

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

RAFAEL GALLO PEREIRA

**ENSAIO DE FITOTOXICIDADE DO CORANTE ALIMENTAR MIX BLUE JEANS FRENTE
A Lactuca sativa L. E *Allium cepa* L.**

CAMPO MOURÃO

2022

RAFAEL GALLO PEREIRA

**ENSAIO DE FITOTOXICIDADE DO CORANTE ALIMENTAR MIX BLUE JEANS
FRENTE A *Lactuca sativa* L. E *Allium cepa* L.**

**Phytotoxicity test of food color mix blue jeans Front *lactuca sativa* L. And
allium cepa L.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador(a): Prof^a Dr^a Francieli de Fatima Missio.

CAMPO MOURÃO

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

RAFAEL GALLO PEREIRA

**ENSAIO DE FITOTOXICIDADE DO CORANTE ALIMENTAR MIX BLUE JEANS
FRENTE A *Lactuca sativa* L. E *Allium cepa* L.**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 30/novembro/2022

Eudes José Arantes
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Thiago Moraes de Castro
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Francieli de Fatima Missio
Doutorado
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO

2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e minha família: ao meu pai Mauricio Cesar Pereira, a minha mãe Sandra Cristina Gallo Pereira, a minha avó Vincenlina Dora Dorsa e meus irmãos Tiago Gallo Pereira e Mariana Gallo Pereira, que fizeram desse sonho possível e estiveram ao meu lado em todos os momentos, bons e ruins, a vocês meu mais sincero agradecimento! Amo vocês! Agradeço também toda minha família sendo tios, tias, primos e amigos de São Carlos - SP que compartilharam de alguma forma da minha alegria e me ajudaram com o maior amor e carinho.

Agradeço minha orientadora Prof^a Dr^a. Francieli de Fatima Missio, a Prof^a Dr^a Ana Paula Peron e o Prof Paulo Agenor Alves Bueno. Foram vários anos de caminhada entre projeto de iniciação científica e trabalho de conclusão de curso que não vão ser esquecidos e me proporcionaram experiência em várias técnicas. Agradeço a professora responsável de TCC, Prof^a Marcia Aparecida de Oliveirae os avaliadores da minha banca, a Prof Dr Eudes José Arantes e o Prof Dr Thiago Moraes de Castro.

Agradeço a todos os professores que passaram por mim e de alguma forma deixaram um pedacinho de vocês comigo. Vocês são incríveis por simplesmente se empolgarem em partilhar o conhecimento de vocês conosco, obrigado,

Agradeço ao meu grupo de amigos chamado de Gauderios, (Felipe Pacheco Spirlandelli, Edmar dos Santos, Sergio Paulo Dutra Lima Emerich, Maria Carolina Zampieri Macome Luis Felipe Macome e Leticia Mayara Fogate que por anos compartilharam estudos, festas, cafés, sons, trabalhos, estudos e muita amizade.

RESUMO

Os poluentes emergentes são considerados persistentes e refratários ao meio ambiente. Diversos métodos avaliam a ação de contaminantes emergentes. Nos seres vivos, por exemplo, por meio de ensaios biológicos com organismos modelos que atuam como sistemas bioindicadores de poluição e toxicidade. Nesse sentido, foi realizado no presente estudo, avaliações de fitotoxicidade em 600 sementes de *Lactuca sativa* L. e *Allium cepa* L. Os testes foram aplicados para o corante artificial Mix Blue Jeans que é uma associação entre os corantes Azul brilhante, Tartrazina, Eritrosina, em nove diferentes concentrações: 0,001; 0,0002; 0,0004; 0,0008; 0,001; 0,005 ;0,01; 0,05 e 0,1 (mg.L⁻¹). A contabilização do número de sementes germinadas foi realizada após os períodos de 24 horas de incubação para *L. sativa* e 72 horas de incubação para *A. cepa*. Após o período de 7 dias do começo do experimento foram contados os números de sementes germinadas e medidos o comprimento das raízes. Para isso, foram analisados os valores do Índice de Germinação (IG), Índice de Comprimento Relativo (ICR) e do Índice de Porcentagem de Alongamento Radical Residual Normalizado (IER). A partir dos resultados, pelo ICR e IG, verificou-se que nas concentrações do corante não houve inibição do crescimento e na taxa de germinação de sementes de *L. sativa* e *A. cepa*. O IER para *Lactuca sativa*, demonstrou toxicidade baixa e benéfica. Resultado semelhante foi encontrado para *Allium cepa*. No teste ANOVA, tanto para *Lactuca sativa* quanto para *Allium cepa*, concluiu-se que não existiu diferença significativa entre as médias dos tratamentos e grupo controle. Desse modo, é possível inferir que as concentrações avaliadas de Mix - Blue jeans não causaram fitotoxicidade. Ademais, sugere-se que estudos relacionados aos efeitos do corante, Mix Blue Jeans, sejam desenvolvidos com diferentes concentrações das quais testadas nesse estudo, com tempo maior de exposição das sementes ao corante.

Palavras-chaves: poluentes emergentes; corante artificial; bioindicadores

ABSTRACT

Emerging pollutants are considered persistent and refractory to the environment. Several methods evaluate the action of emerging contaminants. In living beings, for example, through biological tests with model organisms that act as bioindicator systems of pollution and toxicity. In this sense, phytotoxicity evaluations were performed in seeds and radicles of *Lactuca sativa* L. and *Allium cepa* L. The tests were applied for the artificial dye Mix Blue Jeans, which is an association between the dyes Bright Blue, Tartrazine, Erythrosine, in nine different concentrations: 0.001; 0.0002; 0.0004; 0.0008; 0.001; 0.005; 0.01; 0.05 and 0.1 ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) The number of germinated seeds was counted after the 24-hour incubation periods for *L. sativa* and 72 hours of incubation for *A. cepa*. After the 7-day period from the beginning of the experiment, the numbers of germinated seeds were counted and the length of the roots were measured. For this, we analyzed the values of germination index (GI), relative length index (ICR) and normalized residual radical elongation percentage index (IER). From the results, by ICR and GI, it was verified that in the dye concentrations there was no inhibition of growth and germination rate of Seeds of *L. sativa* and *A. cepa*. Therefore *Lactuca sativa* demonstrated low and beneficial toxicity. Similar result was found for *Allium* strain. In the statistical tests for both *Lactuca sativa* and *Allium cepa*, it was concluded that there was no significant difference between the means of the treatments and the control group. Thus, it is possible to infer that the evaluated concentrations of Mix - Blue jeans did not cause phytotoxicity. Furthermore, it is suggested that studies related to the effects of the color mix blue jeans be developed with different concentrations of which tested in this study, with longer exposure time of the seeds to the dye.

Keywords: emerging pollutants; artificial dye; bioindicators

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula estrutural corante azul brilhante.....	17
Figura 2 - Fórmula estrutural corante tartrazina.....	18
Figura 3 - Fórmula estrutural corante eritrosina.....	19
Figura 4 - Estágio de germinação de <i>Lactuca sativa</i> e <i>Allium cepa</i>	20
Figura 5 - Layout das sementes de <i>Lactuca sativa</i> e <i>Allium cepa</i> dispostas nas placas de petri e suas respectivas concentrações.....	22
Figura 6 - Exemplo de crescimento radicular de <i>Lactuca sativa</i> e <i>Allium cepa</i> após 7 dias de incubação	23
Figura 7 - Índice de crescimento relativo e germinação das sementes de <i>Lactuca sativa</i> em diferentes concentrações do corante Mix Blues Jeans, 2022	26
Figura 8 - Gráfico Boxplot do comprimento médio das raízes de <i>Lactuca sativa</i> entre concentrações e repetições.....	29
Figura 9 - Índice de crescimento relativo e germinação das sementes de <i>Allium cepa</i> em diferentes concentrações do corante Mix Blues Jeans, 2022	30
Figura 10 - Gráfico Boxplot do comprimento médio das raízes de <i>Allium cepa</i> entre concentrações e repetições.....	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Presença dos corantes em marcas de chocolates, gomas de mascar, cereais e balas	17
Tabela 2 - Comparação entre níveis de toxicidade considerando ICR (%) e IER (%) para <i>Lactuca sativa</i>	27
Tabela 3 - Análise estatística com teste ANOVA para a <i>Lactuca sativa</i>	29
Tabela 4 - Comparação entre níveis de toxicidade considerando ICR (%) e IER (%) para <i>Allium cepa</i>	31
Tabela 5 - Análise estatística com teste ANOVA para a <i>Allium cepa</i>	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
3	JUSTIFICATIVA	13
4	REVISÃO DA LITERATURA	14
4.1	Descrição de <i>Lactuca sativa</i> e <i>Allium cepa</i> como bioensaios em fitotoxicidade	14
4.2	Corantes alimentícios, caracterização e efeitos ao meio ambiente	14
4.3	Poluentes emergentes	15
4.4	Características do corante Blue Jeans e composição química	16
4.4.	Azul brilhante	17
4.4.	Tartrazina	18
4.4.3	Eritrosina	18
4.5	Bioensaios de toxicidade de compostos químicos e avaliação da qualidade ambiental	19
4.6	Avaliação de fitotoxicidade de poluentes emergentes em <i>Lactuca sativa</i> L. e <i>Allium cepa</i> L.	20
4.7	Degradação dos corantes presentes no Mix Blue jeans	21
5	MATERIAL E MÉTODOS	22
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
6.1	Resultados observados para <i>Lactuca sativa</i>	25
6.1. 1	Análise do crescimento radicular e índice de germinação	25
6.1.2	Indicadores de nível de toxidade de <i>Lactuca sativa</i>	27
6.1.3	Média do crescimento radicular de <i>Lactuca sativa</i>	28
6.2	Resultados observados para <i>Allium cepa</i>	30
6.2.1	Análise de germinação e crescimento radicular.....	30
6.2.2	Indicadores de nível de toxidade <i>Allium cepa</i>	31
6.2.3	Média do crescimento radicular de <i>Allium cepa</i>	32
7	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A poluição de recursos hídricos, decorrente das atividades antropogênicas, têm significativo impacto ambiental (ZHANG et al., 2016). Dessas, os poluentes emergentes, são considerados persistentes e refratários ao meio ambiente, cuja ocorrência ou relevância foram descobertas recentemente e, ainda, não estão sob legislação. Desta forma, não estão incluídos em programas de monitoramento de rotina pelos órgãos ambientais (GROS et al., 2008; SANTANA, 2013; MOREIRA et al., 2013).

Diversos compostos se enquadram dentro da definição emergentes: hormônios naturais, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, ftalatos, subprodutos industriais, drogas ilícitas, fármacos, produtos de higiene pessoal, protetores solares, estrogênios, adoçantes, nanometais, alguns microrganismos e toxinas de alga. Dentre esses, os principais poluentes estudados são os fármacos, pesticidas, corantes da indústria têxtil e alimentícia (NAPOLEÃO, 2011; RICHARDSON; TERNES, 2011; ÁVILA et. al, 2015; DIAS et. al, 2018).

Em geral, os contaminantes emergentes persistem após o tratamento primário e secundário das estações de tratamento (ETE), as quais removem sólidos grosseiros e matéria orgânica. É no tratamento secundario que ocorre a maior remoção da matéria biodegradável, já no terciario outras substancias quimicas são removidas. No entanto, no Brasil, a maioria das estações de tratamentos não possuem a terceira etapa, possibilitando a permanência dessas substâncias no meio ambiente (SOARES; LEÃO, 2015; GOULARD, 2017; SILVA, 2017; PESSANHA, 2021). Além do mais, efluentes dentro dos limites determinados pela legislação, podem ainda apresentar toxicidade, uma vez que essa é resultado da interação de todos os constituintes do efluente e não somente dos parâmetros analisados em sistemas de tratamentos convencionais (ARENZON et al., 2011).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357 e nº 430, determina-se os parâmetros para enquadramento e lançamento de efluentes em corpos hídricos no Brasil. Também, está disposto na resolução nº 430, que a presença de contaminantes não listados e passíveis de causar danos aos seres vivos, deverão ser investigadas por meio de ensaios ecotoxicológicos, toxicológicos, ou outros métodos cientificamente reconhecidos. Ainda, que a ecotoxicidade deve ser baseada em resultados de ensaios ecotoxicológicos, realizados no efluente, utilizando organismos aquáticos (BRASIL,

2005). Todavia, os ambientes aquáticos são complexos, dificultando as análises toxicológicas, pois não há um bioindicador que demonstra perfeitamente os efeitos do contaminante no ecossistema. É fundamental utilizar diferentes testes e em diferentes níveis toxicológicos, para uma avaliação toxicológica mais completa (COSTA et al., 2008).

Dos compostos, da classe de poluentes emergentes, os corantes alimentícios são substâncias recalcitrantes que contribuem para a poluição de corpos d'água, uma vez que ao impedir que a luz chegue até os organismos aquáticos, eles não realizam fotossíntese. Da mesma forma, pode ocorrer a formação de compostos tóxicos pela decomposição aeróbia de alguns corantes. E alguns podem apresentar efeitos tóxicos para a saúde, como a reação alérgica, hiperatividade, insônia e indícios de causar câncer de tireoide (PETERNEL; KOPRIVANAC; KUSIC, 2006).

Dentre os corantes utilizados, na alimentação, destaca-se o corante Mix - Blue jeans. O uso deste corante tem a finalidade de conferir um visual atrativo aos alimentos. E sua composição é formada pela mistura de três corantes pertencentes ao grupo de contaminantes emergentes, todos de uso permitido no Brasil pela ANVISA. O Azul brilhante, cor azul claro, pertencente ao grupo trifenilmetano, sendo empregado em gelatinas, refrescos, pós para bebidas, doces, azeites, gorduras e produtos à base de cereais. A Tartrazina, faz parte do grupo dos corantes azóico tonalidade que varia do amarelo vivo ao amarelo-limão, muito aplicado em alimentos como doces (balas e bombons), gelatinas, sorvetes, pós para refrescos, produtos à base de cereais, bebidas, drogas e cosméticos. Por fim, Eritrosina, de tons rosa-azulados, representa o único corante xanteno permitido no Brasil, podendo ser aplicado em gelatinas, sorvetes, doces, produtos de confeitaria, produtos à base de cereais, conservas de frutas e vegetais e produtos à base de peixe (BRASIL, 2015; VALDEZ, 2022).

Esses corantes são diariamente lançados em grande escala no meio ambiente, porém sua presença na matriz ambiental é identificada geralmente em baixas concentrações ($\mu\text{g/L}$ ou ng/L) (MOREIRA et al., 2013). Por serem substâncias de características persistentes e acumular-se no solo e sedimentos de rio, podem impactar a saúde ambiental (NAPOLEÃO, 2011). Nesse contexto, são necessários estudos dos impactos desses contaminantes ao meio ambiente, identificando possíveis soluções para a elaboração de medidas conservacionistas ao mesmo.

Diversos métodos avaliam a ação de contaminantes emergentes, por exemplo,

por meio de ensaios biológicos com organismos modelos, os quais atuam como bioindicadores de poluição e toxicidade. Esses são apontados como excelentes ferramentas para complementar os dados físico-químicos dos compostos (BADERNA et al., 2011). Os testes de fitotoxicidade em sementes e raízes de *Lactuca sativa* e *Allium cepa*, são internacionalmente empregados para a avaliação de impactos ambientais (PRECIATO, 2012). Inclusive, servem como um bom indicador de agentes mutagênicos, além de seu baixo custo e boa correlação com outros sistemas testes (RIBEIRO et al., 2012; SILVEIRA, 2016).

Diante deste contexto, este trabalho consiste em avaliar por meio de ensaios utilizando *Lactuca sativa* e *Allium cepa*, a fitotoxicidade causada pelo corante alimentício Mix - Blue Jeans, composto pelos corantes Azul brilhante, Tartrazina e Eritrosina.

2 OBJETIVOS

Avaliar por meio de ensaios de fitotoxicidade o corante Mix – Blue Jeans, em diferentes concentrações.

Para o cumprimento do objetivo geral, se estabeleceu os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar a fitotoxicidade do corante frente a germinação de sementes e alongamento de radículas em *Lactuca sativa* L.;
- Avaliar a fitotoxicidade dos corantes frente a germinação den sementes ealongamento de radículas em *Allium cepa* L.;

3 JUSTIFICATIVA

Os corantes presentes no Mix – Blue Jeans composto pelos Azul Brilhante, Tartrazina e Eritrosina são constantemente liberados em recursos hídricos naturais por meio de efluentes gerados em indústrias de alimentos, assim como por escotos domésticos.

Suas estruturas químicas são complexas e de difícil degradação por processos convencionais de tratamento de efluentes. Esses corantes não são monitorados e degradados pelas estações de tratamento de esgotos pois não possuem legislação sobre seus parâmetros de tratamento e monitoramento.

Seus efeitos ao meio ambiente não são completamente conhecidos e há uma escassez de informações sobre a ecotoxicidade causada por esses aditivos, tanto ao meio aquático como terrestre.

As concentrações testadas neste estudo permitem que os resultados obtidos auxiliem na determinação dos riscos ambientais destes poluentes, ajudando assim a implementação de futuras legislações.

4 REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Descrição de *Lactuca sativa* e *Allium cepa* como bioensaios em fitotoxicidade

A alface é uma hortaliça da família das *Asteraceae* originária de climas temperados. No Brasil existem 5 tipos morfológicos principais sendo cultivados: Lisa, crespa, solta crespa e solta roxa, romana. Por possuir um baixo custo, curto tempo de germinação e alta sensibilidade, é amplamente utilizada em bioensaios de ecotoxicidade (HENZ, 2009; SIMÕES et al., 2013). Alguns dos estudos recentes, foi utilizando-a como bioindicador em efluentes contaminados com medicamentos do tratamento de covid-19 (DIAS, 2022), e estudo de catalisadores heterogêneos a fim de potencializar a cinética de degradação dos corantes azul de metileno (AM) e verde rápido FCF (BIMBI, 2021).

No caso da *Allium cepa* (cebola), originária da Ásia Central, pertence à família Alliaceae, é uma monocotiledônea herbácea com caule subterrâneo bulboso, e apresenta variação em formato. Também é descrita como o organismo mais utilizado para estudos dos mecanismos básicos e de determinação dos efeitos de alguns agentes químicos (PARVAN, 2020), ensaios de fitotoxicidade (PAULINO, 2017), citotoxicidade (ARRUDA et al., 2021) e genotoxicidade (SANTO, 2022). Por exemplo, SANTO (2022), utilizando *A. cepa* como bioindicador de fitotoxicidade em sistema tratado com filtro ultravioleta (UV), obteve resultados satisfatórios e ainda a considerou uma ferramenta útil para avaliar o potencial nocivo de substâncias não regulamentadas. Inclusive, recentemente, *A. cepa* está sendo amplamente utilizada para estudos genotóxicos, por possuir excelentes propriedades cinéticas de proliferação, cromossomos grandes e em número reduzido ($2n=16$), facilitando a detecção de aberrações celulares e de fuso mitótico (TABREZ et al., 2011; LACERDA et al., 2014; SILVA, 2021; OLIVEIRA, 2022).

4.2 Corantes alimentícios, caracterização e efeitos ao meio ambiente

Corantes são todas as substâncias que conferem, intensificam ou restauram a cor de um produto (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016). Estima-se que a produção mundial de corantes está entre 750 a 800 mil toneladas ao ano, destas 26 mil são consumidas no Brasil (MARMITT et al., 2010). A grande maioria dos corantes

apresenta alta estabilidade à luz, oxigênio, calor e pH, alto poder tintorial, uniformidade, isenção de contaminantes microbiológicos e custo de produção relativamente baixo (MARMITT et al., 2010).

Nos alimentos industrializados, os corantes artificiais são aditivos sem valor nutritivo com o objetivo único de conferir cor (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2016). Estes corantes estão presentes em grande parte dos efluentes alimentícios e são caracterizados por possuírem anéis aromáticos e um ou mais grupos cromóforos como, por exemplo, os agrupamentos antraquinona, azo nitroso e xantênicos (MARMITT, PIROTTA, STÜLP, 2010).

Segundo MARMITT et. al (2010), nesses efluentes existem muitos compostos, inclusive corantes que são estáveis e tóxicos em determinadas concentrações. E não sendo biodegradáveis permanecem em sistemas de tratamentos biológicos convencionais. Esses tratamentos são ineficientes ou inadequados para degradar esses compostos químicos.

Devido a isso, tem-se discutido sobre a toxicidade de corantes sintéticos e dos prejuízos que esses podem acarretar à saúde e ao meio ambiente. Geralmente, estão relacionados ao modo e ao tempo de exposição aos corantes. Muitos dos problemas de saúde, como alterações metabólicas, alergias, rinite, hiperatividade, alteração cromossômica, tumores, têm sido reportados por diversos autores (MARMITT et al., 2010; PEIXOTO, 2013). Também, corantes presentes em efluentes podem desencadear problemas ambientais como: dificuldade de reoxigenação da água, desequilíbrio do ecossistema aquático, diminuição da atividade fotossintética, além de causar um impacto negativo na demanda biológica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e carbono orgânico total (SARATELE, 2009; RECK, 2016).

4.3 Poluentes emergentes

As substâncias micropoluentes estão presentes em produtos de higiene pessoal, protetores solares, medicamentos, hormônios, surfactantes, cafeína e corantes têxteis e alimentares. São denominados de poluentes emergentes pelos problemas relacionados tanto à saúde humana quanto aos ecossistemas, podendo provocar efeitos na reprodução, na fisiologia e no crescimento dos seres vivos (DA SILVA, COLLINS, 2011; GARCÍA et al., 2011; QUEIROZ et al, 2017; LEAL et al., 2019).

A Resolução Nº 430 do CONAMA, por exemplo, dispõe sobre os valores permitidos em corpos d'água após o processo de tratamento, porém os poluentes emergentes também podem ser despejados no ambiente por meio de efluentes domésticos e de farmácias. Vários estudos, inclusive, já encontraram esses poluentes em efluentes tratados, uma vez que a degradação biótica ou abiótica muitas vezes pode não ocorrer (BRASIL, 2011; MONTAGNER et al., 2017. RIBAS et al., 2021).

Os processos mais comumente utilizados nos tratamentos de efluentes industriais são os biológicos. No entanto, os corantes geralmente apresentam resistência à biodegradação. Fato esse relacionado à complexidade de estruturas químicas presentes na composição desses aditivos. Além disso, as estações de tratamento de água e esgoto no Brasil não foram projetadas para remover poluentes emergentes, em razão de ocorrerem em baixas concentrações e apresentarem estruturas químicas complexas. (SPELLMEIER; STULP, 2009; BOLONG et al., 2009; NIDHEESH et al., 2018).

Devido a essa dificuldade, vários métodos vêm sendo estudados para o tratamento de corantes em águas residuais, como processos oxidativos avançados (BARBOSA, 2019; BELLIDO, 2019), eletrocoagulação (KHEMILA et al., 2018; ABREU, 2019), combinando adsorção e processo oxidativo avançado (GONÇALVES, 2019), biodegradação por fungos (PEREIRA, 2010; ALMEIDA, 2012). Porém, alguns processos de degradação não removem a molécula de corante efetivamente e subprodutos gerados podem ser mais ecotóxicos que os próprios corantes. Exemplo demonstrado em estudo feito por Pavanelli (2010), o qual identificou que os subprodutos presentes após a degradação por processos oxidativos e redutivos do corante Azul Brillante, causaram maior toxicidade.

4.4 Características do corante Blue Jeans e composição química

O Blue Jeans é um mix de três corantes artificiais: Azul brilhante, Tartrazina e Eritrosina. Amplamente aplicado em coberturas tipo creme (chantilly, glacê, marshmallow) e utilizado em massas, doces, confeitos e bebidas. Prado (2007), ao analisar marcas de chocolates coloridos, gomas de mascar, cereais matinais e balas, verificou que quatro das marcas utilizaram os corantes Azul brilhante, Tartrazina e Eritrosina, sendo o segundo como o corante sintético mais utilizado (Tabela 1). Já no estudo realizado por Oliveira (2009), o corante azul brilhante está entre os mais

presentes na composição de balas e chicletes consumidos por crianças de 6 a 9 anos.

Tabela 1 - Presença dos corantes em marcas de chocolates, gomas de mascar, cereais e balas

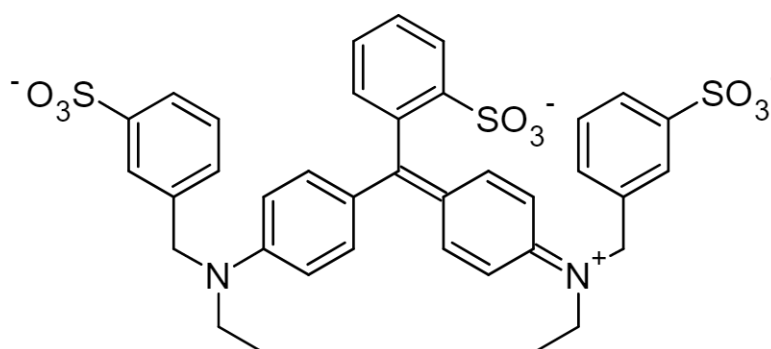
	Chocolates coloridos	Gomas demascar	Cereais matinais	Balas
Azul brilhante	4/5	2/7	2/3	5/8
Tartrazina	5/5	6/7	2/3	7/8
Eritrosina	3/5	3/7	1/3	1/8

Fonte: Adaptado de Oliveira (2009), pág. 81

4.4.1 Azul brilhante

O azul brilhante é um corante sintético, um sal tri-sódico de 4,4-di (n-etil-3-sulfonatobenzil amino) - trifenil metil-2-sulfonato, também conhecido por *FD&C Blue N° 1*. (Figura 1). Este corante possui uma estrutura com três radicais arila, normalmente grupo fenólico, ligado a um átomo de carbono central, possui também grupos sulfônicos que propiciam alta solubilidade em água, também sendo solúvel em glicerina, propileno e etanol (ADITIVOS & INGREDIENTES, 2009).

Figura 1 - Fórmula estrutural corante azul brilhante



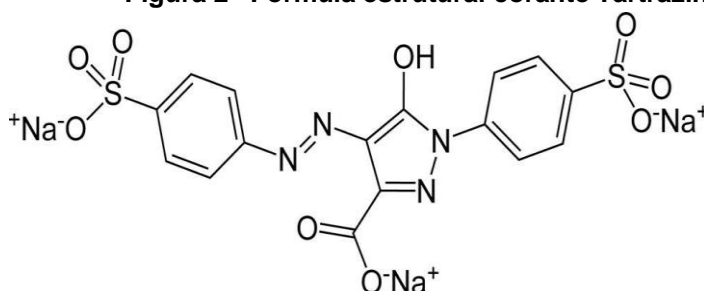
Fonte: Adaptado Valdez (2022), pág. 730

O Azul brilhante é aplicado dentro da indústria alimentícia na confecção de Laticínios, balas, cereais, queijos, recheios, gelatinas, licores, refresco, sorvetes, bolachas, confeitaria, chicletes, refrigerantes, sucos entre outros produtos (PRADO, 2003; MARCHI, 2005; TONETTO, 2008).

4.4.2 Tartrazina

O corante amarelo tartrazina é classificado como azo, constituído por um anel de naftaleno conectado a outro anel de benzeno por uma ligação azo (Figura 2), apresenta excelente estabilidade à luz, calor e ácido (PRADO; GODOY, 2007; ADITIVOS & INGREDIENTES, 2009; GOMES et al., 2013). Segundo Resende (2015), os corantes não são substâncias quimicamente puras na sua composição pode-se encontrar diversas impurezas, por exemplo, na síntese de tartrazina que é permitido na sua composição até 40 mg/kg de metais pesados. Dentre eles, 1 mg/kg de cádmio e ≤ 10 mg/kg de chumbo, 1 mg/kg de mercúrio e 3 mg/kg de arsênio.

Figura 2 - Fórmula estrutural corante Tartrazina



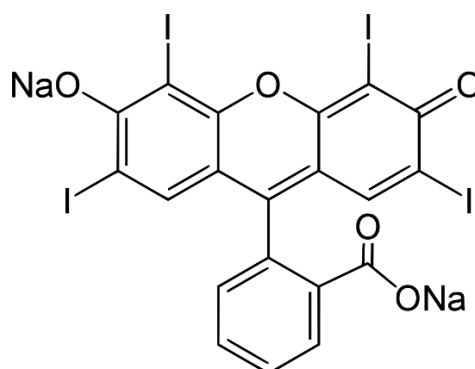
Fonte: Adaptado Valdez (2022), pág. 730

A utilização da Tartrazina consiste principalmente para a confecção de Laticínios, licores, fermentados, produtos de cereais, frutas e iogurtes, bebidas, rações para animais, bem como em produtos farmacêuticos e cosméticos (TONETTO, 2008, KOBYLEWSKI; JACOBSON, 2010). De acordo com PIRAGIBE (1990), esse corante é alergênico e proibido no Reino Unido.

4.4.2 Eritrosina

O vermelho de eritrosina é um corante artificial sintético da classe dos xantenos (Figura 3), solúvel em água, mas insolúvel em pH abaixo de 5, com cerca de um teor de 58% de iodo. É utilizado em pós para gelatinas refrescos, laticínios, geléias, cerejas, salsichas, biscoitos, chicletes, sorvetes e em alguns fármacos (LIN e BRUSICK, 1986; TANAKA, 2001; PRADO, 2003; MITTAL et al., 2006; TONETTO, 2008; KOBYLEWSKI; JACOBSON, 2010).

Figura 3 - Fórmula estrutural corante Eritrosina



Fonte: Adaptado Valdez (2022), pág. 730

Este corante é altamente consumido em merendas escolares e está presente em diversos alimentos consumidos pelo público infantil (PRADO, 2003). O uso deste corante é proibido nos Estados Unidos e Noruega (IDEC, 2017). No entanto, segundo Rodrigues (2021), em estudo sobre a ingestão de corantes artificiais pela população brasileira, a ingestão de eritrosina não parece oferecer riscos à saúde da população.

4.5 Bioensaios de toxicidade de compostos químicos e avaliação da qualidade ambiental

As tradicionais análises físico-químicas realizadas nos sistemas de tratamentos de efluentes, tais como: demanda química de oxigênio (DQO), carbono orgânico total (COT), são consideradas ineficientes para determinar a ecotoxicidade de um efluente despejado no corpo receptor. Isso porque são medidas indiretas da matéria orgânica presente nas águas (VON SPERLING, 1996).

Testes em vegetais possuem alta sensibilidade e boa correlação, sendo importantes para avaliarem os possíveis riscos de contaminantes ao meio ambiente vegetal (COSTA et. al, 2008; CHAPARRO; PIRES, 2010). Segundo Oleszczuk et. al (2011) os testes de ecotoxicidade servem para determinar se uma amostra contém substâncias que possam inibir ou retardar a germinação de sementes, o crescimento, e o desenvolvimento das plantas e animais.

Desses testes, os bioensaios de fitotoxicidade são relativamente antigos. Por exemplo, Wang (1987), já relatava que a germinação e alongamento de raízes de vegetais superiores são ferramentas potencialmente úteis para a determinação da toxicidade de um efluente. Isso se traduziu em inúmeros trabalhos publicados

utilizando diversas plantas, os quais permitem determinar e estipular a interferência de poluentes sobre os ecossistemas (VALÉRIO, 2007; RODRIGUES, 2013; MTISI; GWENZI, 2019).

4.6 Avaliação de fitotoxicidade de poluentes emergentes em *Lactuca sativa* L. e *Allium cepa* L.

Dentre os organismos vegetais mais utilizados para bioensaios de fitotoxicidade está a espécie *Lactuca sativa* L. (COSTA, 2010; SANTOS, 2016). O teste com *L. sativa* é caracterizado por ser de baixo custo, fácil manuseio, rápido, pois o tempo de germinação de suas sementes são de 24 horas (LEME; MARIN-MORALES, 2009; RIBEIRO et al., 2012). De acordo com Sobrero e Ronco (2008), os primeiros dias de avaliação toxicológica em *L. sativa* são os mais importantes, pois as estruturas chamadas de radícula e hipocótilo são extremamente sensíveis a substâncias tóxicas (Figura 5).

Os testes em *A. cepa* são eficazes em avaliações que demonstram alterações na germinação e no crescimento das raízes (Figura 4), quando submetidos a um estresse por uma substância (ALVIM et al., 2011; BARBOSA, 2016). Segundo Merino et al. (2018), ao analisar a toxicidade de *Senecio westermanii* Dusén, uma espécie da família da *astaraceae* que contém várias substâncias com potencial toxicidade, foi observado que a radícula tem maior influência nos resultados de fitotoxicidade do que no teste de germinação.

Figura 4 - Estágio de germinação de *Lactuca sativa* L. e *Allium cepa*



Sendo: (A) *Lactuca sativa* e (B) *Allium cepa*.

Fonte: Adaptado de Rossetti (2020), pág. 40125 e próprio autor (2022)

A utilização de sementes de *L. Sativa* são satisfatórias ao serem utilizadas por bioindicadores ambientais em vários estudos de fitotoxicidade. Foram analisados efluentes de indústrias têxteis, cervejeiras, Estações de Tratamentos de Esgoto (ETE) e fármacos. Todos de baixo custo, fácil acessibilidade e de resultados passíveis de conclusão (BELLATO, 2015; PINO et al., 2016; VIANA, 2017; OLIVEIRA, 2019).

4.7 Degradação dos corantes presentes no Mix Blue jeans

Vários estudos comprovam a presença dessas substâncias, mesmo que em baixas concentrações, em todos os ecossistemas aquáticos, estando associadas aos possíveis problemas causados ao meio ambiente e à saúde. Isso faz com que seja necessário o emprego de novas técnicas de tratamento de efluentes. Os processos mais comumente utilizados nos tratamentos de efluentes industriais são os biológicos. Todavia, quando há presença de corantes eles apresentam resistência à biodegradação. Isso deve-se à complexidade de estruturas químicas presentes na composição dos aditivos (SPELLMEIER; STULP, 2009; NIDHEESH et al., 2018). Devido a essa dificuldade, vários métodos vêm sendo estudados para o tratamento de corantes em águas residuais, como processos oxidativos avançados (BARBOSA, 2019; BELLIDO, 2019), eletrocoagulação (KHEMILA et al., 2018; ABREU, 2019), combinando adsorção e processo oxidativo avançado (GONÇALVES, 2019), biodegradação por fungos (PEREIRA, 2010; ALMEIDA, 2012).

Porém, alguns processos de degradação não removem a molécula de corante efetivamente, e subprodutos gerados podem ser mais ecotóxicos que os próprios corantes. Isso foi demonstrado em um estudo feito por Pavanelli (2010), em que identificou que os subprodutos presentes após a degradação por processos oxidativos e redutivos do corante Azul Brilhante causaram maior toxicidade.

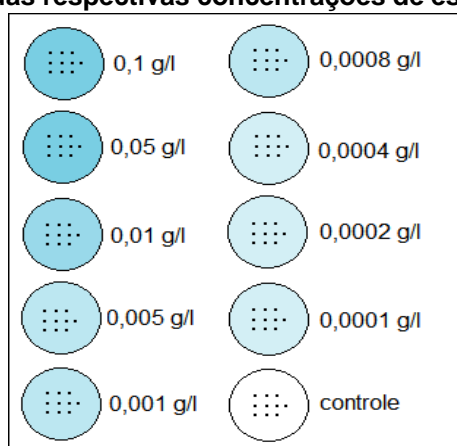
5 MATERIAL E MÉTODOS

A fim de verificar o potencial fitotóxico do corante da marca Mix – Blue Jeans composto por uma combinação de azul brilhante, tartrazina e eritrosina, o presente trabalho foi realizado no Laboratório de Ecologia Molecular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Campo Mourão. Para isso, avaliouse nove concentrações do corante Mix – Blue Jeans em dois bioensaios. As concentrações utilizadas no teste para ambos os modelos, *L. sativa* e *A. Cepa*, foram: 0,0001; 0,0002; 0,0004; 0,0008; 0,001; 0,005; 0,01; 0,05 e 0,1 (g^L⁻¹) e para o controle utilizou água deionizada. Os bioensaios utilizados para essa avaliação foram em sementes e radículas de *Lactuca sativa* e *Allium cepa*.

As concentrações foram preparadas em água deionizada. A solução inicial foi preparada com a diluição de 0,1 g de corante em 1 L de água deionizada e a partir dessa solução foram feitas diluições para o estabelecimento das outras concentrações.

Para cada um dos dois modelos de bioindicadores de fitotoxicidade foram utilizadas 30 placas de Petri de vidro, com 100 mm de diâmetro e 15 mm de altura. Dentro das placas foi colocado papel filtro estéril, com 100 mm de diâmetro. Com auxílio de uma pinça, 20 sementes de *Lactuca sativa* (alface) para o primeiro modelo e 20 sementes de *Allium cepa* para o segundo modelo foram distribuídas espaçadamente sobre o papel filtro em cada placa, totalizando 600 sementes em cada modelo (Figura 5).

Figura 5 - Layout das sementes de *Lactuca sativa* e *Allium cepa* dispostas nas placas de petri esuas respectivas concentrações de estudo



Fonte: Autoria própria 2022

As placas foram embrulhadas em papel e incubadas em uma câmara de germinação do tipo BOD, a uma temperatura de 20°C e foto-período de 12h. A contabilização do número de sementes germinadas foi realizada após os períodos de 24 horas de incubação para *L. sativa* e 72 horas de incubação para *A. cepa*. Após o período de 7 dias do começo do experimento foram contados os números de sementes germinadas e medidos o comprimento das raízes (Figura 6) de cada amostra com paquímetro digital.

Figura 6 - Exemplo de crescimento de radícula de *Lactuca sativa* e *Allium cepa* após 7 dias de incubação



Fonte: Autoria própria 2021

Para análise dos dados, primeiramente, obteve-se a média de crescimento das raízes de cada amostra e grupo controle. Número de sementes germinadas. Após, segundo metodologia proposta por Young et al. (2012), foram calculados os índices de crescimento relativo (ICR) e Índice de germinação (IG).

$$\text{Índice de Crescimento Radicular (ICR)} = \frac{\text{Comprimento da raiz da amostra}}{\text{Comprimento da raiz do grupo controle}} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$\text{Índice de Germinação (IG)} = \text{ICR} \times 100 \times \frac{\text{Número de sementes germinadas na amostra}}{\text{Número de sementes germinadas no controle}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Para verificar o nível de toxicidade, os valores de ICR, foram utilizados como parâmetros na classificação das três categorias elaborada por Hoekstra, Bosker e Lantinga (2002):

- (a) $0 < \text{ICR} < 0,8$: inibição do alongamento (I)
- (b) $0,8 \leq \text{ICR} \leq 1,2$: sem efeitos significativos (SES)
- (c) $\text{ICR} > 1,2$: estimulação do alongamento (E).

Também, a fim de corroborar com os resultados, optou-se por incluir a metodologia adaptada de González et. al. (2011) e utilizando o ICR de cada concentração, definiu-se o Índice de porcentagem de alongamento radicular residual normalizado (IER):

$$\text{IER} = \frac{\text{Comprimento da raiz da amostra} - \text{Comprimento do grupo controle}}{\text{Comprimento da raiz controle}} \quad \text{Eq. (3)}$$

Os resultados foram classificados em cinco categorias, sendo:

- (a) 0 a -0,25: Toxicidade baixa;
- (b) -0,25 a -0,5: Toxicidade moderada;
- (c) -0,5 a -0,75: Toxicidade alta;
- (d) -0,75 a -1 ,0: Toxicidade muito;
- (e) Maior que 0: Hormese (dose benéfica para o organismo teste)

As análises estatísticas foram realizadas no software R (versão 3.0.3), utilizando os pacotes *vegan*, *ggplot2* e *magrittr* (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2022). Sendo que para verificar a média de crescimento das raízes em cada bioensaio utilizou-se a análise *Box plot*, tanto por tratamento como entre tratamentos. Para identificar se houve diferença significativa entre os testes aplicou-se a ANOVA, ao nível de significância 5 % ($\alpha = 0,05$). E histograma de frequência para ICR e IG.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

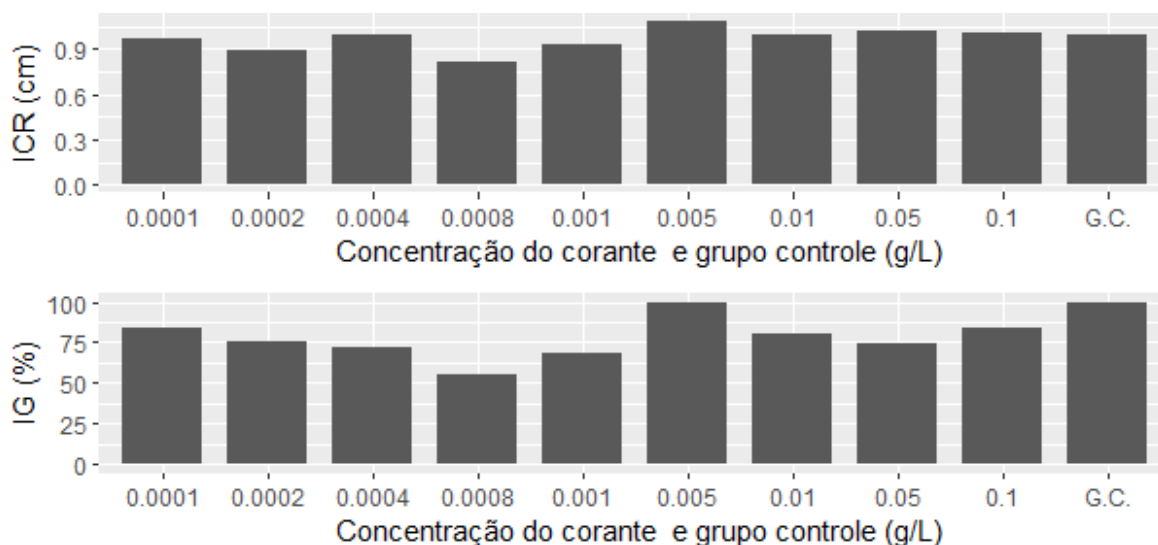
6.1 Resultados observados para *Lactuca sativa*

6.1.1 Análise do crescimento radicular e índice de germinação

A análise do crescimento radicular de sementes, expostas às diferentes toxicidades, é considerada na literatura como importante parâmetro de desenvolvimento da plântula, uma vez que as alterações do seu alongamento estão relacionadas ao efeito do inibidor na divisão de suas células (FIESKEJO, 1988; PEREIRA, et al., 2013; SILVA et al., 2020). Nesse sentido, foi avaliado o crescimento radicular de *Lactuca sativa* e nas concentrações (g.L^{-1}): 0,0008; 0,0002; 0,001; 0,0001, foram observados os valores mais baixos com 0,82; 0,89, 0,93 e 0,97, respectivamente. Já na concentração de 0,1, 0,01, 0,05, 0,005 e 0,0004 (g.L^{-1}) igualaram-se ao resultado do grupo controle, uma vez que apresentaram os maiores índices de crescimento radicular (Figura 7).

Em relação ao índice de germinação (Figura 7), para as concentrações do corante a de 0,0008 g/L obteve o menor valor (IG = 55%), seguido com 69% a concentração de 0,001. As demais apresentaram valores de germinação na faixa entre 72% e 84%, em ordem crescente respectivamente: 0,0004; 0,05; 0,0002; 0,01; 0,0001 e 0,1 (g.L^{-1}). Para o grupo controle foi verificada porcentagem de germinação acima de 90 %, na qual segundo a classificação USEPA (1989), pode ser considerado como bom para teste de controle. No presente trabalho foi utilizada água deionizada. Tanto para o índice de crescimento e germinação, a concentração de 0,005 g.L^{-1} obteve o maior valor de ambos os índices entre as concentrações estudadas, sendo igual ao que foi observado para o grupo controle (1 e 100%), seguido das concentrações: 0,0001 e 0,1 (g.L^{-1}). Ambos com mais da metade das sementes sem inibição ao corante Mix-Blue Jeans. A menor foi verificada na concentração 0,0008 (ICR=0,82; IG = 55 %).

Figura 7 - Índice de crescimento relativo e germinação das sementes de *Lactuca sativa* em diferentes concentrações do corante Mix-Blue Jeans, 2022



Fonte: Próprio autor (2022)

Inúmeros trabalhos relatam na literatura o efeito inibidor de crescimento das raízes dada a fitotoxicidade dos corantes presentes no Mix-Blue Jeans, como a Tartrazina que foi observada por Santos (2016) e Silva et al. (2019). Em Aquino et al. (2019), utilizando o corante Azul brilhante. No entanto, de acordo com REGULSKA et al (2016) e Silva et al. (2020), baixas concentrações testadas podem não resultar em inibição do crescimento e apresentar resultado oposto ao esperado com efeito estimulante e benéfico ao tratamento.

No trabalho de Frâncica (2020), ao verificar a germinação de *Lactuca sativa* em diferentes concentrações do corante Azul brilhante, após 24 hs, as sementes não apresentaram características de inibição. Estudos realizados por Santos (2016), Leles (2017) e Oliveira (2021), demonstraram que esses índices podem variar em relação ao tempo de permanência das sementes em solução, visto que dependendo do tempo de incubação os ápices radiculares ou até mesmo os cotilédones podem apresentar sinais de necrose. Ainda, Simões et al. (2013), sugere para bioensaios com *Lactuca sativa* uma avaliação, tanto de crescimento como de germinação, com período mínimo de 96 horas. No presente estudo, optou-se pela metodologia de avaliação em 72 horas, como padrão na maioria dos trabalhos utilizados para bioensaios de crescimento e germinação.

6.1.2 Indicadores de nível de toxicidade de *Lactuca sativa*.

Os resultados do nível de toxicidade de ICR, observados na Tabela 2, para cada concentração foi verificado valores entre 0,82 e 1,01, cujos valores se enquadram na categoria sem efeitos significativos ($0,8 \leq \text{ICR} \leq 1,2$), isto é, as concentrações não demonstraram potencial fitotóxico do aditivo em estudo. Destaca-se que para a concentração 0,0008 o valor encontrado foi de 0,82. Segundo a mesma classificação de Young et al. (2012), quando estiver entre $0 \leq \text{ICR} \leq 0,8$ o efeito é inibidor do alongamento. Neste estudo, mesmo não estando na categoria de inibição, a concentração de 0,0008 g.L⁻¹ foi a que apresentou os mais baixos valores em germinação e crescimento das raízes de *Lactuca sativa*.

Quanto aos valores do nível de toxicidade pelo IER (%), as maiorias das concentrações testadas demonstraram toxicidade baixa, sendo classificadas na categoria de 0 a -0,25. As concentrações: 0,0004 e 0,005 e 0,01 e 0,1 g.L⁻¹ foram classificadas como dose benéfica ao indivíduo, sendo denominadas de efeito hormese. Isso acontece quando uma substância mesmo podendo causar efeitos tóxicos é, de certa forma, útil aos organismos por não apresentar efeito de inibição ao seu crescimento (JUSSELINO, 2002).

Tabela 2 - Comparação entre níveis de toxicidade considerando ICR (%) e IER (%) para *Lactuca sativa*

Amostra (g.L ⁻¹)	Nº de sementes expostas	Nº de sementes germinadas	ICR (%) *	IER (%)
Controle	60	46	-	-
0,0001	60	41	0,97*	-0,03 ^(a)
0,0002	60	43	0,89*	-0,10 ^(a)
0,0004	60	43	1*	0,01 ^(e)
0,0008	60	40	0,82*	-0,18 ^(a)
0,001	60	49	0,93*	-0,07 ^(a)
0,005	60	42	1,08*	0,08 ^(e)
0,01	60	43	1 *	0,01 ^(e)
0,05	60	41	1,02*	-0,02 ^(a)
0,1	60	44	1,01*	0,005 ^(e)

Sendo: * sem efeitos significativos; a = toxicidade baixa; e = efeito hormese

Fonte: Próprio autor (2022)

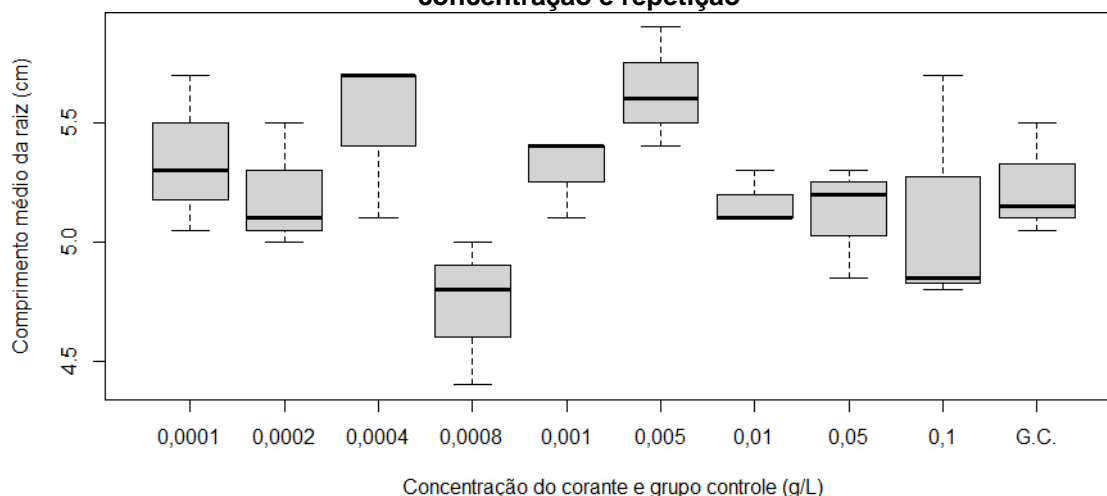
Os resultados observados demonstraram que as concentrações utilizadas não foram suficientes para que o corante Mix-Blue Jeans apresentasse efeito tóxico sobre as sementes de *Lactuca sativa*. Mas, esse resultado corrobora ao resultado encontrado por Jhulia (2021), a qual em bioensaios de fitotoxicidade com *Lactuca sativa*, ao analisar o IER, o mesmo demonstrou sensibilidade ao nível de toxicidade. Gomes (2009), na concentração de 333 mg.L⁻¹ de Tartrazina, não verificou toxicidade nas radículas de *Lactuca sativa*. Frâncica (2020), também não verificou efeito significativo em concentrações de 0,5; 1; 10; 50 e 100 mg. L⁻¹ ao utilizar como teste o corante Azul Brillhante. Já segundo Santos (2016) e Aquino (2019), com concentrações acima de 60 mg/L do corante azul brilhante, observaram inibição no crescimento das raízes de *L. sativa*.

Ainda vale observar que no Mix corante Blue Jeans, há uma mistura de Azul Brillhante, Tartrazina e Eritrosina e que as concentrações dos mesmos são em pequena quantidade comparada aos estudos que os testam separados. Sugere-se que as concentrações testadas ainda não são suficientes para detectar a toxicidade do corante Blue Jeans.

6.1.3 Média do crescimento radicular de *Lactuca sativa*

No caso dos resultados observados na Figura 8, quanto às médias de crescimento das sementes germinadas entre concentração e grupo controle, verificou-se que a concentração 0,0008 obteve menor crescimento (4,2 cm), seguida da 0,0002 com 4,57 cm. A maior média foi observada para a 0,005 com 5,5 cm. O grupo controle apresentou média de crescimento com 5,09 cm. As demais com médias aproximadas de 5 cm. Da mesma forma, ao verificar a variação das médias de sementes germinadas por repetição em cada concentração e grupo controle, o mesmo não identificou *Outliers*, demonstrando que o conjunto de dados não apresentou valores fora do mínimo e máximo observado. Todos os valores estão representados em 100% do *box plot*, sem dados discrepantes.

Figura 8 - Gráfico Boxplot do comprimento médio das raízes de *Lactuca sativa* entre concentração e repetição



Fonte: Próprio autor (2022)

Médias bem inferiores foram encontradas por Santos (2016), ao utilizar *L. sativa* em bioensaios com Eritrosina e Azul brilhante, com valores entre 2,81 cm (controle negativo), 1,66 cm (solução tratada) e 1,23 cm (30 mg.L⁻¹ de eritrosina e 30 mg/L de azul brilhante). Estes valores muito provavelmente foram obtidos pois os ensaios foram incubados por 120 h em BOD no escuro, já que a iluminação é importante para o desenvolvimento da semente e da plântula (SIMÕES, 2013). Pelos valores verificados entre si, as médias apresentaram variação próxima ao grupo controle, tal qual comprovado pelo teste ANOVA (Tabela 3). O valor encontrado foi $p = 0.304$ ($0,01 \leq p$ “menor ou igual a” 0,05, um nível de significância de 5%), isto é, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as observações e o corante não possui potencial tóxico nestas concentrações, não trazendo impactos negativos ao meio ambiente.

Tabela 3 - Análise estatística com teste ANOVA para a *Lactuca sativa*

Causas de Variação	Graus de Liberdade (GL)	Soma de Quadrados(SQ)	Quadrado Médio (QM)	Falc	r(>F)
Amostra	9	2,700	0,3000	1,286	0,304
Residuais	20	4,667	0,2333		

Fonte: Próprio autor (2022)

Em estudo realizado por Frâncica (2020), a média de crescimento da radícula de *Lactuca sativa* foi de 4,31 cm a 4,74 cm entre diferentes concentrações do corante Azul Brilhante, tendo obtido também resultados não significativos. A mesma autora

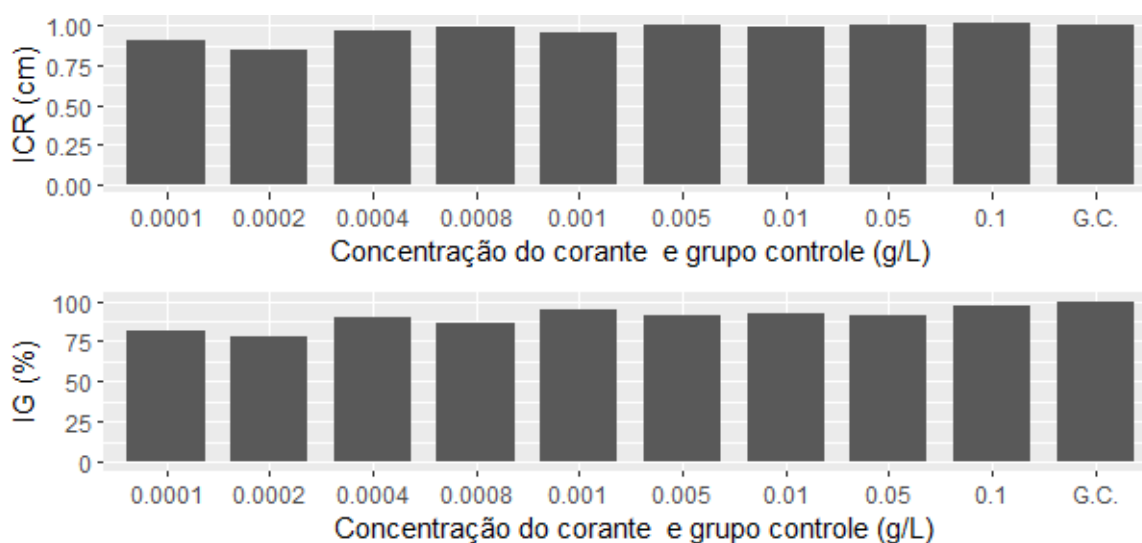
ainda sugere, assim como neste estudo, que outras concentrações devam ser estudadas a fim de verificar o potencial de toxicidade dos corantes, sendo eles em concentrações separadas ou por associação entre corantes de interesse como no mix Blue Jeans.

6.2 Resultados observados para *Allium cepa*

6.2.1 Análise de germinação e crescimento radicular

De acordo com a Figura 9, nas concentrações testadas para o Mix - Blue Jeans, o índice de crescimento e germinação foram maiores que aquelas observadas para *Lactuca sativa*. Todas as concentrações para ICR apresentaram valor acima de 0,80 e mesmo as menores concentrações, 0,0001 e 0,0002 (g.L⁻¹), apresentaram índice de germinação superior a 80%, enquanto que na concentração mais alta 0,1 g.L⁻¹ apresentou maior índice, 98,3 %. Teixeira et al. (2020), após um ensaio de 96 horas, verificaram que para *Allium cepa* nas concentrações 30 mg.L⁻¹ e 60 mg.L⁻¹ de Tartrazina e Azul Brillhante ocasionaram inibição do crescimento de raízes, sendo verificado que conforme aumenta as concentrações dos mesmos corantes ocorre a diminuição do comprimento radicular.

Figura 9 - Índice de crescimento relativo e germinação das sementes de *Allium cepa* em diferentes concentrações do corante Mix-Blue Jeans, 2022



Fonte: Próprio autor (2022)

Mesmo no presente estudo não apresentando diferença significativa nos resultados, em estudos conduzidos por Gomes et al. (2013) e Das e Das (2017), ocorreram toxicidade em células meristemáticas de *Allium cepa* na presença do amarelo tartrazina. Já estudando a citotoxicidade do corante Azul brilhante, Koç e Pandir (2018), verificaram inibição da divisão celular em células meristemáticas de raízes de *Allium cepa*. Vale observar que as concentrações estudadas e o tempo de exposição ao contaminante foram diferentes e esses estudos utilizaram análises em um ciclo celular.

6.2.2 Indicadores de nível de toxidade *Allium cepa*

Referente aos resultados do ensaio de fitotoxicidade aguda frente ao modelo *Allium cepa* (Tabela 4), o resultado de ICR foi enquadrado como sem efeitos significativos para todas as concentrações estudadas (SES): $0,8 \leq \text{ICR} \leq 1,2$.

No caso do IER, as concentrações $0,01 \text{ g.L}^{-1}$ e $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ foram classificadas como dose benéfica ao indivíduo estimulando o seu crescimento, já as demais concentrações apresentaram baixa toxicidade sendo condizente com o resultado do ICR. Essa diferença entre os índices significa além da maior sensibilidade do IER, que os níveis de toxicidade são tão baixos que não demonstram efeitos agudos, mas são capazes de causar efeitos não letais, como o retardo no desenvolvimento da plântula. Ou seja, os testes não demonstraram toxicidade aguda, apenas crônica. Mesma conclusão feita por Leles (2017).

Tabela 4 - Comparação_entre_níveis de toxicidade considerando ICR (%) e IER (%) *Allium cepa* (continua)

Amostra (g.L^{-1})	Nº de sementes expostas	Nº de sementes germinadas	ICR (%) *	IER (%)
Controle	60	46	-	-
0,0001	60	41	0,91*	-0,145 ^(a)
0,0002	60	43	0,85*	-0,035 ^(a)
0,0004	60	43	0,96*	-0,007 ^(a)
0,0008	60	40	0,99*	-0,050 ^(a)

Tabela 4 - Comparação_entre_níveis de toxicidade considerando ICR (%) e IER (%) *Allium cepa* (conclusão)

Amostra (g.L ⁻¹)	Nº de sementes expostas	Nº de sementes germinadas	ICR (%) *	IER (%)
0,001	60	49	0,95*	-0,001 ^(a)
0,005	60	42	1,00*	-0,013 ^(a)
0,01	60	43	0,99*	0,017 ^(e)
0,05	60	41	1,02*	0,012 ^(e)
0,1	60	44	1,01*	-1 ^(a)

Sendo: * sem efeitos significativos; a toxicidade baixa; e =efeito hormose.

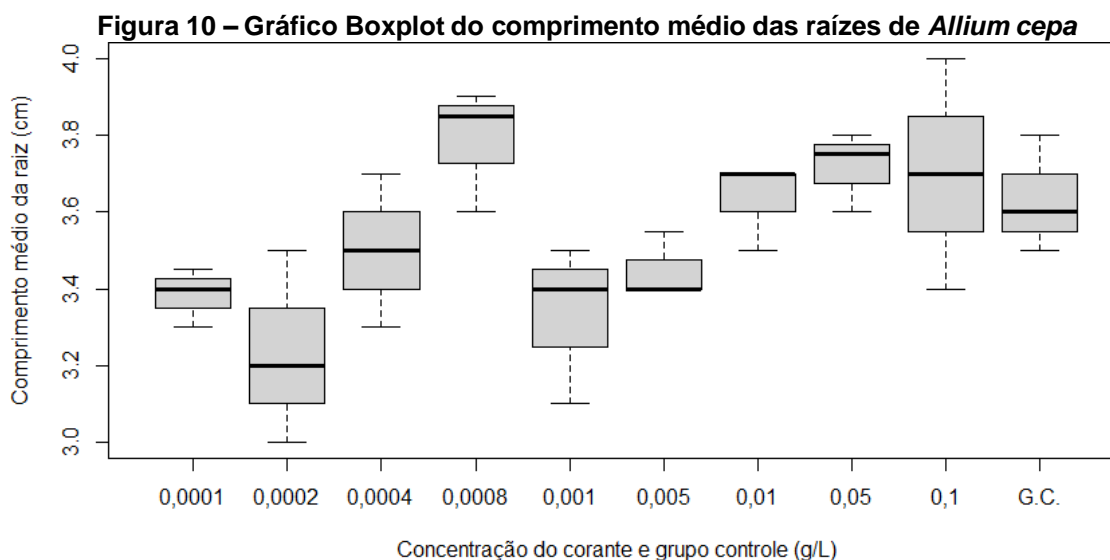
Fonte: Próprio autor (2022)

O índice ICR classificou o corante como baixa toxicidade, mesmo resultado na pesquisa realizada por Frâncica (2020), em análise da toxicidade do azul brilhante e um mix de corante contendo tartrazina. Oliveira et al. (2013), ao estudarem o efeito citotóxico dos corantes eritrosina e azul Brilhante, em concentrações 0,4 e 4,0 mg.L⁻¹, a 24 e 48 horas de exposição, também não verificaram relação a nível celular. Já, Gomes et al. (2013), ao realizar testes com as mesmas concentrações e tempo de exposição ao trabalho citado anteriormente, verificaram efeito citotóxico do corante Tartrazina às células de *Allium cepa*. Resultados controversos como esses demonstram a necessidade de novos estudos sobre a toxicidade desses corantes. Ainda, segundo Lerda (2017), resultados diferentes ao efeito da tartrazina, por exemplo, faz com que ele seja objeto de pesquisa de toxicologistas pelo mundo. Principalmente, pelo fato desse corante estar associado a reações como urticária, asma e hiperatividade (FREITAS, 2012).

6.2.3 Média do crescimento radicular de *Allium cepa*

Analisando ainda, o comprimento médio da raiz (Figura 10), em relação ao controle, as concentrações que apresentaram menor crescimento de raízes foram 0,0001 e 0,0002 (g.L⁻¹), com valores respectivamente de 3,3 cm e 3,1 cm. As demais concentrações apresentaram média de crescimento entre 3,5 a 3,7 cm. Valores próximos foram observados por Frâncica (2020), estudando o corante Azul Brilhante

em sementes de *Allium cepa*, com médias de crescimento de radícula entre 3,08 cm e 3,93 cm.



Fonte: Próprio autor (2022)

Vale salientar que o sistema teste de *A. cepa*, utiliza sementes ou bulbos, para avaliar a toxicidade, por meio de ensaios de germinação, crescimento da raiz e índice mitótico em células meristemas. Essas em contato com a amostra são testadas a nível de fitotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade (SOUZA, 2022). Estudo realizado por Lerda (2017), por exemplo, ao testar o efeito da tartrazina sobre *Allium cepa* L. nas concentrações de 0,1; 1, 3 e 5 ng.ml⁻¹, em relação ao crescimento da raiz, frequência de mitose em zona meristemática e aberrações cromossômicas, observou que a Tartrazina reduz o crescimento radicular.

A simetria da baixa variação entre os valores de crescimento médio das raízes, também é comprovado pela ANOVA (Tabela 5), verificando a não significância dos dados, uma vez que o valor de $p = 0.328$ ($0,01 \leq p$ "menor ou igual a" 0,05), não se pode rejeitar a hipótese nula com nível de significância de 5%. Como também observado para *Lactuca sativa*, concluiu-se que não existe diferença significativa entre as médias dos tratamentos e grupo controle.

Tabela 5 - Análise estatística teste ANOVA *Allium cepa*

Causas de Variação	Graus de Liberdade (GL)	Soma de Quadrados(SQ)	Quadrado Médio (QM)	Falc	r(>F)
Amostra	9	152,6	16,96	1,238	0,328
Residuais	20	274,0	13,70		

Fonte: Próprio autor (2022)

Sabe-se que os corantes alimentícios são genotóxicos e mesmo assim utilizados em larga escala pela indústria, devido às diferentes colorações que eles proporcionam e que caracteriza os produtos comercializados. No entanto, são poucos os corantes que estão comprovados cientificamente da sua ação prejudicial à saúde como é o caso da Tartrazina e Eritrosina. Do ponto de vista da saúde e conservação do meio ambiente, o teste com *Lactuca sativa* e *Allium cepa* por serem de fácil execução e resultados rápidos, devem continuar sendo utilizados com novas metodologias em concentrações diferentes do corante Mix - Blue Jeans. Assim, possibilitando conhecer o potencial de fitotoxicidade do corante. Da mesma forma, segundo Leles (2017) o comportamento detectando baixa toxicidade ou sem toxicidade pode estar relacionado a um tempo de exposição insuficiente, pois há diferentes tempos utilizados na literatura, chegando a até 12 dias.

7. CONCLUSÃO

A partir dos resultados observados nas concentrações, 0,001; 0,0002; 0,0004; 0,0008; 0,001; 0,005 ;0,01; 0,05 e 0,1 g.L⁻¹, avaliadas de Mix - Blue jeans não foram suficientes para diferenciar estatisticamente o crescimento e germinação de sementes em *L. sativa* e *A. cepa*. Do mesmo modo, pelos índices de fitotoxicidade ICR e IER, os mesmos não demonstraram efeito inibidor. Foram considerados com fitotoxicidade baixa ou efeito homerse para ambas espécies.

Salienta-se que a falta de legislação e monitoramento desse poluente emergente na natureza é de suma importância a continuação da pesquisa, visando identificar as concentrações do corante que são consideradas fitotóxicas. Para isso, deve-se testar concentrações maiores e em diversos outros organismos testes.

REFERÊNCIAS

- ADITIVOS E INGREDIENTES. **Os corantes alimentícios**. 2009. Disponível em: https://aditivosingredientes.com.br/upload_arquivos/201602/2016020457300001454331253.pdf. Acesso em: 02 de dez. de 2019
- ÁVILA, C.; BAYONA, J. M.; MARTIN, I.; SALAS, J. J.; GARCIA, J. Emerging organic contaminant removal in a full-scale hybrid constructed wetland system for wastewater treatment and reuse. **Ecological Engineering**, [s.l.], v. 80, p.108-116, jul. 2015. Disponível em: <https://www.journals.elsevier.com/ecological-engineering>. Acesso em: 02 out. 2019.
- ALMEIDA, D. G.; SILVA, M. G. C.; MIRANDA, R. C. M.. Descoloração do corante Índigo Carmim e produção de Lacase por fungos filamentosos. **Scientia Plena**, Recife, v. 8, n. 5, p.1-10, maio 2012. Disponível em: <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/502>. Acesso em: 02 out. 2019.
- AQUINO, R. V. S.; BARBOSA, A. A.; CARVALHO, R. F.; SANTANA, I. L. S.; SILVA, M. G.; ROCHA, O. R. S. Avaliação da degradação fotocatalítica do corante azul brilhante fcf usando os fotocatalisadores dióxido de titânio e óxido de zinco. *In*: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química. **Anais**. São Paulo, São Paulo, 2018.
- ABREU, J. D. de; ADAM, C.; COSTA, A. F.; MIRIAN. S.; KOSLOWSKI., L. A. D. Treatment of affluent derived from serigraphy by electrocoagulation. **Brazilian Journal Of Animal And Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n. 1, p.547-556, jan. 2018. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BJAER/article/view/1440/1327>. Acesso em: 02 out. 2019.
- ALVIM, L. B.; KUMMROW, F.; BEIJO, L. A.; LIMA, C. A. A.; BARBOSA, S. Avaliação da citogenotoxicidade de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L. **Revista Ambientee Água**, v. 6, n. 2, p. 255-265, 2011. doi: 10.4136/ambi-água.198.
- 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. 19581972, 2012.
- ARENZON, A.; PEREIRA NETO, T. J.; GERBER, W. Manual sobre Toxicidade em Efluentes Industriais. **Fiergs-Codema**, [S.L.], v. 1, n. 10, p. 1-37, jan. 2011.
- ARRUDA, M. O.; CODELLOS, L. Li.; SOUZA, F. C. G de; UCHÔ A. K. T.; ARAGÃO, M. E. F. de; OTOCH, M. de L. O. Efeito alelopático e citotoxicidade de momordica charantia l. utilizando *Allium cepa* L. como bioindicador. **Faces da Toxicologia: relatos, experiências e pesquisa**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 51-59, 2021.
- BADERNA, D.; MAGGIONI, S.; BORIANI, E.; GERMMA, S.; MOLteni, M.; LOMBARDO, A.; COLOMBO, A. BoORDONALI, S.; ROTELLA, G. LODI, M. BENFENATI, E. A combined approach to investigate the toxicity of an industrial landfill's leachate: Chemical analyses, risk assessment and in vitro assays.

Environmental Research, v. 111, p. 603–613, 2011.

BIMBI JUNIOR, F. E. **Avaliação da propriedade fotocatalítica de nanopartículas de hidroxiapatita dopadas com $\text{Fe}_3\text{O}_4/\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ aplicadas na degradação de corantes**. 2021. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - Ms, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/4787>. Acesso em: 21 set. 2022.

BARBOSA, A. A. **Degradação de corantes alimentícios utilizando processos fotocatalíticos**. 2019. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Química, Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/33520/1/TESE%20Ada%20Azevedo%20Barbosa.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

BARBOSA, L. M. S. **Avaliação da fitotoxicidade e citogenotoxicidade de Iodo gerado no tratamento de efluentes têxteis utilizando *Allium cepa* L.** 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2016.

BELLIDO, J. D. A ALMEIDA, M. M.; COTTA, A. L. S.; JÚLIO, J. P. O.; VAZ, C. A. S. Fotocatálise heterogênea aplicada no tratamento do corante rodamina B – uso de catalisador de TiO_2 SOB radiação UV. **E-xacta**, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p.11-19, 23 jun. 2019. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcet/article/view/2366/1390>. Acesso em: 02 out. 2019.

BOLONG, N.; ISMAIL, A. F.; SALIM, M. R.; MATSUURA, T. A review of the effects of emerging contaminants in wastewater and options for their removal. **Desalination**, v. 239, p. 229•246, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **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, Poder Executivo, de 13 de maio de 2011. 2011.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. **Informe Técnico nº 68 de 3 de setembro de 2015**. Classificação dos corantes caramelos II, III e IV e dos demais corantes autorizados para uso em alimentos. 2015.

CAREGNATO, F. F. **Análise dos parâmetros de estresse oxidativo em espécies vegetais expostas a poluentes ambientais**. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas: Bioquímica), Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2009.

CHAPARRO, T. R.; PIRES, E. C.; Estudios toxicologicos como herramienta para evaluar el desempeño de un reactor anaerobiode biomasa inmovilizada. **Dyna**, Medellín, v. 77, n. 164, p.284-391, out. 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-

73532010000400028. Acesso em: 02 out. 2019.

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**, São Paulo, v. 31, n. 7, p.1820-1830, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000700038. Acesso em: 02 out. 2019.

COSTA, T. C. **Atividade mutagênica em bacia hidrográfica influenciada por sítio de contaminação de solos**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Ecologia., Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/25144>. Acesso em: 2 out. 2019.

COSTA, C. R. et al. A toxicidade em ambientes aquáticos: discussão e métodos de avaliação. **Química Nova**. Ribeirão Preto, v. 31, n. 7, p. 1820-1830, out./2007 – jan./2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000700038>
Acesso em: 09 nov. 2022.

CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 11., 2015, Campinas. **Avaliação da fitotoxicidade de efluente têxtil contendo corante CI reactive blue 222 após o tratamento por pleurotus ostreatus em biorreator**. Campinas: Unicamp, 2015. 7 p. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/avaliacao-da-fitotoxicidade-de-efluente-txtil-contendo-corante-ci-reactive-blue-222-aps-o-tratamento-por-pleurotus-ostreatus-em-biorreator-19648>. Acesso em: 25 set. 2021.

DAS, S.; DAS, B. Decolorization of different food dyes by 12 types of fungi and toxicity evaluation after fungal treatment. **European Journal of Biomedical and Pharmaceutical Sciences**, v. 4, n. 8, p. 1059•1070, 2017.

DIAS, D. L.; SARAIVA, A. S.; CARVALHO, L. O.; SOUZA, A. I. L.; NASCIMENTO, V. M.; SILVA, A. R. **Fitotoxicidade do herbicida paraquat sobre Lactuca sativa e Solanum lycopersicum**. In: Anais do Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano, Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus RioVerde e Seminário de Avaliação dos Programas de Pós-Graduação do IF Goiano. Anais. Rio Verde(GO) IF Goiano, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/7ceict/112117-FITOTOXICIDADE-DO-HERBICIDA-PARAQUATE-SOBRE-LACTUCA-SATIVA-E-SOLANUM-LYCOPERSICUM>. Acesso em: 04/11/2019.

ESPOSITO, J. B. N. **Influência do MnDFB na tolerância ao estresse oxidativo em plantas de Glycine max expostas ao ozônio e chuva ácida**. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal E Meio Ambiente) Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo-SP, 2012.

FRAGA, K. R.; HARTZ, T. P.; SCHEEREN, C. W. Processos oxidativos avançados eficientes na degradação de corantes alimentícios. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 50161 – 50171, 2021.

FRAGA, K. R.; HARTZ, T. P.; SCHEEREN, C. W. Estudos cinéticos da fotodegradação do corante alimentício amarelo tartrazina por processo oxidativo avançado. **Studies in Education Sciences**, v. 2, n. 3, p. 120 – 129, 2021.

FRÂNCICA, L. S. **Ecotoxicidade dos corantes azul brilhantes FCF e verde folha frente a *Artemia salina* Leach, *Lactuca sativa* L. e *Allium cepa* L.** Trabalho de Conclusão de curso em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2020.

FISKESJO, G. The Allium test as a standard in environmental monitoring, **Hereditas**.v. 102, p. 99 - 112. 1985.

FREITAS, M. S. CORANTE ARTIFICIAL AMARELO TARTRAZINA: uma revisão das propriedades e análises de quantificação. **Acta Tecnológica**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 65-72, 19 fev. 2013. Editora IFMA. <http://dx.doi.org/10.35818/acta.v7i2.90>.

FERMINO, B.. **Lactuca sativa L.: BIOINDICADOR VEGETAL PARA AVALIAÇÃO DE TOXICIDADE DE Zn e Cu.** 2022. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, Instituto Federal Goiano, Rio Verde, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/>. Acesso em: 25 set. 2022.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Corantes. **Revista Food Ingredients**, n. 39, p. 24-46, 2016.

GARCÍA, D. C.; GONZÁLEZ-MENDONZA, D.; CERVANTES-DÍAZ, L.; TREJO, A. M.; JUÁREZ, O. G. Respuesta fisiológica de *Euglena gracilis* al estrés por cobre. **Revista Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1211-1214, 2011.

GEISSEN, V.; MOL, H.; KLUMPP, E.; UMLAUF, G.; NADAL, M.; PLOEG, M. V. D.; VAN DE ZEE, SJOERD E. A. T. M.; RITSEMA, C. J. Emerging pollutants in the environment: a challenge for water resource management. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 3, n. 1, p. 57-65, 2015.

GONÇALVES, G. da C.; NASCIMENTO, M. B. do; BRAGIÃO, M. E. REMOÇÃO DE CORANTE TÊXTIL POR AÇÃO COMBINADA DE ADSORÇÃO/OXIDAÇÃO USANDO CARVÃO ATIVADO IMPREGNADO COM ÓXIDO DE FERRO. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia - Issn: 1984-5693**, Rio de Janeiro, v. 11, p.68-81, 30 jul. 2019. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/revistapct/article/view/1265>. Acesso em: 09 nov. 2019.

GONZÁLEZ, M. G. et al. Toxicity assessment using *Lactuca sativa* L. bioassay of the metal(loid)s As, Cu, Mn, Pb and Zn in soluble-in-water saturated soil extracts from an abandoned mining site. **Journal of Soils and Sediments**, v. 11, n. 2, p. 281–289, 2011. Disponível em: <https://www.ugr.es/~fjmartin/TRABAJOS%20PUBLICADOS%20PDF/JSS%202010>.

pdf. Acesso em: 23 mar. 2022.

GOMES, L. M. **Estudo da otimização do processo Fenton para o descoramento de corantes azo**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências – Química Analítica) – Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

GOMES, K. M. S.; OLIVEIRA, M. V. G. A.; CARVALHO, F. R. S.; MENEZES, C. C.; PERON, A. P. Citotoxicity of food dyes Sunset Yellow (E•110), Bourdeaux Red (E•123), and Tatrazine Yellow (E•102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 218•223, 2013.

GOMES, K. M. S.; OLIVEIRA, M. V. G. A.; CARVALHO, F. R. S.; MENEZES, C. C.; PERON, A. P. Citotoxicity of food dyes Sunset Yellow (E•110), Bourdeaux Red (E•123), and Tatrazine Yellow (E•102) on *Allium cepa* L. root meristematic cells. **Food Science and Technology**, v. 33, n. 1, p. 218•223, 2013.

GROS, M., PETROVIC, M., BARCELÓ, D. Analysis of Emerging Contaminants of Municipal and Industrial Origin. **Springer-Verlag** Berlin Heidelberg, v. 5, p. 37-104, 2008.

GOULART, F. de A. B. **Contaminantes emergentes em um país emergente: estudo de caso no Rio Barigui**. 2017. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná Curitiba, Curitiba, 2017. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UTFPR-12_2c7415e042fb37fd74c7e44984206635. Acesso em: 21 jan. 2020.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F.; Tipos de alface cultivados no Brasil. Embrapa Hortaliças - **Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, v. 75, n. 36477, p. 1–7, 2009. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/783588>. Acesso, nov de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR – **IDEC**. Industrializados – cuidado com os corantes dos alimentos. Disponível em: www.idec.org.br/consultas/dicas-e-direitos/cuidados-com-os-corantes-Dos-alimentos Acesso em: 21 nov. de 2022.

JUSSELINO-FILHO P. Hormese: um pouco de algo perigoso pode ser bom? Tese (Doutorado em Entomologia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG. 2002.
KHEMILA, B. et al. Removal of a textile dye using photovoltaic electrocoagulation. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, v. 7, n. November 2017, p. 27–35, 2018. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352554117300657> Acesso em: 25 set. de 2021.

KOBYLEWSKI, S.; JACOBSON, M. F. Food dyes: A rainbow of risks. Washington: Center for Science in the Public Interest, p.68, 2010.

KOÇ, K.I; PANDIR, D. All aspect of toxic effect of brilliant blue and sunset yellow in *Allium cepa* roots. **Cytotechnology**. [S.l.], p. 449-463. fev. 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5809674/>. Acesso em: 21 set. 2021.

LACERDA, L. P.; MALAQUIAS, G.; PERON, A. P. Antiproliferative action of aqueous extracts of *Hymenaeastigonocarpa* Mart. (Fabaceae) on the cell cycle of *Allium cepa* L. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 89, n. 3 p.1147-1150, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201420130163>.

LEAL, M. S.; DIAS, H. C. T.; MINGOTI, R.; FERREIRA, M. P.; TONELLO, K. C. Definition of priority areas for soil and water conservation in the Itanguá watershed, Capão Bonito, SP state, Brazil. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 2, p. 531-544, 2019.

LELES, D. **Avaliação ecotoxicológica de efluente têxtil com corante utilizando sementes de *Lactuca sativa* e *Allium cepa***. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

LIMA, J. A. V.; STACHIW, R.; MILITÃO, J. S. L. T. A problemática ambiental dos poluentes emergentes: possíveis impactos por hormônios sexuais. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 1, p. 66-74, 2019.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research/reviews In Mutation Research**, [s.l.], v. 682, n. 1, p.71-81, jul. 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383574209000404>. Acesso em: 02 out. 2019.

LERDA, D. The Effects of Tartrazine in *Allium Cepa* L. **Food And Nutrition**, [S.L.], v. 3, n. 101, p. 1-5, ago. 2017. Disponível em: <http://www.jscholaronline.org>. Acesso em: 13 nov. 2020.

LIN, G. H.; D. J. BRUSICK (1986). “**Mutagenicity studies on FD&C red no.3.**” **Mutagenesis** 1(4): 253-9.

MARMITT, S.; PIROTTA, L. V.; STULP, S. Aplicação de fotólise direta e UV/H₂O₂ a efluente sintético contendo diferentes corantes alimentícios. **Química Nova**, 2010. v. 33(2), p. 384–388, 2010.

MERINO, F. J. Z.; RIBAS, D. F.; SILVA, C. B.; DUARTE, A. F. S.; PAULA, C. S.; OLIVEIRA, M.; DIAS, J. F. G.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G. A study of the phytotoxic effects of the aerial parts of *Senecio westermanii* Dusén (Asteraceae) on *Lactucasativa* L. and *Allium cepa* L. seeds, **Braz Journal Pharm. Sci**, v. 54, n. 3, 2018.

MITTAL, A., MITTAL, J., KURUP, L., SINGH, A. K. Process development for the removal and recovery of hazardous dye erythrosine from wastewater by waste materials – Bottom Ash and De-Oiled Soya as adsorbents. **Journal Journal of Hazardous Materials, of Hazardous Materials** B138, p.95-105, 2006.

MOREIRA, J. C., GONÇALVES, E. S., BERETA, M. Contaminantes emergentes. **Revista Química Industrial**, v. 81, n. 738, p. 4-13, 2013.

MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, São Paulo, v. 40, p. 1094-1110, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170091>. Acesso em: 09 nov. 2021.

MTISI, M.; GWENZI, W. Evaluation of the phytotoxicity of coal ash on lettuce (*Lactuca sativa* L.) germination, growth and metal uptake. **Ecotoxicology And Environmental Safety**, [s.l.], v. 170, p.750-762, abr. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651318313344>. Acesso em: 02 out. 2019.

NAPOLEÃO, D. C. **Avaliação e Tratamento dos Contaminantes Emergentes (Ácido Acetilsalicílico, Diclofenaco e Paracetamol) utilizando Processos Oxidativos Avançados**. 2011. 100 f. Dissertação Mestrado em Engenharia Química - Instituto de Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

NIDHEESH, P. V, ZHOU M, OTURAN, M. A. An overview on the removal of synthetic dyes from water by electrochemical advanced oxidation processes. **Chemosphere**. 2018 Apr; 197:210-227. Disponível em: 10.1016/j.chemosphere.2017.12.195. Acesso em: 21 set. 2021.

OLESZCZUK, P.; HOLLERT, H. Comparison of sewage sludge toxicity to plants and invertebrates in three different soils. **Chemosphere**, [s.l.], v. 83, n. 4, p.502-509, abr. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0045653510014669>. Acesso em: 02 out. 2019.

OLIVEIRA, A. P. S. et al. Consumo de corantes artificiais em balas e chicletes por crianças de seis a nove anos. **Analytica**, São Paulo, v. 8, n. 44, p. 79-85, dez. 2009/jan. 2010.

OLIVEIRA, P. F.; SOUZA, D. G.; SIMÕES A. S. M. PACE, R. C.S.; LIRA, A. L.; Influência dos íons cloreto e nitrato na fitotoxicidade dos subprodutos da degradação do diclofenaco de potássio por fotólise solar, Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em ciências. **Anais...** [S.I.]: 2019.

OLIVEIRA, M.V.A. et al. Cytotoxicity of erythrosine (E-127), brilliant blue (E-133) and red 40 (E-129) food dyes in a plant test system / Citotoxicidade dos corantes alimentares erythrosine (E-127), azul brilhante (E-133) e red 40 (E-129) em sistema-teste vegetal. **Acta sci., Biol. sci** ; 35(4): 557-562, out.-dez. 2013.

OLIVEIRA, J. F. R. **Avaliação ecotoxicológica do efluente da ETE - Maratoan utilizando sementes de *Lactuca sativa* L. e *Cucumis sativus* L.** 2021. 65 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal do Ceará, Crateús, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/>. Acesso em: 25 dez. 2021.

OLIVEIRA, T. L. de; SOUSA, M. A. N. de.; LUSTOSA, E. A.; SOUSA, J. M. de .; OLIVEIRA FILHO, A. A. de .; ANJOS, R. M. dos .; NÓBREGA, F. V. A. . Toxicity

and genotoxicity of drugs used in the Covid-19 pandemic through the Allium cepa bioassay. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 13, p. e244111333940, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i13.33940. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33940>. Acesso em: 15 nov. 2022.

PARVAN, L. G. et al. Bioensayo com Allium cepa revela genotoxicidad de herbicida com flumiozarin, **Rev Pan Amaz Saude**, v. 11, 2020. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5123/s2176-6223202000544>>. Acesso em: 6 jun. 2021.

PAVANELLI, S. P. **Degradação de Corantes da Indústria Alimentícia por Processos Oxidativos e Redutivos: Monitoramento por Espectrometria de Massas com Ionização Electrospray (ESI-MS)**. 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química Analítica, Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/SFSA89JSEA/1/disserta_o_de_mestrado_s_rgio_pinton_pavanelli_versao_final.pdf. Acesso em: 9 nov. 2019.

PRADO MA, Godoy HT. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentação e Nutrição**, 2003, 14(2):237-250.

PAULINO, R. S.; NARNPSA, B. C. A.; PESSOA, K. A. R.; SAMPAIO, G. M. M. S. Estudo do efeito da toxicidade em Allium cepa de solução aquosa contaminada com os pesticidas atrazina e metil paration após tratamento biológico fúngico. **Open Science Research**, v. 1, 2022.

PEIXOTO, F.; MARINHO, G.; RODRIGUES, K. Corantes Têxteis: uma revisão, **Holos**, v. 5, 2013, Disponível em: <https://doi.org/10.15628/holos.2013.1239>. Acesso em: 15 nov. 2022.

PEREIRA, A. R. B.; BUENO, F. L.; SANTOS, S. C. BIODEGRADAÇÃO DE CORANTES E EFLUENTES TÊXTEIS POR FUNGOS. **Holos Environment**, Rio Claro, v. 10, n. 2, p.165-179, 8 jul. 2010. Disponível em: <https://cea-unesp.org.br/holos/article/view/2156>. Acesso em: 02 out. 2019.

PESSANHA, R. A. **CONTAMINANTES EMERGENTES EM ÁGUAS BRUTAS E TRATADAS DESTINADAS AO CONSUMO HUMANO NO BRASIL : UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**. 2021. 95 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/xmlui/handle/123456789/1527>. Acesso em: 13 fev. 2022.

PETERNEL, I.; KOPRIVANAC, N.; KUSIC, H. UV-based processes for reactive azo dye mineralization. **Water Research**, [s.l.], v. 40, n. 3, p.525-532, fev. 2006. Elsevier BV. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135405006743>. Acesso em: 02 out. 2019.

PINO, M. R.; MUÑIZ, S.; VAL, J.; NAVARRO, E. Phytotoxicity of 15 common pharmaceuticals on the germination of Lactuca sativa and photosynthesis of Chlamydomonas reinhardtii. **Environmental Science and Pollution Research**

International, v. 23, n. 22, p. 530•541, 2016.

PIRAGIBE, L. A. C. Estágio atual da classificação toxicológica dos corantes para uso alimentar. *Boletim da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 3/4, p. 134-146, 1990.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimento e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p.237-250, 2003. Disponível em: <http://200.145.71.150/seer/index.php/alimentos/article/view/865/744>. Acesso em: 02 out. 2019.

PRADO, M. A.; GODOY, H. T. Teores de corantes artificiais em alimentos determinados por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p.268-273, abr. 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200005. Acesso em: 02 out. 2019.

PRECIADO, D. C.; RENAULT, Q.; MATAMOROS, V.; CAÑADERAS, N.; BAYONA J. M. Uptake of organic emergent contaminants in spath and lettuce: an in vitro experiment. **J Agric Food Chem**. 2012 Feb 29;60(8):2000-7. Disponível em: doi: 10.1021/jf2046224. Epub 2012 Feb 15. PMID: 22293031. Acesso em: 21 set. 2021.

QUEIROZ, V. H. R.; SOUSA, C. P.; CORREIA, A. N. Determinação eletroanalítica do corante sudan I. **Revista Encontros Universitários da UFC**, v. 2, n. 1, p. 1097, 2017.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical.

RECK, I. M.; PAIXÃO, R. M. IMPACTOS AMBIENTAIS DOS CORANTES AZO E TRATAMENTOS DE REMOÇÃO: UMA REVISÃO. **Revista Uningá Review**, Maringa, v. 28, n. 2, p. 61-66, out. 2016. Trimestral. Disponível em: <http://34.233.57.254/index.php/uningareviews/article/view/1865/1464>. Acesso em: 09 set. 2020.

REGULSKA E.; BRUS D. M.; RODZIEWICZ P.; SAWICKA S.; KARPINSKA J. Photocatalytic degradation of hazardous Food Yellow 13 in TiO₂ and ZnO aqueous and river water suspensions. **Catalysis Today**, v. 266, p.72-81, 2016.

RESENDE, M. R. **Mutagenicidade do corante alimentício tartrazina no ensaio Salmonella/Microsoma**. 2015. 144 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia e Inovação, Faculdade de Tecnologia da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/267728/1/Resende_MariellyReis_M.pdf. Acesso em: 2 nov. 2019.

RIBAS, P. P.; SANTOS, E. O.; COSTA, C. C. GONZALES, P. L. S. Estudos sobre remoção de micropoluentes emergentes em efluentes no Brasil: uma revisão sisemática, **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 165 – 175, 2021.

RICHARDSON, Susan D.; TERNES, Thomas A. Water Analysis: emerging contaminants and current issues. **Analytical Chemistry**, [S.L.], v. 90, n. 1, p. 398-428, 30 nov. 2017. Disponível em : <http://dx.doi.org/10.1021/acs.analchem.7b04577>. Acesso em: 12 set. 2019.

RIBEIRO, L. O., BARBOSA, S., BALIEIRO, F. P., BEIJO, L. A., SANTOS, B. R., GOUVEA, C. M. C. P. & PAIVA, L. V. 2012. Fitotoxicidade de extratos foliares de barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville] em bioensaio com alface. **Revista Brasileira de Biociências**, 10(2): 220-225.

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**, [s.l.], v. 17, n. 10, p.1099-1108, out. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662013001000012>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662013001000012&script=sci_abstract&lng=pt. Acesso em: 02 out. 2019.

ROSSETTI, C.; MADRUGA, N. P.; ÁVILA, N. C.; PIRES, A. Caracterização morfológica de alface (*Lactuca ativa* L.), **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 401119 – 40126, 2020. Disponível em: DOI:10.34117/bjdv6n6-520>. Acesso em 12 out. 2021.

SÁ, F. P. **Adsorção e Fotodegradação de Corantes, Amarelo Crepúsculo e Azul Brilhante, para Tratamento de Efluentes de Indústrias Alimentícias**, Goiânia, 2013. 109 p. Tese de Doutorado – Instituto de Química da Universidade Federal de Goiás.

SANTANA, J. da S. **Determinação de contaminantes emergentes em mananciais de água bruta e na água para consumo humano do Distrito Federal**. 2013. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/13822>. Acesso em: 25 set. 2021.

SANTO, D. E. **Toxicidade em nível celular e fitotoxicidade do octocrileno em *Allium cepa* L.** 2022. 74 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/29378>. Acesso em: 25 set. 2022.

SANTOS, S. C. dos. **Caracterização e ranqueamento de cultivares de *Lactuca sativa* L. (Asteraceae) e *Allium cepa* L. (Alliaceae) na padronização de bioensaios para fitotoxicidade**. 2016. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2016.

SANTOS, M. M. de M. **Degradação dos corantes alimentícios eritrosina e azul brilhante por processos oxidativos avançados fotoquímico e fotocatalítico**. Dissertação de mestrado, Programa de pós graduação em engenharia química, Universidade federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, M. G. N.; SANTOS, D. M.; BARBOSA, A. A.; AQUINO, R. V. S.; CARVALHO, R. F.; NASCIMENTO JUNIOR, W. J.; SANTANA, I. L. S.; BENACHOUR, M.; ROCHA, O. R. S. Avaliação da toxicidade na degradação de corante alimentício por sistema fotocatalítico. *In: 59º Congresso Brasileiro de Química. Anais [...]* João Pessoa, Pernambuco, 2019. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2019/trabalhos/5/1304-27992.html>. Acesso em: 11 jan. 2021.

SILVA, A. P. S.; SILVA, T. S.; SANTOS, A. A.; RIBEIRO, K. G.; MARQUES, M. M. M.; ALMEIDA, P. M.; PERON, A. P. Toxicity of Carmine Cochineal and Caramel IV Dyes to Terrestrial Plants and Micro-crustaceans. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 231, n. 6, 2020.

SILVA, E. A.; MARCELINO, A. F. A.; OLIVEIRA, D. M.; NETO, L. G. M. Estudos das informações nos rótulos sobre os corantes utilizados em balas, gomas e confeitos, **Revista de Agroecologia no Seminário (RAS)**, Sousa – PB, v. 5, n. 4, p. 10 – 26, 2021.

SILVA, C. G. A. da; COLLINS, C. H. Aplicações de cromatografia líquida de alta eficiência para o estudo de poluentes orgânicos emergentes. **Revista Química Nova**, v. 34, n. 4, p. 665-676, 2011.

SILVA, H. T. **Avaliação da exposição ocupacional em garimpeiros do vale do Jequitinhonha MG, usando biomarcadores de estresse oxidativo e genotoxicidade**. 2021. 94 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia, Ambiente e Sociedade, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Teófilo Otoni, 2021. Disponível em: <http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/2935>. Acesso em: 21 set. 2022.

SIMÕES, M. S.; MADAIL, R. H.; BARBOSA, S.; NOGUEIRA, M. L. (2013), “Padronização de bioensaios para detecção de compostos alelopáticos e toxicantes ambientais utilizando alface”. **Biotemas**, v. 26, n. 3, p. 29-36. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n3p29>.

SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L) *In: MORALES, G. C. (Ed.). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones*. 1. ed. México: **Instituto Mexicano de Tecnología del Agua**, 2004. 71 p. Disponível em: <https://idbncidrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/26391/IDL-26391.pdf?sequence=106> Acesso em: ago. de 2019.

SOARES, Gabriel Dias. **Processos oxidativos avançados para o tratamento de efluentes contaminados com medicamentos do tratamento de covid-19**. 2022.46 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/237527>. Acesso em: 25 ago. 2022.

SOARES, A.F.S.; LEÃO, M.M.D. Contaminação dos mananciais por micropoluentes e a precária remoção desses contaminantes nos tratamentos convencionais de água para potabilização. **Doutrina Internacional Ensaio**, v. 14, n. 24, p. 36 - 85, jan./jun. 2015. Disponível em; <http://doi.org/10.5935/1809-8487.20150002> , Acesso em: 20 set. 2021.

SOUZA, R. B.; SOUZA, C. P.; GUIMARÃES, J. R. Environmentally realistic concentrations of eprinomectin induce phytotoxic and genotoxic effects in *Allium cepa*, **Environmental Science and Pollution Research**, v. 29, p. 80983 – 80993, 2022.

SPELLMEIER, J. G., & STÜLP, S. (2009). Avaliação da degradação e toxicidade dos corantes alimentícios eritrosina e carmim de cochonilha através de processo fotoquímico. **Revista Acta Ambiental Catarinense**, 6(1/2), 65-83.

TABREZ, S.; SAHKIL, S.; UROOJ, M.; DAMANHORI, G.A.; ABUZENADAH, A.M.; AHMAD D. Genotoxicity testing and biomarker studies on surface water: an overview of the techniques and their efficacies. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 29, n. 3, p. 250- 275, 2011.

TANAKA, T. Reproductive and neurobehavioural toxicity study of erythrosine administered to mice in the diet. **Food and Chemical Food and Chemical Toxicology**, v.39, Toxicology p.447-454, 2001.

TONETTO, A.; HUANG, J. Y.; GONÇASLVES, R. O uso de aditivos de cor e sabor em produtos alimentícios. Disciplina FBT 201 – Tecnologia de Alimentos. São Paulo, 2008. Disponível em: <http://www.luzimarteixeira.com.br/wp-content/uploads/2010/04/aditivos-de-cor-e-sabor-nos-alimentos.pdf> . Acesso em: 02 out. 2019.

VALDEZ, A. S. B.; VERA, M. G. D. P.; PALMER, R. V.; BOROSKI, M.; TOCI, A. T. Estudo de degradação de corantes alimentícios artificiais via oxigênio singlete (O₂-) utilizando simulador espectral com lâmpada LED RGB, **Revista Virtual Química**, v. 14, n. 4, p. 729 – 736, 2022.

VALERIO, M. E.; GARCÍA, J. F.; PEINADO, F. M. Determination of phytotoxicity of soluble elements in soils, based on a bioassay with lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 378, n. 1-2, p.63-66, maio 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969707000484>. Acesso em: 02 out. 2019.

VIANA, T. S. **Avaliação da ecotoxicidade da água produzida de petróleo antes e após diferentes tratamentos em organismos aquáticos (Danio rerio, Vibrio fischeri, Daphnia similis, Daphnia magna, Chironomus riparius e Dugesia tigrina)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Toxicologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2021. doi:10.11606/D.60.2021.tde-30092021-161257. Acesso em: nov de 2022.

VIANA, L. O.; MARTINS, K. G.; SOUZA, K. V. STRAPARA, E. C. Fitotoxicidade de efluente da indústria cervejeira em sementes de *Lactuca sativa* L. **Revista Internacional de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 265,275, 2017. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/30072>. Acesso em: 25 set. 2021.

VIEIRA, L.F. A., GEDRATE, L. S., CAMPOS, J. M., DAVIDE L.C. Spent Pot

Liner (SPL) induced DNA damage and nuclear alterations in root tip cells of *Allium cepa* as a consequence of programmed cell death. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21232797/>. Acesso em: 02 out. 2019.

VIEIRA, I. . F., SOUZA, R. K. A. de., & TEIXEIRA, A. Z. . A. (2020). Avaliação de citotoxicidade dos corantes alimentares por bioensaio com *Allium cepa* L: doi.org/10.29327/217514.6.12-1. **Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação**, 6(12), 08. 2020.

WANG, W.. Root elongation method for toxicity testing of organic and inorganic pollutants. **Society Of Environmental Toxicology And Chemistry**, [s.l.], v. 6, n. 5, p.409-414, 1987. Disponível em: <https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/etc.5620060509>. Acesso em: 02 out. 2019.

YANG, X.; WANG, J.; ZHAO, X.; WANG, Q.; XUE, R. Increasing manganese peroxidase production and biodecolorization of triphenylmethane dyes by novel fungal consortium. **Bioresource Technology**, [s.l.], v. 102, n. 22, p.10535-10541, nov. 2011. Quinzenalmente. Disponível em: https://www.academia.edu/5553539/Increasing_manganese_peroxidase_production_and_biodecolorization_of. Acesso em: 02 out. 2019.

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, n. 2, p. 182- 186, 2012.

ZHANG, C.; LAI, C.; ZENG, G.; HUANG, D.; YANG, C.; WANG, Y.; CHENG, M. Efficacy of carbonaceous nanocomposites for sorbing ionizable antibiotic sulfamethazine from aqueous solution. **Water research**, v. 95, p. 103-112, 2016.