972 - ANÁLISE DO DESEMPENHO DE SEMENTES DE *BRASSICA OLERACEA* E *LACTUCA SATIVA* NA DETERMINAÇÃO DA FITOTOXICIDADE DO CÓRREGO CHAMAGUNGA, PORTO SEGURO - BA

Pedro Henrique da Silva Oliveira[(1)]
Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).
Elisângela Maria da Silva[(2)]
Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), mestre e doutora em Engenharia Civil e Ambiental (UFCG). Possui especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Integrada de Patos (FIP) e técnico em Agropecuária pela Universidade Estadual da Paraíba (UEPB). Docente do Centro de Formação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).
Andresa Oliva[(3)]
Geóloga pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), mestre, doutora e pós-doutora em Geociências e Meio Ambiente (UNESP). Docente do Centro de Formação em Ciências Ambientais da Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).
Ageu do Ouro Santos[(4)]
Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Sul da Bahia (UFSB).
Allison Gonçalves da Silva[(5)]
Licenciado em Química pela Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), mestre em Regulação da Indústria de Energia pela Universidade Salvador (UNIFACS) e doutor em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente do Instituto Federal da Bahia (IFBA) e do Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologias Ambientais (IFBA/UFSB).

Endereço[(1)]**:** Rua da Mata, 401 – Frei Calixto - Porto Seguro - Bahia - 45810-000 - Brasil - Tel: +55 (73) 98249-1643 - e-mail: pedro.oliveira@gfe.ufsb.edu.br

RESUMO

Os recursos hídricos superficiais exercem um papel fundamental na formação dos centros urbanos, contudo as atividades antrópicas no entorno intensificam sua degradação. Em virtude disso, a gestão desses recursos exige um monitoramento eficiente, prático e econômico. Assim, os testes de fitotoxicidade, apresentam-se como uma alternativa viável a complementar os dados físico-químicos estabelecidos pela resolução do CONAMA nº 357/2005. Logo, o presente estudo teve como objetivo analisar o desempenho de sementes de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa* na determinação da fitotoxicidade do Córrego Chamagunga. Os ensaios físico-químicos foram obtidos por meio de sonda multiparâmetro para obtenção dos valores de pH, temperatura, condutividade elétrica e salinidade, enquanto as concentrações de nitrito, nitrato e fósforo total, foram determinados conforme metodologia descrita pela APHA (1998; 2012). Para a realização dos ensaios fitotoxicológicos, adicionaram aproximadamente 10 ml da amostra em placas de Petri, preparadas em triplicatas, contendo duas camadas de papel filtro e dez sementes selecionadas, assim, foram incubadas por 120 horas a uma temperatura de 20±2 ºC, sob ausência de luz. Ao fim do período, realizou-se a contagem de sementes germinadas e a medição do comprimento das radículas, que permitiram a realização dos cálculos de Germinação Relativa das Sementes (GRS), o Crescimento Relativo das Radículas (CRR) e o Índice de Germinação (IG). A análise estatística foi efetuada por meio do teste de *Kruskal–Wallis*, e pós-teste de *Dunn*, devido a não normalidade dos dados. Os resultados indicaram que os parâmetros físico-químicos estavam dentro dos limites definidos pela CONAMA nº 357/2005, à exceção do fósforo total. Também foi observado que a condutividade elétrica apresentou valores superiores aos comumente registrados em corpos de água naturais. Os testes de fitotoxicidade apresentaram IG acima de 80%, o que indica a ausência de toxicidade da água do córrego no período avaliado. Contudo, observou-se que tanto as espécies de repolho quanto as de alface indicaram sensibilidade à concentração de fósforo total e condutividade elétrica, fatores que possivelmente tenham influenciado na sua germinação e no crescimento radicular, respectivamente. Em síntese, compreende-se que o aumento de pontos amostrais e coleta em períodos distintos do ano podem proporcionar uma análise mais abrangente, agregada a um volume maior de parâmetros físico-químicos, permitindo compreender de maneira mais detalhada os efeitos da água do Córrego Chamagunga sobre as sementes de Brassica oleracea e Lactuca sativa.

PALAVRAS-CHAVE: Ecotoxicidade, organismos-testes, testes de fitotoxicidade, bioindicadores.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água constitui como um dos principais fatores determinantes para o desenvolvimento dos assentamentos populacionais, e sua consequente urbanização. Contudo, o aumento populacional, juntamente com o planejamento urbano inadequado ou sua ausência, aliado à falta de orientações sobre a sua utilização consciente, tem levado à degradação dos corpos hídricos e a perda das propriedades bióticas e abióticas (Pereira Júnior *et al.*, 2022).

Dessa forma, em meio ao crescimento demográfico e ao desenvolvimento tecnológico, os impactos ambientais resultantes das ações antrópicas nos corpos hídricos se tornaram cada vez mais diversos, como a contaminação/poluição decorrente do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem o tratamento adequado, alteração do fluxo fluvial e o despejo de substâncias químicas tóxicas no meio aquático (Karr, 1991).

Destaca-se que, no caso das águas superficiais, as fontes de poluição podem ser classificadas em pontuais, que têm origem concentrada e identificável, a exemplo de tubulações de esgoto, e difusas, as quais ocorrem de forma dispersa e intermitente, geralmente associadas ao escoamento superficial e à precipitação (Amorim, 2024). Essa diferença na dinâmica dos poluentes antropogênicos exige abordagens diferenciadas, que se mostram necessárias para a gestão eficiente dos recursos hídricos. Diante disso, a avaliação desses impactos por meio de diferentes métodos, que variam em escala e demanda de recursos, contribui para uma análise mais abrangente e detalhada da qualidade da água superficial. Nesse sentido, é importante que os estudos realizados em cursos d'água abranjam parâmetros complementares àqueles determinados por normas regulatórias, incluindo, por exemplo, os testes ecotoxicológicos.

O estudo da toxicidade dos corpos hídricos pode ser realizado com base na análise físico-química e por meio de ensaios ecotoxicológicos com organismos aquáticos, a exemplo dos microcrustáceos de água doce Ghosh *et al.* (2017). No entanto, a utilização desses organismos é complexa e exige elevado investimento em infraestrutura física de laboratórios e de recursos humanos especializados. Sendo assim, os testes de fitotoxicidade podem surgir como alternativa de simular o comportamento de compostos tóxicos em um determinado ambiente. Esses testes identificam de maneira simples, rápida e de baixo custo, o efeito das substâncias tóxicas sobre a germinação e o crescimento das raízes de plântulas, indicando sua influência no desenvolvimento destas (Marcos Filho, 1986; Morel; Guillemain, 2004).

Nas últimas décadas, os bioensaios têm sido empregados para complementar a avaliação da toxicidade de diferentes origens, a exemplo da toxicidade de lixiviados de aterros sanitários (Baderna; Caloni; Benfenati, 2019), efluentes clínicos (Arsand *et al.*, 2022), esgoto doméstico (Ferreira Júnior; Santos; Gomes, 2024), corpos hídricos e sedimentos (Rodrigues *et al.*, 2013; Costa *et al.*, 2024). Em geral, segundo *Ghosh et al.* (2017), os principais organismos-teste utilizados são bactérias, microcrustáceos e peixes, no entanto, o número de estudos que utilizam sementes para a avaliação da toxicidade em corpos hídricos vem crescendo nos últimos anos, um vez que sua acessibilidade contorna empecilhos relacionados à disponibilidade de recursos, manejo e aplicação.

Estudos desenvolvidos por Costa *et al.* (2024), em amostras de água de diferentes corpos hídricos, localizados no semiárido brasileiro, demonstraram que em períodos de estiagem, pelo menos um dos três corpos hídricos avaliados apresentou características fitotóxicas, inferindo que os corpos de águas recebem efluentes domésticos e/ou industriais sem tratamento prévio adequado, representando uma fonte significativa de toxicidade para organismos terrestres e bentônicos.

Desse modo, deve-se haver um controle criterioso no tratamento e no lançamento dos efluentes em corpos receptores os quais devem ser fiscalizados pelos órgãos ambientais competentes, objetivando a mitigação dos impactos ambientais negativos ao meio ambiente e à saúde pública. No Brasil, o instrumento legal que estabelece o controle da poluição dos corpos de águas é dado pela Resolução do CONAMA nº 357 (Brasil, 2005), que estabelece os critérios de qualidade dos corpos hídricos, e pela Resolução do CONAMA nº 430 (Brasil, 2011), que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes e indica os ensaios ecotoxicológicos como uma ferramenta de avaliação e controle do impacto que esses efluentes podem vir a causar no meio ambiente.

O Córrego Chamagunga situado no município de Porto Seguro - BA vem sofrendo em decorrência de ações antropogênicas devido a alta concentração de novos empreendimentos na região. Esse processo é decorrente de uma urbanização acelerada, impulsionada pela especulação imobiliária, a qual tem provocado um crescimento desordenado do território e comprometido diretamente este corpo hídrico. Entre os principais impactos,

destacam-se: o aterramento do leito, construções nas margens, canalizações e presença de tubulações com origem não identificada. Assim, esse cenário contribui para a degradação da qualidade da água, tornando o seu monitoramento imprescindível para a gestão e implementação de medidas mitigatórias.

OBJETIVOS

Analisar o desempenho de sementes de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa* na determinação de fitotoxidade do Córrego Chamagunga, localizado no município de Porto Seguro - BA.

METODOLOGIA UTILIZADA

ÁREA DE ESTUDO E COLETA DAS AMOSTRAS

O estudo foi desenvolvido em uma porção do Córrego Chamagunga, localizado no município de Porto Seguro-BA (Figura 1). As amostras de água foram coletadas em um ponto pré-estabelecido, identificado por sua proximidade com uma alta concentração de empreendimentos do setor hoteleiro às margens do corpo hídrico. A coleta foi realizada às 11 horas da manhã do dia 26 de novembro de 2024. Este mês é caracterizado como período chuvoso no município (OLIVEIRA *et al.*, 2024).

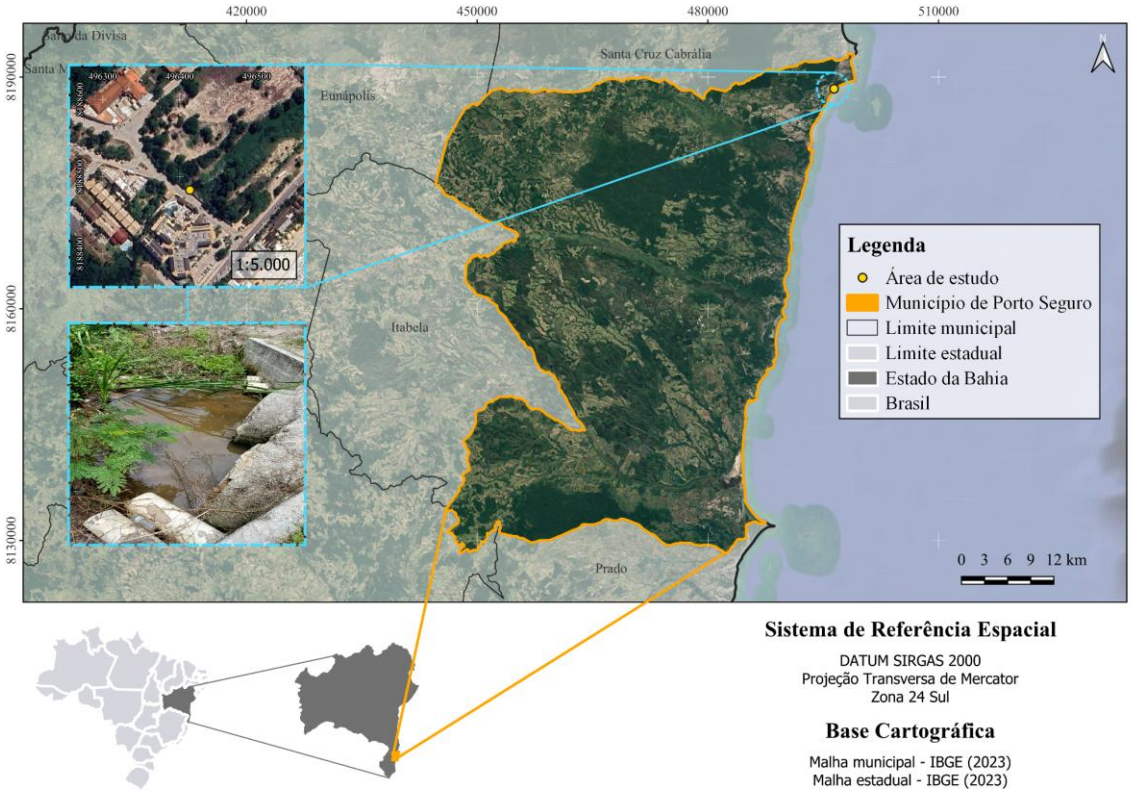

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.
Fonte: Autores (2025).

A coleta, o acondicionamento, a preservação e o transporte das amostras se deram conforme as orientações do Manual da CETESB (2011) e, em seguida, encaminhados ao Laboratório de Química III.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Os parâmetros físico-químicos utilizados para a caracterização da amostra estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de caracterização da amostra.

Parâmetros	Unidade	Método
pH	--	Sonda multiparâmetro
Temperatura	ºC	Sonda multiparâmetro
Salinidade	PSU	Sonda multiparâmetro
CE	$\mu S \cdot cm^{-1}$	Sonda multiparâmetro
$NO2^-$	$mg \cdot L^{-1}$	APHA (2012)
$NO3^-$	$mg \cdot L^{-1}$	APHA (2012)
PT	$mg \cdot L^{-1}$	APHA (1998)

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico; CE – condutividade elétrica; $NO2^-$ – nitrito; $NO3^-$ – nitrato; PT – fósforo total; PSU - *Practical Salinity Units*.

REALIZAÇÃO DOS BIOENSAIOS

A realização dos bioensaios foi baseada na Germinação Relativa da Semente (GRS) e no Crescimento Relativo da Radícula (CRR) e no Índice de Germinação (IG). Para isso, utilizaram-se sementes de repolho (Brassica oleracea) e alface (Lactuca sativa). A metodologia para a realização dos testes foi conforme Melo (2003), adaptado de Tíquia, Tan e Hodgkiss (1996) e Colombo *et al.* (2019).

Para a condução dos testes de fitotoxicidade, foram distribuídas 10 sementes de B. oleracea e L. sativa em placas de Petri (9,5 cm de diâmetro), utilizando como base duas camadas de papel de filtro qualitativo (porosidade 110 mm) umedecidas com 10 mL da amostra de água do Córrego Chamagunga. Os testes foram realizados em triplicata e o grupo controle foi composto de 10 mL de água ultrapura. As placas de petri foram seladas com plástico filme transparente para que ao longo do teste se mantivessem úmidas e, em seguida, incubadas com ausência de luz, em incubadora tipo B.O.D, por um período de 120h (5 dias) e à temperatura de 20±2 ºC (Figura 2).

Figura 2: Esquema ilustrativo do ensaio de fitotoxicidade.
Fonte: Adaptado de Silva (2022).

Ao término do período de incubação, foram realizadas a contagem das sementes germinadas e a medição do comprimento das raízes utilizando régua graduada. Para critério de leitura, as sementes com crescimento igual ou superior a 0,5 cm foram consideradas germinadas, registrando-se tanto a ocorrência da germinação quanto a extensão das raízes. A partir desses dados, foram calculados a Germinação Relativa das Sementes (GRS), o Crescimento Relativo das Radículas (CRR) e o Índice de Germinação (IG), por meio das Equações 1, 2 e 3, respectivamente (Pinho *et al.*, 2017; Colombo *et al.*, 2019):

$$GRS\ (\%) = \frac{NSGA}{NSGC} \times 100 \qquad \text{Equação (1)}$$

$$CRR\ (\%) = \frac{MCRA}{MCRC} \times 100$$ Equação (2)

$$IG\ (\%) = \frac{GRS \times CRR}{100}$$ Equação (3)

Onde:

NSGA: Número de Sementes Germinadas na Amostra;
NSGC: Número de Sementes Germinadas no Controle;
MCRA: Média do Comprimento da Radícula na Amostra (cm);
MCRC: Média do Comprimento da Radícula no Controle (cm).

O IG foi utilizado para classificar qualitativamente o grau de fitotoxicidade da amostra de água do córrego, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Classificação qualitativa do grau de fitotoxicidade.

IG (%)	Grau de fitotoxicidade
>100	O material potencializa a germinação e o crescimento da raíz
80-100	Não fitotóxico
60-80	Moderadamente fitotóxico
30-60	Fitotóxico
<30	Muito fitotóxico

Legenda: IG – Índice de Germinação.
Fonte: Adaptado de Belo (2011).

As variedades de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa* utilizadas para o estudo foram identificadas conforme a Tabela 3.

Tabela 3: Classificação das variedades das espécies de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*.

Espécies	Sigla	Lote	Validade
Repolho Coração de Boi Gigante	R1	10902230001010	abr/26
Repolho Chato do Quintal	R2	10902230001010	mar/26
Repolho Roxo	R3	11302230001010	jul/26
Alface Condessa	A1	107002130018020	maio/26
Alface Mônica	A2	3102110000010	abr/26
Alface Grandes Lagos	A3	14002110000030	maio/26
Alface Cinderela	A4	77302110000030	jun/26
Alface Giovana	A5	94300210000010	jul/26
Alface Veneranda	A6	83002110000080	maio/26

Para a validação dos resultados, o critério de aceitabilidade foi o da obtenção de germinação ≥ 65% e o do Coeficiente de Variação (CV) menor que 30% no controle (tratada com água ultrapura). Sobrero e Ronco (2004) pontuam que os dados possuem boa homogeneidade quando estão próximos a 30%.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foram realizados testes de *Shapiro-Wilk* e *Bartlett*, respectivamente, para verificar a normalidade dos resíduos e a homogeneidade da variância dos dados amostrais dos comprimentos radiculares das espécies de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*. Como essas premissas da análise de variância (ANOVA), não foram atendidas pelos testes, realizou-se teste de *Kruskal-Wallis* e pós-teste de *Dunn*, considerando um nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Segundo Gomes (2011), o emprego de testes não paramétricos vem se tornando habitual como uma alternativa ao não atendimento das premissas de normalidade e da homogeneidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A Tabela 4 mostra os resultados dos parâmetros físico-químicos obtidos na área de estudo, em comparação com os limites máximos estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005 para copos de água doce classe II.

Tabela 4: Parâmetros físico-químicos do ponto amostral.

Parâmetros	Valor observado	VMP*
pH	6,90	6,0-9,0
Temperatura (ºC)	29	--
Condutividade Elétrica ($\mu S \cdot cm^{-1}$)	392	--
Nitrito ($mg \cdot L^{-1}$)	0,04	1,0
Nitrato ($mg \cdot L^{-1}$)	0,24	10,0
Fósforo Total ($mg \cdot L^{-1}$)	3,50	1,0

Legenda: pH – potencial hidrogeniônico; VMP* - Valor Máximo Permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Identificou-se que o pH, a temperatura, a condutividade elétrica, o nitrito e o nitrato da amostra de água superficial do Córrego Chamagunga estiveram dentro dos limites estabelecidos pela CONAMA nº 357/2005, com exceção do fósforo total. O excesso de fósforo total pode estar relacionado a fatores como lançamento de efluentes domésticos e industriais, que apresentam concentração significativa de detergentes fosfatados e material orgânico de origem fecal, além de favorecer substancialmente para a eutrofização dos corpos hídricos superficiais (Oliveira *et al.*, 2017; Klein; Agne, 2012).

Conforme observa-se na Tabela 4, a condutividade elétrica foi de 392 $\mu S \cdot cm^{-1}$. A CE está diretamente associada à quantidade de íons dissolvidos no meio, podendo indicar salinidade excessiva e resultar em toxicidade para as plantas (Rodrigues *et al.*, 2013; Von Sperling, 1996). Em condições naturais, espera-se que as águas naturais apresentem condutividade elétrica entre 10 a 100 $\mu S \cdot cm^{-1}$, podendo atingir até 1000 $\mu S \cdot cm^{-1}$ quando afetadas pela poluição de esgotos domésticos ou industriais (Brasil, 2006). Dessa forma, a CE observada no ponto de coleta, apresentou valores acima do padrão usual para cursos fluviais, sugere a presença de fontes de lançamento de efluentes no corpo receptor. Esse cenário pode estar estreitamente vinculado à presença de tubulações não pertencentes às estruturas formais de canalização às quais o córrego foi submetido. Portanto, apesar da CE não ser um parâmetro de qualidade estabelecido pela CONAMA nº 357/2005 para o monitoramento da qualidade da água, trata-se de um indicador relevante no processo de gestão dos recursos hídricos.

ANÁLISE DE FITOTOXICIDADE

A Figura 3 ilustra o grau de toxicidade das amostras obtidas por meio das variedades de sementes de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*.

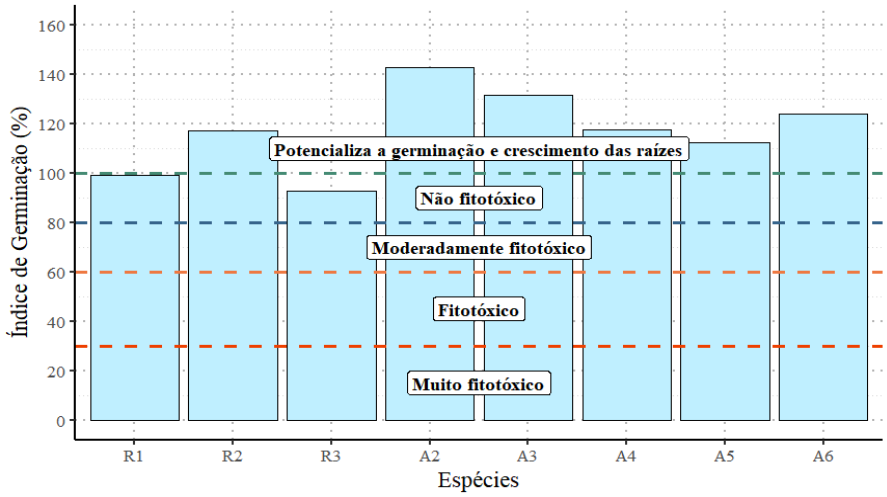

Figura 3: Classificação fitotóxica das sementes de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*.
Fonte: Autores (2025).

Com base nos dados apresentados, observou-se que os valores de IG para todas as espécies testadas foram superiores a 80%, situando-se dentro da faixa considerada não fitotóxica e favorável à germinação e ao crescimento das raízes. Isso evidencia que, em nenhuma das espécies avaliadas, o índice de germinação apresentou características de fitotoxicidade no período analisado. De maneira semelhante ao estudo conduzido por Kohatsu *et al.* (2018) em águas superficiais da Represa Billings, no Estado de São Paulo, em que foi identificado a ausência de fitotoxicidade em três dos quatro pontos de coleta avaliados, com exceção de um ponto que apresentou características de moderada fitotoxicidade.

De forma geral, observa-se que as sementes de alface (A2, A3, A4, A5 e A6) apresentaram IG superiores aos observados nas sementes de repolho (R1, R2 e R3). Isso ocorreu, segundo Chang *et al.* (1992) e Silva *et al.* (2015), devido às sementes de repolho serem mais sensíveis e menores em comparação a outras espécies, a exemplo da alface e do tomate. Sendo assim, possuem pequenas quantidades de reservas internas de alimentos, necessitando rapidamente de fontes externas de nutrientes.

Importante destacar que a variedade de A1, não foi considerada para os cálculos de IG por não estar dentro dos critérios de aceitabilidade do teste de fitotoxicidade (germinação das sementes superior a 65% e CV maior que 30% no controle).

Na Figura 4, verifica-se os valores de GRS e CRR obtidos nos testes de fitotoxicidade das espécies de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*.

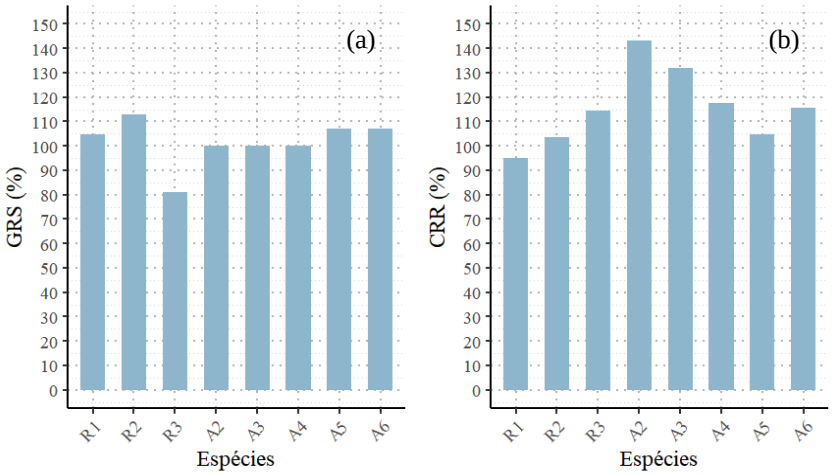

Figura 4: Ensaios de fitotoxicidade; (a) Germinação Relativa das Sementes; (b) Crescimento Relativo das Radículas de *Brassica oleracea* e *Lactuca sativa*.
Fonte: Autores (2025).

Por meio da Figura 4 (a), observa-se que as espécies de repolho (R1 e R2) e alface (A2, A3, A4, A5 e A6) apresentaram germinação relativa das sementes semelhantes, com valores próximos a 100%, à exceção da variedade R3. Esse comportamento pode indicar uma possível influência do valor de CE na redução da germinação relativa dessa variedade, de forma semelhante ao que Silva *et al.* (2016) propôs na análise do desempenho metabólico de sementes e plântulas de alface expostas ao extrato de *Conyza bonariensis*.

Por outro lado, na Figura 4 (b), constata-se que as espécies de *Brassica oleracea* apresentaram, em sua maioria, um crescimento relativo das radículas menores quando comparadas com as de *Lactuca Sativa*. Diante disso, sugere-se que as variedades A2 e A3, em particular, apresentaram maior sensibilidade à elevada quantidade de fósforo total presente na amostra de água.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir do teste de *Kruskal Wallis* e da análise apresentada na Figura 5, foi identificada uma diferença significativa no comprimento das radículas entre as espécies R1 (Repolho Coração de Boi Gigante) e R2 (Repolho Chato do Quintal). Esse resultado sugere que a variedade R2 demonstrou um desempenho radicular

superior em relação a R1, possivelmente favorecido pela concentração de fósforo total presente na amostra de água coletada.

Outro ponto relevante é que a variedade R3 não apresentou diferença estatisticamente significativa em relação às espécies R1 e R2. Esse comportamento pode estar associado à maior dispersão de dados, evidenciada pelo intervalo interquartil mais amplo, bem como à menor quantidade de sementes germinadas, o que pode ter influenciado substancialmente na consistência dos resultados.

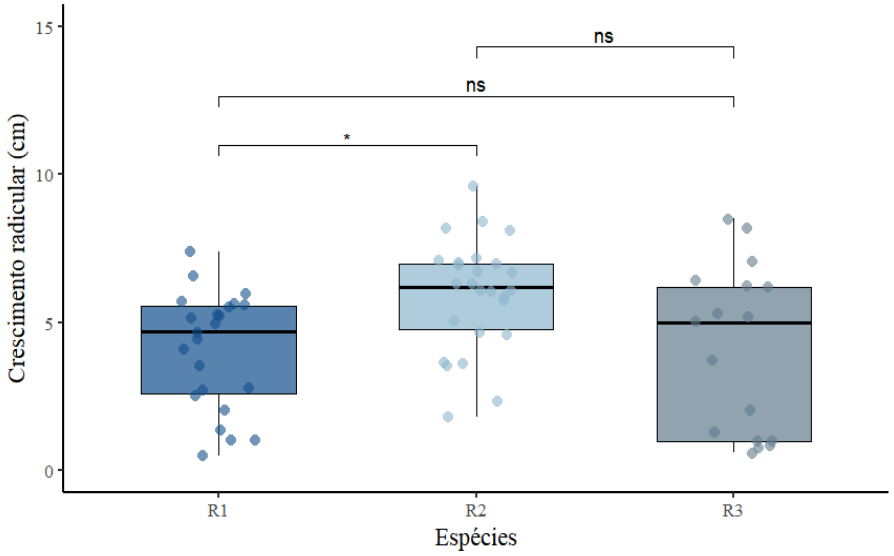

Figura 5: Comparação do comprimento da radicular entre as espécies de *Brassica oleracea através do teste de Kruskal Wallis* e pós-teste de *Dunn*.
Legenda: * - significativo (p < 0,05); ns - não significativo (p > 0,05).
Fonte: Autores (2025).

Em relação às espécies de *Lactuca sativa*, observou-se que, de modo geral, apresentaram crescimento radicular semelhantes, com exceção das variedades A2 e A3, que se mostraram estatisticamente diferentes, conforme indicado pelo teste de *Kruskal Wallis* (Figura 6). De maneira abrangente, infere-se que as espécies de alface não apresentaram respostas contrastantes diante da exposição à amostra de água superficial analisada.

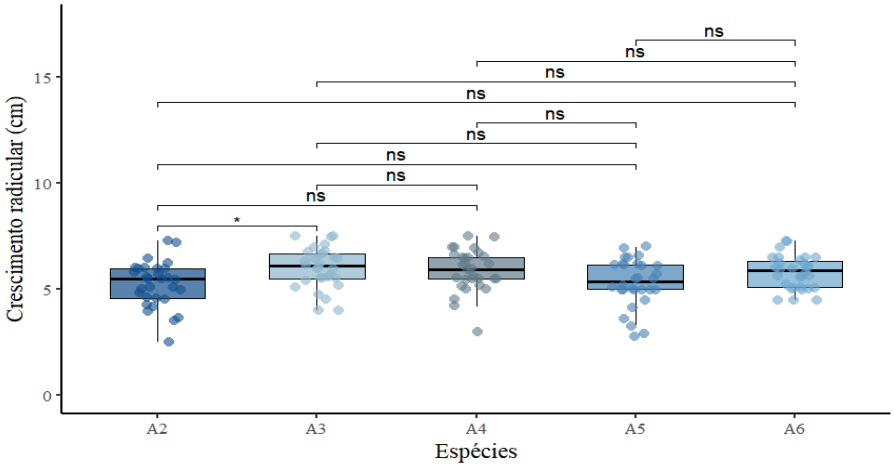

Figura 6: Comparação do comprimento radicular entre as espécies de *Lactuca sativa através do teste de Kruskal Wallis* e pós-teste de *Dunn*.
Legenda: * - significativo (p < 0,05); ns - não significativo (p > 0,05).
Fonte: Autores (2025).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados apresentados, conclui-se:

- O fósforo total apresentou-se acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357, apontando possível presença de lançamentos de efluentes. De maneira similar, a condutividade elétrica obtida também sugere a presença de influência antropogênica sobre o recurso hídrico superficial.
- No período analisado, os índices de germinação não apresentaram alterações significativas nas espécies avaliadas, de modo a indicar efeito fitotóxico da amostra de água do córrego urbano;
- Os maiores índices de germinação em sementes de *Lactuca sativa*, em comparação às das *Brassica oleracea*, indicam uma maior sensibilidade das sementes de repolho;
- A condutividade elétrica, possivelmente, foi um dos fatores que influenciou negativamente na germinação da espécie R3;
- Entre as espécies estudadas, o maior desenvolvimento radicular das variedades A2 e A3, possivelmente, se deve à maior eficiência fisiológica na absorção e assimilação do fósforo disponível no meio.

Assim, diante das conclusões supracitadas, recomenda-se:

- Ampliar a coleta de dados em diferentes pontos distribuídos ao longo do córrego, preferencialmente em períodos distintos do ano, a fim de compreender melhor a influência da sazonalidade nas respostas observadas;
- Incluir a análise de um número maior de parâmetros físico-químicos da água do córrego urbano, possibilitando a realização de correlações estatísticas mais aprofundadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20. ed. New York: APHA, 1998.
AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22. ed. Washington: APHA, 2012.
AMORIM, A. T. Poluição dos recursos hídricos e políticas para proteção dos recursos hídricos. *Geopauta*, v. 8, p. e14962-e14962, 2024.
ARSAND, D.; ANTUNES, M. H.; MARTINS, G. A.; GERBER, M. D.; CÔRREA, E. K. Avaliação do potencial fitotóxico, citotóxico e genotóxico de efluente hemodialítico. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 27, n. 2, p. 269-277, 2022.
BADERNA, D.; CALONI, F.; BENFENATI, E. Investigating landfill leachate toxicity in vitro: a review of cell models and endpoints. *Environment International*, v. 122, nov. 2018, p. 21–30, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.11.024.
BELO, S. R. S. *Avaliação de fitotoxicidade através de Lepidium sativum no âmbito de processos de compostagem*. 2011.
BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, n. 53, p. 58-63, 18 mar. 2005.
BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União: seção 1, n. 92, p. 89-96, 16 maio 2011.
BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. *Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano*. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2006. 212 p.
CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Manual de procedimentos de amostragem e preservação de amostras*. São Paulo, 2011.
CHANG, A. C.; GRANTO, T. C.; PAGE, A. L. A methodology for establishing phytotoxicity criteria for chromium, copper, nickel and zinc in agricultural land application of municipal sewage sludges. *Environmental Quality*, v. 21, p. 521-536, 1992.
COLOMBO, A.; MÓDENES, A. N.; TRIGUEROS, D. E. G.; MEDEIROS, B. L.; MARIN, P.; MONTE BLANCO, S. P. D.; HINTERHOLZ, C. L. Toxicity evaluation of the landfill leachate after treatment with

photo-Fenton, biological and photo-Fenton followed by biological processes. *Environmental Science and Health*, Part A, v. 54, n. 4, p. 269-276, 2019. DOI: 10.1080/10934529.2018.1544475.

COSTA, M. L.; SANTOS, A. B. L. P.; SILVA, J. V. A.; DAMASCENO, J.; SOUZA, N. C. Bioensaios com Lactuca sativa L. utilizando amostras aquosas ambientais. In: MARQUES JÚNIOR, F. A. F.; SANTOS NETO, A. G. (Org.). *Inovações Tecnológicas e o Uso de Ferramentas de Análise Ambiental*. Editora Ampla, p. 98-104.

FERREIRA JÚNIOR, V.; SANTOS, M. T. G.; GOMES, N. Â. Análise do potencial fitotóxico de lixiviado de aterro sanitário e esgoto doméstico: um estudo preliminar. In: MARQUES JÚNIOR, F. A. F.; SANTOS NETO, A. G. (Org.). *Inovações Tecnológicas e o Uso de Ferramentas de Análise Ambiental*. Editora Ampla, p. 28-34.

GHOSH, P.; THAKUR, I. S.; KAUSHIK, A. Bioassays for toxicological risk assessment of landfill leachate: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 141, p. 259-270, 2017.

GOMES, V. S. Desempenho do modelo ANOVA comparado a testes estatísticos não-paramétricos no tratamento dos resultados de testes de escala hedônica. 2011. Dissertação (Mestrado).

KARR, J. R. Biological integrity: a long-neglected aspect of water resource management. *Ecological Applications*, v. 1, n. 1, p. 66-84, 1991.

KLEIN, C.; AGNE, S. A. A. Fósforo: de nutriente à poluente. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 8, n. 8, p. 1713-1721, 2012.

KOHATSU, M. Y.; PEIXOTO, D. C.; JESUS, T. A.; COELHO, L. H. G. Avaliação da fitotoxicidade de águas e sedimentos superficiais da represa Billings e de córregos adjacentes por meio de bioensaios com Sinapis alba. In: *IX Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental*. Anais... Universidade Federal do ABC, 2018.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: *Semana de Atualização em Produção de Sementes*. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.

MOREL, P.; GUILLEMAIN, G. Assessment of the possible phytotoxicity of a substrate using an easy and representative biotest. *Acta-Horticulturae*, n. 644, p. 417-423, 2004.

OLIVEIRA, M. S.; DE SOUZA GRIGÓRIO, A. C.; FERNANDES, B. R. Análise comparativa do balanço hídrico nos municípios de Porto Seguro (Bahia) e Viçosa (Minas Gerais). *Holos Environment*, v. 24, n. 2, p. 90-98, 2024.

OLIVEIRA, R. M. M.; SANTOS, E. V. dos; LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 3, p. 523-529, 2017.

PEREIRA JÚNIOR, A.; PEREIRA, F. M.; JESUS, E. S.; MORALES, G. P.; BELTRÃO, N. E. S. O estado da arte acerca da poluição em corpos hídricos urbanos e das mudanças climáticas. In: MELO JÚNIOR, J. C. F.; LORENZI, L. (Org.). *Sistemas Naturais Antropizados: Desafios à Conservação da Biodiversidade*. Editora Bagai, 2022. p. 61-77.

PINHO, I. A.; LOPES, D. V.; MARTINS, R. C.; QUINA, M. J. Phytotoxicity assessment of olive mill solid wastes and the influence of phenolic compounds. Chemosphere, v. 185, p. 258–267, 2017.

DA SILVA, T. A.; DELIAS, D.; PEDÓ, T.; DE ABREU, E. S.; VILLELA, F. A.; AUMONDE, T. Z. Fitotoxicidade do extrato de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist no desempenho fisiológico de sementes e plântulas de alface. *Iheringia, Série Botânica*, v. 71, n. 3, p. 213-221, 2016.

RODRIGUES, L. C. de A.; BARBOSA, S.; PAZIN, M.; MASELLI, B. de S.; BEIJO, L. A.; KUMMROW, F. Fitotoxicidade e citogenotoxicidade da água e sedimento de córrego urbano em bioensaio com *Lactuca sativa*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 1099-1108, 2013.

SILVA, E. M. da. *Ecotoxicidade de resíduos sólidos urbanos e de lixiviado gerado em aterro sanitário*. 2022.

SILVA, A. S.; RIBEIRO, L. S.; PAIVA, W.; MELO, M. C.; MONTEIRO, V. E. D. Avaliação do potencial tóxico dos resíduos sólidos urbanos da cidade de Campina Grande - PB. *Matéria*, v. 20, n. 4, p. 840-851, 2015.

TÍQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y.; HODGKISS, I. J. Effects of composting on phytotoxicity of spent pig-manure sawdust litter. *Environmental Pollution*, v. 93, n. 3, p. 249-256, 1996.

SOBRERO, Maria Cecilia; RONCO, Alicia. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa L. Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. *México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua*, p. 63-70, 2004.

VON SPERLING, M. *Princípios básicos do tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.