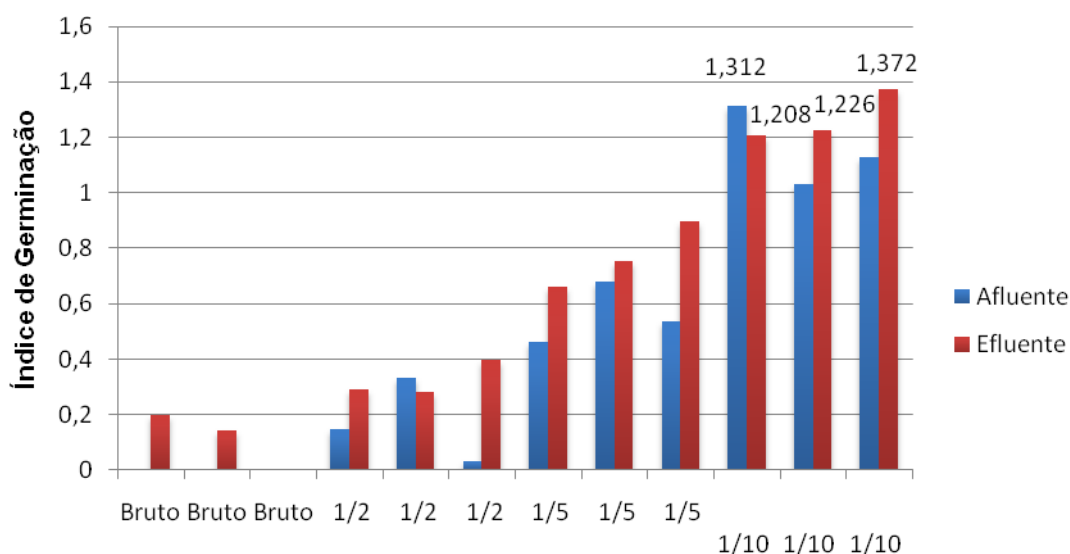
Diferente do que relata Rodrigues (2013) em seu estudo, o presente trabalho não apresentou redução na taxa de germinação. Os organismos em ensaios contendo extrato com maior diluição (1:10) e controle apresentaram porcentagens semelhantes de germinação.

**Tabela 3: Índices de Crescimento Relativo (ICR) e de Germinação (IG) de sementes de *Lactuca sativa* L. para diferentes diluições de afluente e efluente.**

Amostra	Diluição	Série	ICR- Índice de Crescimento Relativo	IG- Índice de Germinação
Afluente	Bruto	1	0	0
		2	0	0
		3	0	0
	1/2	1	0,170	0,147
		2	0,327	0,332
		3	0,042	0,032
	1/5	1	0,454	0,462
		2	0,670	0,682
		3	0,526	0,535
	1/10	1	1,290	1,312
		2	1,014	1,031
		3	1,107	1,126
Efluente	Bruto	1	0,242	0,197
		2	0,165	0,143
		3	0	0
	1/2	1	0,284	0,289
		2	0,276	0,280
		3	0,390	0,397
	1/5	1	0,683	0,660
		2	0,743	0,755
		3	0,883	0,898
	1/10	1	1,188	1,208
		2	1,205	1,226
		3	1,349	1,372



**Figura 3: Índice de Crescimento Relativo (ICR) de sementes de *Lactuca sativa* L. para diferentes diluições de afluente e efluente.**



#### Diluições de cada Extrato

**Figura 4: Índice de Germinação (IG) de sementes de *Lactuca sativa* L. para diferentes diluições de afluente e efluente.**

O teste estatístico realizado com os índices de Germinação (IG) e de Crescimento Relativo (ICR) indicou em ambas as análises, a inexistência de interação entre o afluente e o efluente com os extratos brutos e as diluições (1:2, 1:5 e 1:10).

Divergente aos resultados obtidos por Ribeiro (2012), as radículas das plântulas de alface, em média, não apresentaram necrose e oxidação. O ápice radicular mostrava-se claro e as raízes das sementes em menor concentração de extrato, cresceram como no teste de controle, sem que ocorresse degradação de seus tecidos.

## CONCLUSÕES

O presente estudo confirma eficiência do tratamento da água residuária de suinocultura, ou seja, permite afirmar que o tratamento do afluente é viável e satisfatório para o desenvolvimento de sementes de *Lactuca sativa* L.

Os ensaios indiretos de toxicidade as sementes, avaliando a inibição da germinação e do crescimento da radícula e da raiz, permitiram analisar, parcialmente, a eficácia e a qualidade da água residuária tratada de suinocultura já que os testes com o efluente influenciaram no desenvolvimento dos bioindicadores.

Além disso, o uso do reator UASB surte um efeito positivo em sua qualidade e este monitoramento e tratamento são necessários antes da água residuária ser descartada no ambiente ou usada como correção do solo.

Os resultados encontrados corroboraram no efeito que condição de redução da toxicidade da água residuária de suinocultura após tratamento anaeróbio. Esta redução da toxicidade é essencial para permitir o uso do efluente tratado como fertilização. Isso se justifica, tendo em vista a dificuldade em alcançar os padrões de lançamento, tendo em vista a grande carga da ARS, mesmo após tratamento.

Se estudados e ajustados, tais processos seriam de grande relevância para a humanidade e a padronização do método permitiria sua utilização em aplicações tecnológicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE OLIVEIRA RIBEIRO, L. et al. Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 10, n. 2, p. 220, 2012.
2. GARTNER, I.R.; GAMA, M.L.S. Avaliação multicriterial dos impactos ambientais da suinocultura no Distrito Federal: um estudo de caso. *Organizações Rurais e Agrícolas*, Lavras, v. 7, n. 2, p. 148-161, 2005.
3. HACK, E. C.; SATURNINO, P. M. F. da C.; MEINERZ, C. C.; NACKE, H.; ASSI, L.; GONÇALVES JR, A. C. Geração de resíduos provenientes da suinocultura na região Oeste do Paraná: Um caso de insustentabilidade. *CEP*, v. 85960, p. 000.
4. OLIVEIRA, R. A., et. al. Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura na capacidade de infiltração de um solo podzólico vermelho-amarelo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 4, n. 2, p. 263-267, 2000.
5. PIRES, N. M. & OLIVEIRA, V.R. 2001. Alelopatia. In: OLIVEIRA JR., R.S. & CONSTANTIN, J. (Coord.). *Plantas daninhas e seu manejo*. Guaíba: Ed. Agropecuária. p. 145-185.
6. RABÊLO, G. O., FERREIRA, A. L. S., YAMAGUSHI, M. Q. & VESTENA, S. 2008. Potencial alelopático de *Bidens pilosa* L. na germinação e no desenvolvimento de espécies cultivadas. *Revista Científica da Faminas*, 4(1): 33-43.
7. RODRIGUES, L. C. de A., et. al. Phytotoxicity and cytogenotoxicity of water and sediment of urban stream in bioassay with *Lactuca sativa*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, n. 10, p. 1099-1108, 2013.
8. SANTANA, A. M. de. Avaliação de sistema composto por reatores anaeróbios e aeróbios para tratamento de águas residuárias de suinocultura. 2008. xxiv, 260 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2008.
9. SOARES E BARROS, L. S.; AMARAL, L. A. do; LUCAS JÚNIOR, J. de. Polluent power of pig breeding residual water after utilization of the integrated treatment. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v. 40, p. 126-135, 2003.
10. YOUNG, B.J., et.al. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 76, p. 182-186, fev. 2012.