

## Toxicidade do efluente de açaí em sementes de *Brassica Oleracea*

### *Toxicity of açaí effluent in Brassica Oleracea seeds*

Antônia Vanessa da Silva Coutinho<sup>1</sup>, Antônia Vitória Damasceno da Costa<sup>2</sup>, Marcela Oliveira das Mercês<sup>3</sup>,  
Jucelino da Silva Coutinho<sup>4</sup>, Wanderson Cunha Pereira<sup>5</sup>, Thaisa Pegoraro Comassetto<sup>6</sup>

**RESUMO:** O açaí (*Euterpe oleracea*), fruto nativo da região amazônica, é um dos principais produtos de extração vegetal do Brasil que, nos últimos anos, vem ganhando especial notoriedade, influenciando positivamente o mercado interno e externo. Durante o beneficiamento do fruto, porém, é gerada uma quantidade relevante de efluentes, cuja destinação é incerta e ainda pouco estudada. Testes com sementes, por outro lado, podem ser ferramentas de baixo custo e fácil aplicação para avaliar a toxicidade de efluentes. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do efluente do açaí na germinação e desenvolvimento de sementes de repolho (*Brassica oleracea*). Foram utilizados bioensaios em placa de petri e câmara de germinação durante 120 horas, na completa ausência de luz, a 24 °C, com o efluente bruto, ou 100%, e diluído nas concentrações de 25%, 50% e 75%, além do tratamento controle com água destilada. O efluente diluído em 25% apresentou resultados positivos para a germinação das sementes e crescimento das radículas. Contudo, a análise de regressão indicou uma relação linear inversa e a toxicidade aumentou à medida que o efluente de açaí se apresentou mais concentrado. Esse resultado pode estar relacionado com a salinidade do efluente e indica a necessidade dos pequenos produtores de açaí em realizar o tratamento do efluente antes do descarte final ou reúso.

**Palavras-chave:** Bioensaio. Germinação. Repolho. Reúso.

**ABSTRACT:** The açaí (*Euterpe oleracea*), a native fruit of the Amazon region, is one of the main plant extraction products in Brazil. In recent years, it has gained special relevance and has influenced the home and foreign market. During fruit processing, however, a relevant amount of effluents is produced, whose destination is uncertain and scarcely studied. Further, seed testing may be low cost and easily applied to evaluate effluent toxicity. Current analysis evaluates the effect of açaí effluent on germination and development of cabbage seeds (*Brassica oleracea*). Bioassays were performed in petri dish and in a germination chamber for 120 hours, in the complete absence of light, at 24°C, with the crude effluent (100%) diluted at concentrations of 25%, 50% and 75%, coupled to control treatment with distilled water. The diluted effluent in 25% showed positive results for seed germination and radicular growth. However, regression analysis indicated an inverse linear relationship. Toxicity increased as açaí effluent was more concentrated. This result may be related to the salinity of the effluent and indicates the need of small acai producers to treat adequately the effluent before final disposal or reuse.

**Keywords:** Bio-assay. Cabbage. Germination. Reuse.

---

#### Autor correspondente:

Thaisa Pegoraro Comassetto: [thaisapegoraro@gmail.com](mailto:thaisapegoraro@gmail.com)

Recebido em: 27/03/2020

Aceito em: 10/10/2020

---

## INTRODUÇÃO

Dentre as mais de 3.000 espécies de palmeiras existentes no mundo, 41 gêneros e 290 espécies estão presentes no território brasileiro, das quais a maior parte é nativa da Amazônia. Essa biodiversidade contribui para

<sup>1</sup> Discente do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capitão Poço (PA), Brasil.

<sup>2</sup> Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Campus Capitão Poço (PA), Brasil.

<sup>3</sup> Graduada em Ciências Biológicas e Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia aplicada à agropecuária (PPGBAA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém (PA), Brasil.

<sup>4</sup> Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural da Amazônia e Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Botânica Tropical, Museu Emilio Goeldi, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém (PA), Brasil.

<sup>5</sup> Mestre em Estatística pelo Programa de Pós-Graduação em Matemática e Estatística (PPGME) da UFPA, Campus Belém; Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental (PPBA) da UFPA, Campus Bragança, Pará, Brasil.

<sup>6</sup> Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Docente dos cursos de Ciências Biológicas e Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Capitão Poço (PA), Brasil.

o fortalecimento socioeconômico e cultural do país, especialmente da região Norte (OLIVEIRA; RIOS, 2014), com destaque para a espécie *Euterpe oleracea* Mart., conhecida como açazeiro. O açai pertence à família *Arecaceae*; é uma monocotiledônea com frutos lenhosos do tipo drupa, com apenas uma semente, globosas, não uniformes (OLIVEIRA *et al.*, 2002; SODRÉ, 2005).

O açai é um dos principais produtos de extração vegetal do Brasil e, além de gerar emprego e renda das diversas classes sociais, integra a dieta diária e faz parte dos hábitos culturais dos povos nativos amazônicos (SOUZA; BAHIA, 2010; GORDON *et al.*, 2012). O fruto do açai possui alto percentual calórico, elevado teor de lipídios e componentes nutricionais, devido ao seu potencial mineral e protéico (NOGUEIRA *et al.*, 2005). Dadas as suas propriedades antioxidantes, seu alto teor energético e a presença de gorduras insaturadas na composição, houve um aumento vertiginoso na produção do fruto a partir da década de 90 no Brasil e a cadeia de produção foi impulsionada por uma demanda crescente, tanto no mercado nacional como internacional (CONAB, 2019; GORDON *et al.*, 2012). A produção nacional de açai, em 2018, foi superior a 220 mil toneladas; a região Norte foi responsável por mais de 204 mil toneladas, enquanto o Pará contribuiu com 67% dessa produção (IBGE, 2018). No município de Capitão Poço, Nordeste do Estado do Pará, a produção de açai foi de aproximadamente 38 toneladas em 2018, o que demonstra um acréscimo representativo se comparado à produção do ano de 2000, que foi de 19 toneladas (IBGE, 2018).

Apesar da importância econômica no contexto nacional, o processo de beneficiamento do açai gera um volume relevante de efluentes provenientes do uso da água para o amolecimento do fruto e o processamento da polpa (XAVIER *et al.*, 2006; SCHWOB, 2012). Esses efluentes possuem alto teor de poluentes, por apresentar demanda bioquímica de oxigênio (DBO) entre 45 a 90 mg L<sup>-1</sup>, fósforo total de 11 a 20 mg L<sup>-1</sup> e nitrogênio amoniacal de 11 a 14 mg L<sup>-1</sup>, dependendo da etapa do processamento em que o efluente é caracterizado (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Apesar de ser teores abaixo dos apresentados pelo esgoto sanitário, o tratamento, antes do descarte final em corpos d'água, deve ser indicado. Na Região Metropolitana de Belém, capital do Estado do Pará, por exemplo, foi verificado que os centros de venda de açai estão distribuídos em vários locais da cidade (FEIO, 2014; PESSOA; TEIXEIRA, 2012), os quais produzem uma quantidade de águas residuárias com características ainda pouco conhecidas. Estima-se que no município de Belém seja produzido por volume médio de 485.900 L de efluente de açai, segundo a avaliação a partir dos 85 pontos realizada por Feio (2014), o que equivale a 5 L de efluente para cada litro de açai produzido. Acredita-se que o conjunto de batedores de Belém seja equivalente a uma agroindústria, em termos de capacidade de produção de polpa, com o diferencial de que os batedores espalhados não se responsabilizam pelo resíduo que produzem, onerando o ambiente, a prefeitura e o contribuinte (PESSOA; TEIXEIRA, 2012).

A fim de se avaliar o impacto do lançamento dos efluentes no ambiente, testes de toxicidade vêm sendo empregados como uma ferramenta em ascensão, os quais avaliam os efeitos provocados por agentes poluidores de origem natural ou antropogênica sobre sistemas biológicos ou organismos vivos (ARRAES; LONGHIN, 2012; CAMPAGNA-FERNANDES *et al.*, 2016; GOETZE; THOMÉ, 2004). As exigências para o monitoramento de efluentes com o uso de ensaios de toxicidade, atualmente, seguem as diretrizes da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), n° 430 de 2011, que dispõe sobre condições, parâmetros e diretrizes para o lançamento de efluentes em corpos d'água (BRASIL, 2011). Essa resolução deve ser aplicada sobretudo nos Estados que não possuem regulamentação própria (ARENZON *et al.*, 2011). O Estado do Rio Grande do Sul estabeleceu um manual de toxicidade de efluentes industriais (ARENZON *et al.*, 2011). São Paulo, juntamente com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), vem realizando testes com organismos aquáticos a nível estadual e nacional, auxiliando os órgãos públicos e privados no monitoramento ambiental (CESAR *et al.*, 1997). O Estado de Santa Catarina, por meio da Portaria FATMA n° 017/02, adotou critérios ecotoxicológicos para os efluentes industriais que são despejados no ambiente (SANTA CATARINA, 2002), assim como o Paraná, por meio da Portaria IAP n° 19, de 10 de fevereiro de 2006 (PARANÁ, 2006).

Um exemplo de teste que vem sendo empregado para avaliar a toxicidade de uma substância e/ou mistura são os bioensaios com vegetais (COSTA *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2019). Bolonhesi e Lopes (2018), por exemplo, realizaram testes com cebola (*Allium cepa*) e sementes de alface (*Lactuca sativa*) para avaliar o grau de toxicidade do efluente bruto e diluído da indústria moveleira, após tratamento em reator anaeróbio em batelada (ASBR) seguido de tratamento aeróbio em batelada sequencial (SBR). O efluente sem diluição e na diluição de 1:6 inibiram a germinação de sementes de alface em 100%. Por outro lado, as diluições de 1:10 e 1:8 inibiram a germinação em 44% e 63%, respectivamente. No estudo de Goetze e Thomé (2004), realizado com a espécie *Brassica oleracea var. capitata cv. Kenzan*, foram testados os efeitos na germinação de extratos lixiviados e solubilizados das folhas de fumo (*Nicotina tabacum*) e de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Em todas as dosagens analisadas ocorreu redução no desenvolvimento e inibição da germinação das sementes, porém, não ocorreram diferenças significativas, ao nível de 5% de probabilidade, entre os diferentes extratos. O uso de sementes, de um modo geral, é recomendado em testes de toxicidade de efluentes, solos ou sedimentos, por ser rápido, de baixo custo e fácil aplicação, além de haver disponibilidade de material (sementes) durante o ano todo. Outra vantagem é que também há a possibilidade de utilizar esses testes para avaliar a toxicidade aguda e/ou crônica, em condições de laboratório e/ou campo (ARRAES; LONGHIN, 2012).

Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo avaliar a toxicidade do efluente de açaí bruto e diluído em diferentes proporções, por meio de testes com semente de repolho (*Brassica oleracea*).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do estudo, utilizou-se de efluente de açaí produzido por um estabelecimento no município de Capitão Poço, região Nordeste do Estado do Pará. O fruto de açaí é oriundo de uma pequena vila próxima ao município, cuja produção diária média é de 140 L dia<sup>-1</sup>. Para a extração da polpa, a metodologia utilizada foi a mesma descrita por Malcher (2011), em que o fruto é lavado com água quente para amolecer o caroço e obter o produto final, que é a polpa.

O efluente foi coletado e armazenado em frasco de polietileno a 4 °C até a análise e realização do experimento. A caracterização do efluente foi realizada analisando-se os parâmetros temperatura, pH, condutividade elétrica (CE), fósforo total (P<sub>total</sub>), sólidos totais (ST), sólidos fixos (SF) e voláteis (SV). As análises seguiram as metodologias descritas no Quadro 1.

**Quadro 1.** Parâmetros, metodologias e equipamentos utilizados para caracterização do efluente de açaí utilizado no bioensaio com *Brassica oleracea*

Parâmetro	Metodologia	Equipamento
CE	Potenciométrico (APHA, 2005)	caneta TDS&EC
Temperatura	Potenciométrico (APHA, 2005)	oxímetro MO910 Instrutherm
pH	Potenciométrico (APHA, 2005)	pHmetro PH1700 Instrutherm
ST, SV, SF	Gravimétrico (SABESP, 1999)	estufa e mufla
P <sub>total</sub>	Colorimétrico - 4500PB5 e 4500PE (APHA, 2005)	espectrofotômetro UV-vis, marca Genesys 10s e auto-clave

CE: Condutividade elétrica; ST: Sólidos Totais; SV: Sólidos Voláteis; SF: Sólidos Fixos; P<sub>total</sub>: fósforo total.

Para o bioensaio de toxicidade foram utilizadas sementes de repolho (*Brassica oleracea*), adquiridas comercialmente, com 98% de germinação conforme definição do fabricante. O delineamento utilizado foi o

inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Utilizaram-se de placas de *petri*, onde foram acondicionadas oito sementes, totalizando 160 unidades experimentais. Os tratamentos utilizados foram (água: efluente): 100% água destilada (1:0); 25% efluente de açai diluído em água destilada (3:1); 50% efluente de açai (1:1); 75% efluente de açai (1:3) e 100% de efluente de açai ou efluente bruto (0:1). O ensaio foi realizado seguindo metodologia adaptada descrita por Andrade *et al.* (2010) e Bolonhesi e Lopes (2018). Na base de cada placa de *petri* foi ajustado papel filtro qualitativo e adicionadas as sementes de *B. oleracea* igualmente espaçadas. Acrescentou-se 2 mL da solução de cada tratamento em cada uma das placas de *petri*, as quais foram incubadas em câmara de germinação durante 120 horas, na completa ausência de luz, à temperatura de 24 °C ( $\pm 2$  °C). Após o término da incubação, foi observada a ocorrência de germinação e, nos casos positivos, foi medido o tamanho da radícula (mm), com o auxílio de paquímetro digital. O ensaio realizado pode ser considerado como um teste de toxicidade aguda, pois foi-se utilizado de uma dose única, em um curto período de tempo e analisados os efeitos letal (inibição da germinação) e sub-letal (inibição do desenvolvimento da radícula) nas sementes. A germinação e o crescimento da radícula nas condições de 100% água destilada foram utilizados como parâmetro controle e, a partir deste tratamento, foram definidas a taxa de germinação relativa (TG), a taxa relativa de crescimento da radícula (TR) e o índice de germinação (IG), utilizando as Equações 1, 2 e 3, respectivamente (PALACIO *et al.*, 2012; BOLHONHESI; LOPES, 2018).

$$TG (\%) = \frac{\text{Germinação da amostra}}{\text{Germinação no controle}} \times 100 \quad (1)$$

$$TR (\%) = \frac{\text{Crescimento da radícula da amostra}}{\text{Crescimento da radícula no controle}} \times 100 \quad (2)$$

$$IG (\%) = \frac{TGR \times TRR}{100} \quad (3)$$

As variáveis tamanho da radícula, TG, TR e IG foram submetidas aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) ( $p \geq 0,05$ ) e homocedasticidade (Bartlett) ( $p \geq 0,05$ ) no *software* R. Quando os dados disponíveis afastaram-se da distribuição normal, ou seja, não atenderam a hipótese de normalidade, estas foram submetidas à transformação Box-Cox, conduzindo as variáveis, não somente à normalização, mas também à estabilidade da variância. Posteriormente, procedeu-se com análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey, a 5% ( $p \leq 0,05$ ) de probabilidade para identificar quais pares de médias, dos tratamentos envolvidos, diferem entre si. Os dados também foram submetidos à regressão polinomial e, para auxiliar na escolha do modelo, foi considerada a significância dos coeficientes da equação de regressão ajustada pelo teste “t” de Student, bem como os valores do coeficiente de determinação (associado a cada modelo). O teste de Tukey e a análise de regressão foram realizados no programa AgroEstat 1.0 (BARBOSA; MALDOMAR, 2010).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas do efluente de açai utilizado no bioensaio estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química do efluente do açai utilizado no bioensaio

pH	T	CE	P <sub>total</sub>	ST	SF	SV
H <sub>2</sub> O	°C	d <sup>Sm</sup> -1	mg L <sup>-1</sup>	----- g L <sup>-1</sup> -----		
5,0	25,7	0,232	4,57	2,71	1,04	1,67

T: temperatura; CE: Condutividade elétrica; P<sub>total</sub>: fósforo total; ST: Sólidos Totais; SF: Sólidos Fixos; SV: Sólidos Voláteis.

As sementes de *B. aleracea* apresentaram potencial germinativo em todos os tratamentos. Na Tabela 2 estão apresentados os resultados obtidos pelo teste de Tukey (a 5% de probabilidade), para variáveis tamanho da radícula, TG, TR e IG.

**Tabela 2.** Comparação de média ( $\pm$  desvio padrão) para o tamanho da radícula, TG, IG e TR em sementes de *B. oleracea* após aplicação do efluente do açai

Tratamento	Radícula (mm)	TG (%)	TR (%)	IG (%)
100% H <sub>2</sub> O (1:0)	16,02 $\pm$ 2,7 a	100,0 $\pm$ 0,0a	100 $\pm$ 0,0ab	100 $\pm$ 0,0ab
25% efluente (3:1)	18,97 $\pm$ 6,3a	107,1 $\pm$ 7,1 a	118,4 $\pm$ 39,5 <sup>a</sup>	125,6 $\pm$ 38,0a
50% efluente (1:1)	13,93 $\pm$ 1,4a	103,6 $\pm$ 6,2 a	86,9 $\pm$ 8,8ab	90,4 $\pm$ 13,6ab
75% efluente (1:3)	11,94 $\pm$ 2,9a	107,1 $\pm$ 7,1 a	74,5 $\pm$ 17,9ab	80,3 $\pm$ 22,7ab
100% efluente (0:1)	10,43 $\pm$ 0,3 a	96,4 $\pm$ 6,2a	65,1 $\pm$ 1,7b	62,7 $\pm$ 3,4b
C.V.	27,5	6,7	25,7	26,1
p-valor	0,055	0,177	0,037	0,025

TG: Taxa de Germinação Relativa; TR: Taxa de Crescimento Relativo da Raiz; IG: Índice de Germinação. Média seguida por letras diferentes na coluna diferem significativamente entre si.

Os valores de TG, TR e IG para os tratamentos de 25, 50 e 75% de efluente apresentaram-se superiores a 100%, uma vez que a germinação e o crescimento da radícula nas condições de 100% água destilada foram utilizados como parâmetro controle (Equações 1, 2 e 3). Para as variáveis tamanho da radícula (mm) e TG (%), não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já para as variáveis TR e IG, houve diferença estatística entre si para os tratamentos 25% e 100%.

O tratamento de 25% efluente apresentou uma TR e um IG de 18% e 25% superiores ao tratamento controle, respectivamente. Se comparado ao tratamento com efluente bruto (100%), esse aumento foi de 81% e 100%, para TR e IG, respectivamente. Esses efeitos podem ser explicados pela presença de material orgânico, macro e micronutrientes diluídos em 25% no efluente, o qual apresentou-se benéfico para as sementes. A presença de fósforo também pode ter sido fundamental para o aumento das variáveis TR e IG no tratamento 25% efluente, uma vez que se trata de um nutriente essencial para o crescimento vegetal, cuja falta nas fases iniciais pode comprometer o desenvolvimento de forma irreparável (GRANT *et al.*, 2001).

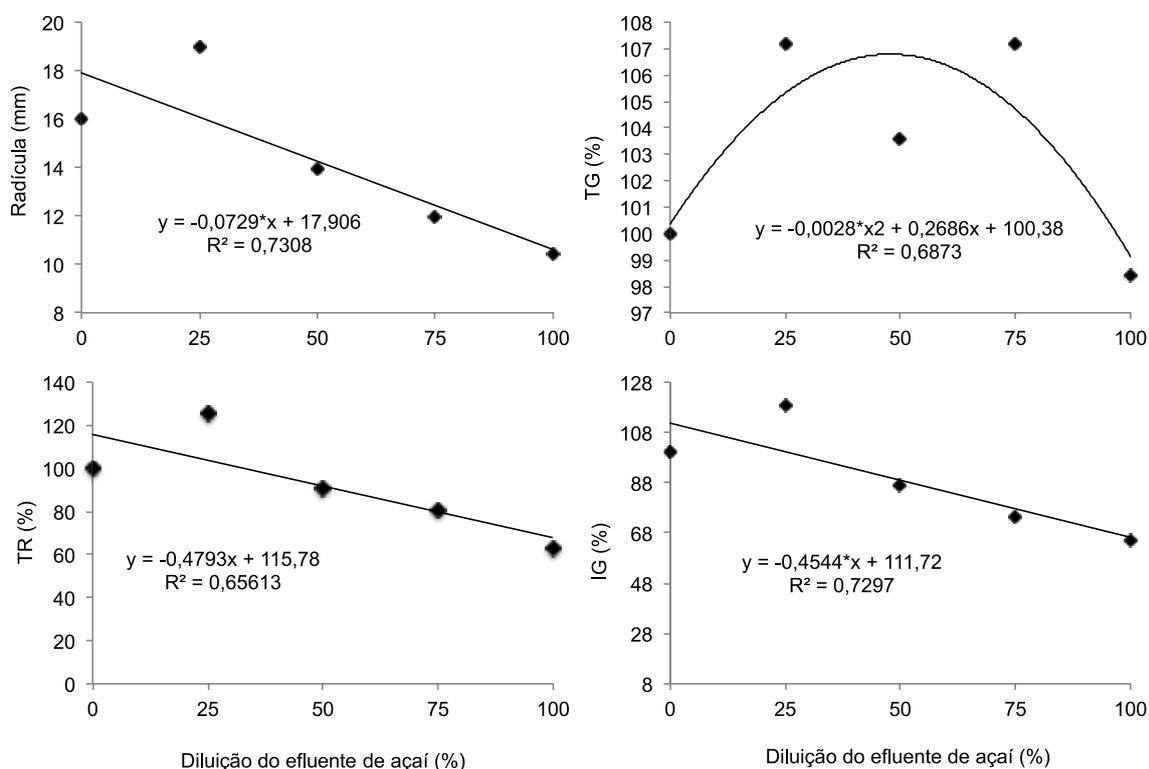
Sugere-se que, na diluição de 25%, o efluente possa ser reutilizado como água de irrigação na agricultura, havendo necessidade de mais testes para verificar o efeito em outras culturas, no solo e sobre organismos não alvos. Porém, essa é uma técnica que deve ser monitorada e estudada, uma vez que apenas o aumento da concentração de

sais já é suficiente para apresentar toxicidade em algum nível trófico, inclusive em sementes (ARENZON *et al.*, 2011; YOUNG *et al.*, 2012).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2, é possível verificar que o tratamento utilizando 100% de efluente causou efeito inibitório de 54% e 59% nas variáveis TR e IG, respectivamente, se comparadas ao tratamento controle. A caracterização físico-química (Tabela 1) revelou um efluente bruto mais ácido do que o próprio esgoto doméstico (FEIO *et al.*, 2014), com alta concentração de material sólido, representada pelos valores de SF e SV, e alto valor mineralógico, representado pelos valores de SF e  $P_{total}$ . A caracterização apresentada no presente estudo corrobora os valores encontrados por outros autores (FEIO *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

A toxicidade em *B. oleraceae* nos tratamentos utilizando efluente diluído em 50% e 75% e 100% de efluente bruto pode estar relacionada com a acidez e a salinidade do efluente de açai (YOUNG *et al.*, 2012). Por outro lado, estudos de Cavalcante e Perez (1996) não constataram que os níveis de pH próximos a 5 interferiram significativamente na germinação em papel filtro da espécie *Leucaena leucocephala (Lam) de Wit*. Já a salinidade, representada pelo parâmetro CE, vem sendo apontada como inibidora da germinação e/ou alongamento da raiz em sementes de alface por Young *et al.* (2012), Rodrigues *et al.* (2013) e Spiassi *et al.* (2015).

Por meio da análise de regressão (Figura 1), é possível observar que houve uma relação funcional linear e significativa para as variáveis crescimento da radícula e IG e relação funcional quadrática e significativa para a variável TG.



\*Significativo a 5% ( $p < 0,05$ ) de probabilidade pelo teste "t" de Student.

**Figura 1.** Regressões lineares para as variáveis crescimento da radícula (mm) e IG (%) e regressão quadrática para a variável TG (%) de *B.oleracea* em função do efluente de açai utilizado nos bioensaios

A Figura 1 fornece evidências de uma relação inversamente proporcional entre a diluição do efluente e as variáveis IG, radícula (mm) e TR, de modo que quanto mais concentrado o efluente, menor foi a germinação e o desenvolvimento das sementes, provavelmente, devido à redução na concentração de sais nos tratamentos mais diluídos. Houve uma diminuição de 0,73 mm no tamanho da raiz de *B.oleracea* para cada aumento de 10% da diluição do

efluente. Observou-se a mesma resposta para as variáveis TR e IG. As equações indicaram que houve uma diminuição de 4,8 e 4,5% de TR e IG, respectivamente, a cada 10% do aumento da diluição de efluente de açaí utilizado. Já a regressão quadrática para TR aponta que a partir da proporção de 48% de efluente e 52% de água ocorre uma redução no TR. Para essa proporção também se encontra o TR máximo do experimento, que foi de 106,8%. Dessa forma, a análise de regressão confirma os efeitos de toxicidade do efluente de açaí para *B. oleracea*.

Na literatura consultada não foram encontrados trabalhos relacionando a toxicidade de sementes com o efluente de açaí. Entretanto, os resultados obtidos no presente estudo são similares aos reportados por outros autores utilizando diferentes tipos de águas residuárias e efluentes brutos. Estudos indicam que a salinidade não só afeta a germinação das sementes, como também reduz o crescimento subsequente das mudas. Bazai e Achakzai (2006), Bolonhesi e Lopres (2018), Spiassi *et al.* (2015) e Franco *et al.* (2017) também observaram que quanto maior é a concentração e/ou a salinidade do efluente, menor é a porcentagem de germinação e/ou desenvolvimento das sementes. Spiassi *et al.* (2013), estudando efluentes bovinos e ovinos diluídos, com CE entre 0,32 e 1,79 dS m<sup>-1</sup>, verificaram que a salinidade foi tóxica para sementes de alface, mas não apresentou toxicidade para sementes de milho, indicando inclusive efeitos positivos para o crescimento das raízes. A toxicidade causada pela salinidade pode estar atribuída à concentração de minerais e íons cloreto, o que leva à dificuldade de absorção de água pela planta, dada a alta pressão osmótica do meio (BAZAI; ACHAKZAI, 2006; FRANCO *et al.*, 2017), além de prejudicar a permeabilidade de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Ca<sup>+2</sup> (RODRIGUES *et al.*, 2013).

Vale ressaltar o alto potencial poluidor do efluente de açaí, o qual pode resultar no aumento da DBO e na eutrofização de ecossistemas aquáticos. A eutrofização é um problema recorrente em ambientes lênticos no Brasil, devido ao acúmulo de fósforo e nitrogênio. Nesse sentido, o desenvolvimento e a aplicação de técnicas de tratamento previamente ao seu descarte em corpos d'água são indispensáveis e merecem destaque. Além disso, os custos ambiental e operacional do tratamento para os batedores de açaí poderiam ser reduzidos se fossem encontradas aplicações para esses efluentes, tal como o reúso do efluente na agricultura, após a redução da toxicidade (YOUNG *et al.*, 2012).

Dada a boa *performance*, os resultados rápidos e reproduzíveis, as sementes de *B. oleracea* podem ser utilizadas como um modelo para bioensaios de toxicidade de efluentes. Sugere-se, porém, que experimentos futuros sejam realizados a fim de confirmar os resultados obtidos neste estudo, principalmente comparando análises com efluente de açaí bruto e tratado a partir de diferentes tecnologias e processos, utilizando espécies *in vivo* e análises a nível citogenético.

#### 4 CONCLUSÕES

O efluente de açaí influenciou negativamente na germinação e no crescimento da raiz em sementes de repolho, provavelmente devido à salinidade. Quanto mais concentrado o efluente, menor foi a germinação e o desenvolvimento das sementes, exceto na diluição com 25% de efluente (T2). Os resultados deste estudo indicam que o efluente de açaí deve ser tratado antes da disposição em corpos d'água ou quando do reúso na agricultura.

#### REFERÊNCIAS

ANDRADE JR, V. T.; ANDRADE JR, B. G.; COSTA JR, B. R.; PEREIRA, O. A.; DEZOTTI, M. Toxicity assessment of oil field produced water treated by evaporative processes to produce water to irrigation. **Water Science and Technology**, v. 62, n. 3, p. 693-700, 2010.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21<sup>st</sup> ed. Washington: American Public Health Association, 2005.

ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER, W. **Manual sobre toxicidade em efluentes industriais**. Porto Alegre: CESPE/SENAI de Artes Gráficas Henrique D'ávila Bertaso, 2011.

ARRAES, A. I. O. M.; LONGHIN, S. R. Otimização de ensaio de toxicidade utilizando o bioindicador *Allium cepa* como organismo teste. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, p. 1958-72, 2012.

BARBOSA, J. C.; MALDOMAR, J. W. **AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. Jaboticabal: Departamento de Ciências Exatas, UNESP, 2010.

BAZAI, Z. A.; ACHAKZAI, A. K. K. Effect of wastewater from Quetta city on the germination and seedling growth of lettuce (*Lactuca sativa L.*). **Journal of Applied Sciences**, v. 6, n. 2, p. 380-282, 2006.

BOLONHESI, I. B. T. M.; LOPES, D. D. Analysis of toxicity from the effluent generated in a furniture industry spray booth using the species *Lactuca sativa* and *Allium cepa*. **Ambiente & Água**, v. 13, n. 6, p. 1-9, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Diário Oficial da União**, nº 92, p. 89. Brasília, 16 maio. 2011.

CAMPAGNA-FERNANDES, A. F.; MARIN, E. B.; PENHA, T. H. F. L. Application of root growth endpoint in toxicity tests with lettuce (*Lactuca sativa*). **Ecotoxicology and Environmental Contamination**, v. 11, n. 1, p. 27-32, 2016.

CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZE, S. C. J. G. A. Efeitos da escarificação química, luz e pH na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala Lam. (De Wit)*. **Revista Ceres**, v. 43, n. 248, p. 370-318, 1996.

CESAR, A.; SILVA, S. L. R.; SANTOS, A. R. **Testes de toxicidade aquática no controle da poluição**. 4. ed. v. 1. Santos: Universidade Santa Cecília - UNISANTA, 1997.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Açaí (fruto)**. Análise Mensal. Maio de 2019. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-acai>. Acesso em: 29 ago. 2020.

COSTA, C. R.; OLIVI, P.; BOTTA, C. M. R.; ESPINDOLA, E. L. G. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, 2008.

FEIO, V. F.; GIRARD, L.; MENDONÇA, N. Problemática da geração de efluentes oriundos do processamento de açaí na região metropolitana de Belém-PA. **Revista Monografias Ambientais - REMOA**, v. 14, n. 3, p. 335-3340, 2014.

FRANCO, H. A.; MARTINS, G. M. O.; MUSSEL, Y. L.; MORENO, S. C.; THODE FILHO, S.; MARQUES, M. R. C. Ecotoxicidade de lixiviado de aterro sanitário na germinação de sementes de alface (*Lactuca sativa L.*) e pepino (*Cucumis sativus L.*). **Revista de Estudos Ambientais (Online)**, v. 19, n. 1, p. 36-43, 2017.

GOETZE, M.; THOME, G. C. H. Efeito alelopático de extratos de *Nicotiana tabacum* e *Eucalyptus grandis* sobre a germinação de três espécies de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 1, p. 43-50, 2004.

GORDON, A.; CRUZ, A. P.; CABRAL, L. M.; FREITAS, S. C.; TAXI, C. M.; DONANGELO, C. M.; ANDRADE MATTIETTO, R.; FRIEDRICH, M.; MATA, V. M.; MARX, F. Chemical characterization and evaluation of antioxidant properties of Açaí fruits (*Euterpe oleraceae* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

- GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Potafos: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. Informações Agrônomicas, n. 95, 2001.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura: PEVS 2018**. 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>. Acesso em: 12 ago. 2020.
- MALCHER, E. S. L. T. **Influência da sazonalidade sobre a composição química e atividade antioxidante do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. 2011. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2011.
- NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIREDO, F. J. C.; MULLER, A. A. **Açaí**. Base de dados Embrapa Amazônia Oriental. Belém: 2005. (Sistemas de Produção, 4). 137p.
- OLIVEIRA, I. F.; GUTIERREZ, L. A. C. L.; COUTINHO, E.; BARBOSA, A. J. S. **Análise dos resíduos gerados do processo de despolpamento de açaí em Belém-PA**. In: ZUFFO, A. M. *et al.* Ciências Ambientais e o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia 3. Ponta Grossa: Atena, 2018.
- OLIVEIRA, M. S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. L. O.; MÜLER, C. H. **Cultivo do Açaizeiro para Produção de Frutos**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém, 2002. (Circular técnica nº 26).
- OLIVEIRA, M.; RIOS, S. A. Potencial econômico de algumas palmeiras nativas da Amazônia. In: ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS, 4., 2014, Belém. **Anais [...]**. Belém: UFRA, 2014.
- PALACIO, S. M.; NOGUEIRA, D. A.; MANENTI, D. R.; MODENES, A. N.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; BORBA, F. H. Estudo da toxicidade de efluente têxtil tratado por foto-fenton artificial utilizando as espécies *Lactuca sativa* e *Artemia salina*. **Engevista**, v. 14, n. 2, p. 127-134, 2012.
- PARANÁ (Estado). Portaria nº 019, de 10 fevereiro de 2006. Secretaria de Estado do Meio Ambiente de Recursos Hídricos. Instituto Ambiental do Paraná. **Diário Oficial do Estado**, p. 7, 24 jan. 2006.
- PESSOA, J. D. C.; TEIXEIRA, G. H. A. (ed.). **Tecnologias para inovação nas cadeias *Euterpe***. Brasília: Embrapa, 2012.
- RODRIGUES, L. C. A.; BARBOSA, S.; PAZIN, M.; MASSELLI, B. S.; BEIJO, L. A.; KUMMROW, F. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade de água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com a *Lacuta sativa*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1099-1108, 2013.
- SABESP. Norma Técnica Interna. Revisão 1 - NTS 013. **Sólido: Método de Ensaio**. São Paulo, 1999.
- SANTA CATARINA (Estado). Portaria nº 017/02, de 14 de abril de 2002. Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina - FATMA. **Diário Oficial de Santa Catarina**, 23 abr. 2002.
- SCHWOB, A. C. Processando o açaí com qualidade. In: PESSOA, J. D. C.; TEIXEIRA, G. H. A. (ed.). **Tecnologias para inovação nas cadeias *Euterpe***. Brasília: Embrapa, 2012.
- SODRÉ, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico**. 2005. Monografia (Especialização em Plantas Ornamentais e Paisagismo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.
- SOUZA, D. S. S.; RAMOS, A. B.; DIAS, A. B.; PORTELA, A. L. R.; VILLA, F. B.; GODOY, G. B.; CRISTIANO, G. A.; GODOI, I. R. G.; MONTEIRO, J. O. F.; GABRIEL, L.; VOLPE, M. C.; NEVES, V. D. D.; SEBASTIANI, R.; PELEGRINI, R. T.

Estudo de Toxicidade da Uréia na Germinação de Rabanete e Couve. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 13, n. 3, p. 262-270, 2019.

SOUZA, J. E. O.; BAHIA, P. Q. Gestão logística da cadeia de suprimentos do açaí em Belém do Pará: uma análise das práticas utilizadas na empresa Point do açaí. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, Rio de Janeiro, 7., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Faculdades Dom Bosco, 2010. p. 6.

SPIASSI, A.; SANTOS, F. T.; NOBREGA, L. H. P.; CESTONARO, T.; COSTA, M. S. S. M. Toxicity of biofertilizers on seeds of lettuce and maize. **Científica**, v. 43, n. 2, p. 156-164, 2015.

XAVIER, D.; SOUZA, R. C. R.; SEYE, O.; BACELLAR, A. A.; SANTOS, E. C. S. E.; FREITAS, K. T.; RODRIGUES, M.; MORAIS, M. R.; GUIMARAES, E. L. O beneficiamento do açaí no projeto modelo de negócio de energia elétrica em comunidades isoladas na Amazônia - NERAM. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6, 2006, Campinas. **Anais eletrônicos [...]**. Disponível em: [http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=MS-C000000022006000200014&lng=pt&nrm=abn](http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MS-C000000022006000200014&lng=pt&nrm=abn). Acesso em: 27 mar. 2020.

YOUNG, B. J.; RIERA, N. I.; BEILY, M. E.; BRES, P. A.; CRESPO, D. C.; RONCO, A. R. Toxicity of the effluent from an anaerobic bioreactor treating cereal residues on *Lactuca sativa*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 76, p. 182-186, 2012.