

RESSALVA

Atendendo solicitação da autora, o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 20/02/2026.

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR)**

**AVALIAÇÃO TOXICOGENÉTICA DE EFLUENTES GERADOS EM SALÕES DE
BELEZA, APÓS USO DE TINTURA CAPILAR**

LETÍCIA CRISTINA GONÇALVES

**Rio Claro - SP
2024**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
(BIOLOGIA CELULAR E MOLECULAR)**

**AVALIAÇÃO TOXICOGENÉTICA DE EFLUENTES GERADOS EM SALÕES DE
BELEZA, APÓS USO DE TINTURA CAPILAR**

LETÍCIA CRISTINA GONÇALVES

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular).

Orientadora: Profa. Dra. Maria Aparecida Marin-Morales

Coorientador: Prof. Dr. Matheus Mantuanelli Roberto

Rio Claro - SP

2024

G635a Gonçalves, Leticia Cristina
Avaliação toxicogenética de efluentes gerados em salões de beleza,
após uso de tintura capilar / Leticia Cristina Gonçalves. -- Rio Claro,
2024
177 p.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientadora: Maria Aparecida Marin Morales
Coorientadora: Matheus Mantuanelli Roberto

1. Ecotoxicidade. 2. Genotoxicidade. 3. Mutagenicidade. 4. Testes
in vitro. 5. Testes in vivo. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: AVALIAÇÃO TOXICOGENÉTICA DE EFLUENTES GERADOS EM SALÕES DE BELEZA, APÓS USO DE TINTURA CAPILAR

AUTORA: LETÍCIA CRISTINA GONÇALVES

ORIENTADORA: MARIA APARECIDA MARIN MORALES

COORIENTADOR: MATHEUS MANTUANELLI ROBERTO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular), pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. MARIA APARECIDA MARIN MORALES (Participação Virtual)
Depto de Biologia Geral e Aplicada / Unesp - IB Rio Claro



Documento assinado digitalmente
MARIA APARECIDA MARIN MORALES
Data: 2024/02/24 13:45:41 -0500
Verifique em: <https://validar.ri.gov.br>

Profa. Dra. LARISSA FONSECA ANDRADE VIEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Biologia / Universidade Federal de Lavras



Documento assinado digitalmente
LARISSA FONSECA ANDRADE VIEIRA
Data: 2024/02/24 18:34:33 -0500
Verifique em: <https://validar.ri.gov.br>

Prof. Dr. BRUNO FIORELINI PEREIRA (Participação Virtual)
Departamento de Ciências Biológicas / Universidade Federal de São Paulo



Documento assinado digitalmente
BRUNO FIORELINI PEREIRA
Data: 2024/02/24 18:32:35 -0500
Verifique em: <https://validar.ri.gov.br>

Prof. Dr. BRUNO DO AMARAL CRISPIM (Participação Virtual)
Universidade Federal de Grande Dourados



Documento assinado digitalmente
BRUNO DO AMARAL CRISPIM
Data: 2024/02/24 18:27:39 -0500
Verifique em: <https://validar.ri.gov.br>

Profa. Dra. BRUNA DE CAMPOS VENTURA CAMARGO (Participação Virtual)
Centro Universitário Sudoeste Paulista



Documento assinado digitalmente
BRUNA DE CAMPOS VENTURA CAMARGO
Data: 2024/02/24 20:03:22 -0500
Verifique em: <https://validar.ri.gov.br>

Rio Claro, 20 de fevereiro de 2024

*Dedico este trabalho aos meus pais, Sergio (in memoriam) e Carmem,
a minha irmã Priscila e ao meu marido Diego,
por todo o amor e apoio nas minhas decisões.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me dar forças para vencer os obstáculos e colocar sempre pessoas iluminadas no meu caminho. Por ser meu refúgio, coragem e porto seguro.

Aos meus queridos pais, Sergio e Carmem, por sonharem meus sonhos comigo. Vocês são os grandes responsáveis por essa conquista e tantas outras na minha vida! Pai, obrigada pelas melhores lembranças e ensinamentos. Você sempre será meu grande amor e permanecerá vivo em meu coração, sinto muito a sua falta!

Ao meu marido Diego, pelo apoio, ajuda, companheirismo e sempre estar ao meu lado, não me deixando desistir! Obrigada pela companhia durante esse trabalho, pela paciência, pelo colo, pelos mimos, amor e carinho. Obrigada por partilhar a vida ao meu lado.

À minha irmã Priscila, por todos os cuidados, conversas, apoio, amizade e, acima de tudo, ser uma segunda mãe para mim nessa vida.

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Aparecida Marin Morales, por me aceitar como integrante do seu grupo de pesquisa por tantos anos. Sou eternamente grata pela oportunidade! Obrigada pela paciência, compreensão, todos os ensinamentos sempre com muito carinho e dedicação, os conselhos e acima de tudo sua amizade.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Matheus Mantuanelli Roberto, por aceitar me coorientar nesta jornada, ser uma pessoa sempre presente, compreensiva e paciente. Obrigada por todo carinho e pela amizade.

À Profa. Dra. Lilian Cristina Pereira, pela parceria eficaz e recepção carinhosa estabelecida para o desenvolvimento dos experimentos com *Danio rerio* em seu laboratório TOXICAM, na UNESP de Botucatu/SP.

À Profa. Dra. Dejanira de Franceschi de Angelis e ao Valdenilson José Alves de Oliveira (Zito), por proporcionarem os experimentos com *Daphnia* sp. em seu laboratório.

À Profa. Dra. Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi, pelo auxílio nas análises químicas.

Às minhas parceiras de trabalho de Botucatu, Paloma e Cristina, por todos os ensinamentos, ajuda e desenvolvimento dos experimentos com *Danio rerio*.

À todos os meus amigos e colegas mutagênicos: Adriana, Nádia, Laís, Letícia Gigeck, Letícia Rocha, Letícia Rosa, pelo convívio mais que especial.

Às duas mutagênicas especiais, Adriana e Letícia Gigeck, as quais sempre estavam presentes me auxiliando nos experimentos, independente de dias e horários. Obrigada por me ajudarem a executar esse trabalho e, acima de tudo, pela amizade!

Às minhas amigas de trabalho, Júlia, Bianca e Jennifer, por me ajudarem sempre que necessário e serem minhas fiéis escudeiras.

A Fundação Hermínio Ometto-FHO, por permitir o desenvolvimento de alguns experimentos e por fornecer os materiais utilizados.

A todos os professores do Departamento de Biologia e do Programa de Pós-Graduação, área de Biologia Celular e Molecular, pela transmissão de conhecimento durante o doutorado.

A todos os colegas do Departamento de Biologia pelo convívio agradável.

Muito obrigada!!

*"Aqueles que passam por nós, não vão
sós, não nos deixam sós. Deixam um
pouco de si, levam um pouco de nós"*

O Pequeno Príncipe

RESUMO

O processo de coloração capilar é caracterizado como uma técnica milenar de embelezamento humano que perdura até os tempos atuais. Entretanto, esta técnica gera efluentes que impactam diretamente o meio ambiente e a saúde humana. Diante deste cenário, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial toxicogenético de dois efluentes gerados em salões de beleza, após tingimento capilar com a coloração castanha: EC- efluentes provenientes da lavagem capilar, após uso da tintura, com xampus e condicionadores e ET- efluentes provenientes da lavagem capilar, após uso da tintura, somente com água. As avaliações da ecotoxicidade destas amostras foram realizadas por meio de bioensaios *in vivo*, com os organismos-testes *Allium cepa*, *Lactuca sativa*, *Danio rerio*, *Artemia salina* e *Daphnia similis*, e *in vitro*, com cultura de células hepáticas humanas HepG2/C3A. A avaliação da carga poluidora dos efluentes estudados (EC e ET) foi realizada por meio de análises físico-químicas básicas, com sonda multiparâmetro (Horiba®). Os resultados demonstraram um aumento da condutividade e turbidez, indicando que ambos os efluentes podem comprometer o corpo receptor, principalmente, se lançado sem tratamento em corpos hídricos de baixa vazão. Os bioensaios com *A. cepa* mostraram citotoxicidade (alteração do índice mitótico) e genotoxicidade (presença de alterações cromossômicas) para ambos os efluentes (EC e ET), inferindo uma ação aneugênica para os tratamentos realizados com amostras filtradas (F) e não filtradas (NF) em filtro de PVDF (0,45 µm), para as mais altas concentrações. Não foi observado nos ensaios realizados com esse bioindicador a indução de micronúcleos em F1, para nenhum dos tratamentos e diluições testadas. Já os bioensaios com *L. sativa*, apresentaram diminuições nas taxas de crescimento e de germinação. As diluições testadas do EC-NF apresentaram IC₅₀ de 63.14%, enquanto que para EC-F, este índice foi de 65.05%. Já em relação ao tratamento ET-NF, foi verificado um IC₅₀ igual a 73.59%, enquanto que o ET-F apresentou um valor de 90,28%. Por esses resultados, é possível inferir que os efluentes de salão de beleza, contaminados com a tintura capilar castanha e resíduos de xampu e condicionador, apresentaram menor fitotoxicidade, quando filtradas em filtro PVDF, em comparação ao mesmo tratamento sem a filtragem em PVDF. Os bioensaios aquáticos demonstraram toxicidade para ambos efluentes: *D. similis* (CE₅₀ de 3,43% para EC; 0,54% para ET); *A. salina* (CL₅₀ de 8,327% para EC; 3,874% para ET); *D. rerio* (CL₅₀ de 3,90-4,93% para EC; de 6,37-6,59% para ET). Além do parâmetro CL₅₀, foram avaliados também outros *endpoints*, por ensaios realizados com o bioindicador *D. rerio*. Nestes ensaios, foi constatado a mortalidade e processo de coagulação dos ovos, após 144 hpf, para a exposição EC (3,25 e 6,125%) e ET (12,5%), assim como edema de pericárdio e do saco vitelino, após 72 hpf, para a concentração do ET (6,25%). Os resultados das avaliações de ecotoxicidade aquática indicam que as tinturas capilares, mesmo em concentrações residuais, apresentam alto potencial tóxico para a biota aquática, efeito este comprovado pela indução de danos em todos os bioindicadores aquáticos utilizados no estudo. Por fim, pelo ensaio do MTT, realizados com células HepG2/C3A, foi observado citotoxicidade para as concentrações de 100,0% e 50% do EC, e para as concentrações de 100,0%, 50% e 25% do ET. As amostras 100,0% dos EC e ET, assim como as amostras diluídas 50% e 25% para ET também demonstraram citotoxicidade, pelo teste de exclusão do Azul de Tripán. Esses resultados indicam o comprometimento na integridade e permeabilidade da membrana plasmática, além de prejuízos nas atividades mitocondriais. Os resultados do ensaio do cometa demonstraram genotoxicidade para todas as amostras testadas, enquanto nenhum efeito mutagênico foi identificado pelo teste do MN, como também observado para o bioindicador *A. cepa*. Dessa forma, os resultados *in vitro* indicam que concentrações residuais dos efluentes causaram danos primários ao DNA. Foi observado ainda uma diminuição no índice de proliferação após-bloqueio da citocinese (IPBC) e no índice de replicação celular (IR) das culturas submetidas aos efluentes, sugerindo interferências e atrasos

no ciclo celular. Todos os resultados obtidos, tanto pelos bioensaios *in vivo* quanto *in vitro*, evidenciam que as tinturas capilares, mesmo em concentrações residuais, podem comprometer a qualidade ambiental e causar danos à saúde humana. Esses dados alertam para a necessidade desses efluentes passarem por tratamentos prévios, antes de serem lançados no ambiente.

Palavras-chave: ecotoxicidade aquática; citotoxicidade; genotoxicidade; mutagenicidade; embriotoxicidade, testes *in vivo* e *in vitro*.

ABSTRACT

The hair coloring process is characterized as an ancient technique of human beautification that lasts until the the current times. However, this technique generates effluents that directly impact the environment and human health. In view of this scenario, the present study aimed to evaluate the toxicogenetic potential of two effluents generated in beauty salons after hair dyeing with brown coloring: EC - effluents from hair washing, after use of the dye, with shampoos and conditioners and ET - effluents from hair washing, after use of the dye, only with water. The ecotoxicity evaluations of these samples were carried out by means of *in vivo* bioassays, with the test organisms *Allium cepa*, *Lactuca sativa*, *Danio rerio*, *Artemia salina* and *Daphnia similis*, and *in vitro*, with HepG2/C3A human liver cell culture. Assessment of the polluting load of effluents studied (EC and ET) was carried out by means of basic physicochemical analyses, with a multiparameter (Horiba®). The results showed an increase in conductivity and turbidity, indicating that both effluents can compromise the receiving body, especially if discharged without treatment into low flow water bodies. The bioassays with *A. cepa* showed cytotoxicity (alteration of the mitotic index) and genotoxicity (presence of chromosomal alterations) for both effluents (EC and ET), inferring an aneugenic action for the treatments performed with filtered (F) and unfiltered (NF) samples in a PVDF filter (0.45 µm), for the highest concentrations. In the assays performed with this bioindicator, the induction of micronuclei in F1 was not observed for any of the treatments and dilutions tested. On the other hand, the bioassays with *L. sativa* showed decreases in growth and germination rates. The dilutions of EC-NF tested showed CI₅₀ of 63.14%, while for EC-F, this index was 65.05%. Regarding the ET-NF treatment, a CI₅₀ equal to 73.59% was verified, while the ET-F presented a value of 90.28%. From these results, it is possible to infer that beauty salon effluents, contaminated with brown hair dye and shampoo and conditioner residues, showed lower phytotoxicity when filtered in a PVDF filter, compared to the same treatment without PVDF filtration. Aquatic bioassays showed toxicity to both effluents: *D. similis* (EC₅₀ of 3.43% for EC; 0.54% for ET); *A. salina* (LC₅₀ of 8.327% for CE; 3.874% for ET); *D. rerio* (LC₅₀ from 3.90-4.93% for CE; from 6.37-6.59% for ET). In addition to the LC₅₀ parameter, other endpoints were also evaluated by assays performed with the *D. rerio* bioindicator. In these trials, mortality and coagulation process of eggs after 144 hpf were observed for EC (3.25 and 6.125%) and ET (12.5%) exposures, as well as pericardial and yolk sac edema after 72 hpf for ET concentration (6.25%). The results of the aquatic ecotoxicity evaluations indicate that hair dyes, even in residual concentrations, have a high toxic potential for the aquatic biota, an effect proven by the induction of damage in all aquatic bioindicators used in the study. Finally, the MTT assay, performed with HepG2/C3A cells, showed cytotoxicity for concentrations of 100.0% and 50% of EC, and for concentrations of 100.0%, 50% and 25% of ET. The 100.0% EC and ET samples, as well as the 50% and 25% diluted ET samples, were also shown to be cytotoxic by the Tripán Blue exclusion test. These results indicate a compromise in the integrity and permeability of the plasma membrane, as well as impairments in mitochondrial activities. The results of the comet assay demonstrated genotoxicity for all samples tested, while no mutagenic effect was identified by the MN test, as also observed for the bioindicator *A. cepa*. Thus, the *in vitro* results indicate that residual concentrations of the effluents caused primary DNA damage. A decrease in the post-cytokinesis blockade proliferation index (IPBC) and in the cell replication index (RI) of the cultures submitted to effluents was also observed, suggesting interference and delays in the cell cycle. All the results obtained, both by *in vivo* and *in vitro* bioassays, show that hair dyes, even in residual concentrations, can compromise environmental quality and cause damage to human health. These data alert to the need for these effluents to undergo prior treatments, before being released into the environment.

Keywords: aquatic ecotoxicity; cytotoxicity; genotoxicity; mutagenicity; embryotoxicity, *in vivo* and *in vitro* tests.

LISTA DE FIGURAS

3. Revisão de Literatura.....	24
Figura 1- Exemplificação da <i>Daphnia similis</i>	29
Figura 2- Exemplificação de náuplio <i>Artemia salina</i> nas fases II e III.	31
Figura 3- Dimorfismo sexual em zebrafish	33
4. Material e Métodos.....	37
Figura 4- Delineamento experimental da avaliação ecotoxicogenética dos efluentes de salão de beleza, contaminados com resíduos de tintura capilar	39
Artigo 1. Aspectos ecotoxicológicos das tinturas capilares - uma revisão.....	43
Figura 1- Estrutura da Lawsone (2-hidroxi-1,4-naftoquinona), o corante natural da Henna. ..	47
Figura 2- Fórmula estrutural de p-fenilenodiamina (PPD):.....	55
Figura 3- Fórmula estrutural do p-aminofenol (PAP):	55
Artigo 2. Influência da Filtração em Membranas de PVDF na Redução da Toxicidade de Efluentes de Salões de Beleza	74
Figura 1 – Curvas de regressão obtida com os dados germinação de sementes de <i>Lactuca sativa</i> submetidas aos diferentes tratamentos avaliados.	82
Figura 2 - Resultados do teste de citotoxicidade (índice mitótico), realizado com <i>A. cepa</i> , após exposição aos diferentes efluentes, nas suas correspondentes diluições.	85
Figura 3 - Resultados do teste de genotoxicidade (indução de alterações cromossômicas e nucleares), realizado com <i>A. cepa</i> , após exposição aos diferentes efluentes, nas suas correspondentes diluições.....	85
Artigo 3. Avaliação da toxicidade residual de efluentes de salão de beleza sob células humanas.....	103
Figura 1 - Viabilidade celular avaliada pelos testes do MTT e do Azul de Tripan em células HepG2/C3A, após a exposição a efluentes de tintura capilar castanha.....	113
Figura 2 – Comparação dos resultados obtidos nos testes do MTT e do Azul de Tripan realizados com células HepG2/C3A, após a exposição a efluentes de tintura capilar.	114
Artigo 4 - Toxicity of beauty salon effluents contaminated with hair dye on aquatic organisms.....	131

Figure 1. Mortality in zebrafish (<i>Danio rerio</i>) embryos	141
Figure 2. Pericardial and yolk sac edema in zebrafish (<i>Danio rerio</i>)	142
Figure 3. Standard curve for hair dye mixture obtained by linear regression. Readings were performed at 290 nm, the most suitable wavelength for maximum light absorption.....	144

LISTA DE TABELAS

4. Material e Métodos.....	37
Tabela 1 - Componentes da tintura capilar castanha avaliada no presente estudo.	37
5. Resultados e Discussões.....	42
Artigo 1. Aspectos ecotoxicológicos das tinturas capilares - uma revisão.....	43
Tabela 1- Fórmulas estruturais e moleculares de corantes ácidos utilizados na formulação de corantes temporário e seus efeitos adversos:	48
Tabela 2- Fórmulas estruturais e moleculares de nitroanilinas utilizadas nas formulações de corantes semipermanentes e seus efeitos adversos:.....	50
Tabela 3- Fórmulas estruturais e moleculares de compostos catiônicos utilizadas nas formulações de corantes semipermanentes e seus efeitos adversos:	51
Tabela 4- Fórmulas moleculares e estruturais de acopladores de reação e seus efeitos adversos:	53
Tabela 5 - Resumo das principais patologias cancerígenas relacionadas à exposição humana a corantes capilares.....	61
Artigo 2. Influência da Filtração em Membranas de PVDF na Redução da Toxicidade de Efluentes de Salões de Beleza	74
Tabela 1 - Resultados e os desvios padrão das taxas de germinação de sementes de alface, crescimento de raiz e de fitotoxicidade, após a exposição às amostras do efluente completo (EC).	83
Tabela 2 - Resultados e os desvios padrão das taxas de germinação de sementes de alface, crescimento de raiz e de fitotoxicidade, após a exposição às amostras do efluente da tintura capilar (ET).....	83
Artigo 3. Avaliação da toxicidade residual de efluentes de salão de beleza sob células humanas.....	103
Tabela 1 - Resultados do Ensaio do Cometa realizado com células HepG2/C3A, após a exposição aos efluentes de tintura capilar castanha.....	115
Tabela 2 - Resultados do teste do micronúcleo realizado com células C3A/HepG2, após a exposição às amostras de efluentes contendo tintura capilar castanha.....	116

Artigo 4 - Toxicity of beauty salon effluents contaminated with hair dye on aquatic organisms..... 131

Table 1. Mean mortality of *Artemia salina* during the 48-h exposure to different concentrations of DE and CE..... 139

Table 2. Mean mortality of *Daphnia similis* for 48 h exposure to different concentrations of DE and CE. 140

Table 3. Results of LC₅₀ after exposure to DE and CE during different periods (24, 96, and 144 hpf). 142

Table 4. Results of physicochemical analyses of DE and CE samples, obtained with the multiparameter probe..... 143

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIHPEC - Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABSB - Associação Brasileira dos Salões de Beleza

AC - Aberrações cromossômicas

ACit - Atividade citostática

ANABEL - Associação Nacional dos Distribuidores de Artigos de Beleza

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

BB - Base de Bandrowski

BCRJ - Banco de Células do Rio de Janeiro

BOD - Biological Oxygen Demand

CAS - Chemical Abstract Service

CBPI - Índice de proliferação por bloqueio de citocinese

CL₅₀ - Concentração letal a 50% da população exposta

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CONCEA - Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal

CN - Controle Negativo

CP - Controle Positivo

DMSO - Dimetilsulfóxido

DNA - Ácido desoxirribonucleico

DSS - Dodecil Sulfato de Sódio

EEC - European Economic Community

EC - Efluente complete

EC₅₀ - Concentração efetiva em 50% da população exposta

ET - Efluente da tintura

ETEs - Estações de Tratamento de Esgoto

F - Filtrado

FET - The Fish Embryo Acute Toxicity

HepG2/C3A - Linhagem celular de carcinoma hepatocelular humano

IARC - *International Agency for Research on Cancer* (Agência Internacional de Pesquisa em Câncer)

IGen - Índice de Genotoxicidade

IM - Índice Mitótico

IMutF1 - Índice de mutagenicidade

INCI - Nomenclatura Internacional de Ingredientes Cosméticos

IPBC - Índice de Proliferação com Bloqueio de Citocinese

IPCS - Programa Internacional de Segurança Química

IR - Índice de replicação

MMS - Metilmetanosulfonato

MN – Micronúcleo

MTT - *Thiazolyl blue tetrazolium bromide*

NF- Não filtrado

NHL - Linfoma não Hodgkin

NP - Nanopartículas

OD - Oxigênio dissolvido

OECD - *Organisation for Economic Co-operation and Development* (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico)

OMS - Organização Mundial de Saúde

PAP - Para-aminofenol

PBS - Solução salina tamponada com fosfato

PCPs - Produtos de cuidados pessoais

PPD - P-fenilenodiamina

PMut - Potencial Mutagênico

PPD - Parafenilenodiamina

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

PTD - Para-toluenodiamina

PVDF - Filtro de fluoreto de polivinilideno

RSC - Resorcinol

SABRAE - Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SDM - Síndrome Mielodisplásica

SDS - Sodium Dodecyl Sulfate

TDS - Sólidos totais dissolvidos

TF - Taxa de fitotoxicidade

USEPA - *United States Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos)

WHO - *World Health Organization* (Organização Mundial de Saúde)

SUMÁRIO

1. Introdução	20
2. Objetivos.....	23
2.1 Objetivo geral	23
2.2 Objetivos específicos.....	23
3. Revisão de Literatura.....	24
3.1 Breve histórico da utilização de tinturas capilares	24
3.3 Bioindicadores de ensaios ecotoxicológicos <i>in vivo</i>	26
3.3.1 Bioindicadores vegetais.....	26
3.3.2 Bioindicadores aquáticos.....	28
3.4 Bioindicadores de ensaios ecotoxicológicos <i>in vitro</i>	33
4. Material e Métodos	37
4.1 Característica da tintura capilar utilizada no estudo	37
4.2 Obtenção e processamento dos efluentes para uso nos bioensaios	37
4.3 Lavagem das vidrarias para realização dos bioensaios	38
4.4 Delineamento experimental.....	39
4.5 Bioindicadores <i>in vivo</i>	40
4.5.1 Bioindicadores vegetais.....	40
4.5.2 Bioindicadores aquáticos.....	40
4.6 Bioindicador <i>in vitro</i>	40
4.7 Análises físico-químicas.....	41
4.8 Análise espectrofotométrica	41
4.9 Análise estatística	41
5. Resultados e Discussões	42
Artigo 1. Aspectos ecotoxicológicos das tinturas capilares - uma revisão.....	43
1. Introdução.....	44

2. Revisão bibliográfica.....	45
2.1 Tipos de colorações capilares	46
2.1.1. Coloração Natural.....	46
2.1.2. Coloração Sintética.....	47
2.2 Corante capilar como agente tóxico	56
2.3 Corante capilar como agente tóxico para humanos	57
2.4 Corantes capilares como contaminantes ambientais	63
3. Conclusão	65
4. Referências bibliográficas	65
Artigo 2. Influência da Filtração em Membranas de PVDF na Redução da Toxicidade de Efluentes de Salões de Beleza	74
1. Introdução	75
2. Materiais e métodos.....	77
2.1. Obtenção, preparação e armazenamento das amostras de efluentes	77
2.2. Organismos-teste	77
2.2.1. <i>Lactuca sativa</i>	77
2.2.2. <i>Allium cepa</i>	78
2.3. Bioensaios.....	78
2.3.1. Fitotoxicidade em <i>Lactuca sativa</i>	78
2.3.2. Citotoxicidade e genotoxicidade em <i>Allium cepa</i>	79
2.4. Análise estatística	80
3. Resultados.....	80
4. Discussão	86
5. Conclusão	93
6. Referências Bibliográficas.....	94
Artigo 3. Avaliação da toxicidade residual de efluentes de tingimento capilar: impactos na saúde humana e no meio ambiente	103
1. Introdução	104

2. Materiais e métodos.....	106
2.1. Obtenção, armazenamento e preparação das amostras de efluentes	106
2.2 Cultivo das células HepG2/C3A.....	107
2.3 Tratamentos	107
2.4 Ensaio de citotoxicidade	108
2.4.1 Viabilidade celular (Azul de Tripan).....	108
2.4.2 Teste do MTT	108
2.5 Ensaio de genotoxicidade e mutagenicidade	109
2.5.1 Diluições.....	109
2.5.2 Ensaio do Cometa.....	109
2.5.3 Teste do micronúcleo (MN)	110
2.6 Análise estatística	112
3. Resultados.....	113
3.1. Ensaio de citotoxicidade	113
3.2 Ensaio do cometa.....	41
3.3 Teste do micronúcleo.....	115
4. Discussão	116
5. Conclusão	122
6. Referências Bibliográficas.....	122
Artigo 4 - Toxicity of beauty salon effluents contaminated with hair dye on aquatic organisms.	131
1. Introduction	132
2. Materials and Methods	134
2.1. Obtaining, Storing, and Determining Effluent Samples.....	134
2.2. Treatments	135
2.3. Bioassays	135
2.3.1. Test Method with <i>Artemia salina</i>	135
2.3.2. Test Method with <i>Daphnia similis</i>	136

2.3.3. FET Test	136
2.4. Physicochemical Analysis	138
2.5. Spectrophotometric Analysis.....	138
2.6. Statistical Analysis	138
3. Results	139
3.1. <i>Artemia salina</i>	139
3.2. <i>Daphnia similis</i>	139
3.3. FET Test	140
3.4. Physicochemical Analysis	143
3.5. Spectrophotometric Analysis.....	143
4. Discussion.....	144
5. Conclusions	149
6. Conclusões Gerais	161
7. Referências Bibliográficas.....	164

1. INTRODUÇÃO

A busca pela "beleza" é uma constante ao longo da trajetória da humanidade (OLIVEIRA *et al.*, 2014; RIBEIRO *et al.*, 2017; TALON-HUGON, 2018; RAKHMATOVA, 2019). Incessantemente, as pessoas almejam alcançar uma concepção estética, que se modifica em consonância com os padrões e modelos estéticos vigentes, reflexos do conhecimento cultural e étnico característico de um determinado período (FERREIRA, 2010; SISTI; ARYAN; SADEGHI, 2021). Nesse contexto, o ato de tingir os cabelos se estabeleceu como uma prática intrínseca ao estilo de vida da população, impulsionando o crescimento exponencial no número de estabelecimentos comerciais que oferecem esse tipo de serviço (ACHILLES, 2019).

Em 2021, o Brasil alcançou a quarta posição entre os maiores mercados consumidores global de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPPC), com um valor investido de, aproximadamente, de US\$ 23.738 bilhões. Essa mesma posição é ocupada no setor específico de produtos destinados aos cuidados capilares (ACHILLES, 2019; ABIHPEC, 2021). Até o segundo trimestre de 2021, o setor brasileiro de salões de beleza gerou, aproximadamente, 1,9 milhões de oportunidades de emprego, o que correspondeu a um aumento de 5,6%, em relação ao ano anterior (ABIHPEC, 2021). Dentre os serviços oferecidos, aproximadamente 35 a 40% do faturamento dos salões de beleza é proveniente dos serviços vinculados à coloração capilar, conforme dados da Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos- ABIHPEC, em parceria com o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas- SEBRAE (2019).

Embora as tinturas capilares venham sendo amplamente usadas desde a antiguidade, ainda há uma preocupação crescente, com relação aos seus efeitos sobre a saúde humana e as consequências da presença de resíduos desses compostos no ambiente. Essa preocupação se deve ao fato dessas tinturas conterem uma variedade de compostos químicos, como corantes, precursores, acopladores e aditivos, que podem causar reações adversas nos sistemas biológicos, que variam desde irritações e sensibilizações cutâneas até efeitos sistêmicos graves, (OLIVEIRA *et al.*, 2014; KIM; KABIR; JAHAN, 2016; HE *et al.*, 2022). Dentre os compostos tóxicos estão o parafenilenodiamina (PPD), para-toluenodiamina (PTD), para-aminofenol (PAP), base de Bandrowski (BB) e resorcinol (RSC) (BESSEGATO *et al.*, 2015; MAIFADI *et al.*, 2020).

A International Agency for Research on Cancer (IARC) alerta que certos compostos presentes nas tinturas capilares podem apresentar efeitos carcinogênicos para humanos. Entre

os compostos tóxicos, estão as substâncias que com grupamento azo (N=N) e as aminas aromáticas (IARC, 2010). Estudos têm sugerido uma possível associação entre a exposição aos corantes e outros componentes das tinturas capilares (como o-toluidina e anilina) e o desenvolvimento de certos tipos de câncer, incluindo de bexiga, mama e hematopoiéticos, como os linfomas (VINEIS; PIRASTU, 1997; GENERATE *et al.*, 2018; EBERLE *et al.*, 2020; PARK; CARREÓN; HANLEY, 2021; AHMADI *et al.*, 2022). Além disso, o uso de tinturas capilares também foi relacionado à irritação da pele, sensibilização e alergias (KIM; KABIR; JAHAN, 2016; ZANONI *et al.*, 2017; TSIMPIDAKIS *et al.*, 2023).

Em termos de volume, os salões de beleza utilizam água como recurso principal dos processos de lavagem. A água resultante da lavagem pode conter contaminantes da tintura, pois, de acordo com os estudos conduzidos por Hueber-Becker *et al.* (2004), apenas cerca de 13% da tintura permanente aplicada no cabelo é retida no processo de tingimento. A maior parte, aproximadamente 87%, é removida durante a etapa de lavagem, contribuindo para a formação de um efluente específico, contaminado pelos constituintes da coloração capilar. Sendo assim, estas águas residuais podem carregar uma grande diversidade de substâncias, que incluem conservantes, umectantes, solventes orgânicos, óleos tensoativos e corantes à base de metais potencialmente tóxicos, como chumbo, cádmio, cromo e arsênio (KHALILI *et al.*, 2019; SCANLON; OSCHMANN, 2023).

A complexidade do efluente se intensifica, proporcionalmente, ao aumento dos procedimentos realizados nos salões de beleza e, conseqüentemente, quanto mais complexo o efluente, maior é a dificuldade em seu tratamento. Segundo a norma ABNT NBR 16383/2015 (ABNT, 2015), as águas residuais, provenientes de salões de beleza, devem ser encaminhadas para a rede de esgoto sanitário ou para sistemas individuais de esgoto sanitário, como as fossas sépticas. No entanto, os efluentes dos salões de beleza têm sido descartados como um efluente doméstico comum, levando esta natureza complexa para a rede de esgoto municipal, onde se mescla aos esgotos de outras fontes poluidoras, tais como residências, indústrias e estabelecimentos comerciais (MAIFADI *et al.*, 2020). Diante desse cenário, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de se implementar medidas mais efetivas, que minimizem os impactos ambientais e reduzam os riscos à saúde pública promovidos pelos efluentes de salões de beleza. Outro aspecto igualmente importante é a necessidade de mais estudos que possam avaliar os efeitos desses efluentes sobre a biota aquática e demais organismos eventualmente expostos a essa mistura.

A realização de bioensaios é uma estratégia fundamental e de grande importância a serem usadas em avaliações de impacto ambientais promovidos por contaminantes de origem

antrópica (PLAZA *et al.*, 2005; DOŁĘGOWSKA; GAŁUSZKA; MIGASZEWSKI, 2021). De acordo com Houk (1992), para garantir uma análise ambiental eficaz, é imprescindível realizar uma seleção adequada dos testes, que considere, além das alterações das características físico-químicas do local impacto, os efeitos dessas alterações para o meio biológico relacionado. Assim, o potencial tóxico do contaminante deve ser avaliado por meio de bioensaios realizados com sistemas testes sensíveis, de baixo custo, de fácil manipulação e que respondam prontamente aos efeitos dos contaminantes. Além disso, para se obter uma diversidade maior de dados, é recomendável o uso de diferentes biomarcadores na avaliação (ZHANG; ZHANG, 2012; ZHANG *et al.*, 2020).

No presente estudo, foram realizados ensaios para avaliar o potencial toxicogenético de corante capilar castanho e seus derivados, presentes em efluentes de salão de beleza, coletados pós processo de tingimento capilar. Para avaliação da ecotoxicidade destas amostras, foram realizados bioensaios *in vivo* com os organismos-testes *Allium cepa* (cebola), *Lactuca sativa* (alface), *Danio rerio* (peixe zebra), e com os invertebrados *Artemia salina* e *Daphnia similis* (pulga d'água), além de bioensaios *in vitro*, realizados com a linhagem celular de hepatócitos humanos HepG2/C3A.

6. CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, podemos concluir que:

➤ Os ensaios realizados com *Allium cepa* revelaram que o tratamento EC-NF induziu diferença significativa do IM, para a concentração D1 (50,0%), enquanto que nenhum dos tratamentos EC-F induziu este tipo de alteração. Os tratamentos ET-NF e ET-F, nas diluições D1 (50,0%) e D3 (12,5%), induziram alterações para este parâmetro;

➤ Quanto ao IGen, o tratamento EC-NF, diluições D1 50,0%) e D3 (12,5%, foi genotóxico para *A. cepa*, enquanto que apenas a diluição D1 (50,0%) do EC-F apresentou esse tipo de toxicidade. Para o tratamento com ET-F, todas as diluições (D1 50,0%, D3 12,5% e D5 3,125%), induziram diferenças significativas de IGen, enquanto que, apenas as diluições D1 (50,0%) e D3 (12,5%) do tratamento ET-F, induziram essas alterações;

➤ A genotoxicidade observada sugere ação aneugênica e pode estar relacionada com a presença de compostos presentes no cosmético estudado, como as nanopartículas de TiO₂ e os compostos tensoativos;

➤ Os resultados para IMut, avaliados em células F1 de *A. cepa*, demonstram que nenhuma das diluições testadas (D1, D3 e D5) induziu formação de micronúcleo, portanto não apresentaram efeitos mutagênicos para esse bioindicador, independentemente do tratamento realizado (ET-NF; ET-F; EC-NF e EC-F);

➤ Os ensaios realizados com *Lactuca sativa*, relacionados à determinação das taxas de germinação, indicaram que todos os tratamentos (ET-NF; ET-F; EC-NF e EC-F) em todas as concentrações testadas (D0=100,0%; D1=50,0%; D2=25,0%; D3=12,5%; D4=6,25% e D5=3,125%) interferiram na taxa de germinação. Quanto aos resultados obtidos para o crescimento de raiz, todas os tratamentos (EC-NF; EC-F; ET-NF) apresentaram fitotoxicidade para este bioindicador. O mesmo resultado foi observado para os tratamentos realizados com as amostras do ET-F, exceto para D5 (3,125%);

➤ A diminuição nas taxas de crescimento pode estar relacionada com a presença de elementos fitotóxicos dos cosméticos, como TiO₂. Os resultados de taxa de germinação também foram utilizados para a construção da curva de regressão, necessária para determinação da concentração inibitória de 50% da germinação das sementes (IC₅₀). Para o EC-NF, foi possível encontrar um IC₅₀ estimado em 63,14%, enquanto para EC-F, o valor foi estimado em 65,05%. Já em relação ao tratamento ET-NF, foi verificado um valor de IC₅₀ de 73,59%, enquanto para o ET-F, este valor foi maior, equivalente a 90,28%. Deste modo, foi verificado que os efluentes contaminados com resíduos da tintura capilar castanha, associada ou não com xampu e

condicionador, apresentaram fitotoxicidade. Comparando-se os processos de filtração, foi possível inferir que efeito fitotóxico foi menos expressivo para as amostras que foram submetidas ao filtro de PVDF, ao invés de papel filtro qualitativo;

➤ Os ensaios de viabilidade celular com o MTT, realizados com cultura de células humanas (HepG2/C3A), demonstraram que as amostras 1 (100,0%) e 2 (50,0%) do EC e 1 (100,0%), 2 (50,0%) e 3 (25,0%) do ET induziram citotoxicidade. Já para o teste de exclusão do Azul de Tripán, foi verificado que apenas a amostra 1 (100,0%) do ET foi citotóxica;

➤ De forma geral, foi constatado que as taxas de viabilidade celular foram, relativamente, menores para o teste do MTT, quando comparadas com os resultados do teste do Azul de Tripán. Deste modo, é possível inferir que os danos mitocondriais foram superiores àqueles causados na membrana plasmática. Porém, para ambos os testes, foi possível evidenciar relações dose-resposta, que pode ser comprovada pelo aumento da citotoxicidade observada para as amostras mais concentradas, caracterizando uma relação de toxicidade diretamente proporcional à concentração.

➤ Os resultados do ensaio do cometa, realizado com células HepG2/C3A, evidenciam que todas as concentrações do EC e do ET induziram fragmentação do DNA. Pela avaliação do parâmetro intensidade da cauda do cometa, foi possível estabelecer uma relação dose-resposta, diretamente proporcional entre a concentração do efluente e a fragmentação do DNA, ou seja, quanto maior a concentração, mais intensos foram os danos observados. Entretanto, o EC apresentou maior potencial genotóxico e menor citotoxicidade, quando comparado ao ET, isto é, apesar do EC não causar grande comprometimento à integridade da membrana celular ou à atividade mitocondrial, este efluente ainda foi capaz de ocasionar danos severos ao material genético. Sendo assim, é possível afirmar que a combinação de xampu, condicionador e tintura capilar resulta em uma mistura complexa, que apresenta um alto potencial genotóxico para a linhagem celular estudada (HepG2/ C3A). Porém, as interações que ocorrem entre esses compostos envolvem mecanismos ainda não elucidados, que precisam ser mais investigados;

➤ O teste do MN com bloqueio de citocinese demonstrou ausência de danos para todas as concentrações e tratamentos realizados (EC e ET). Neste ensaio também foi evidenciado o potencial citotóxico para todos os tratamentos de ambos os efluentes (ET e EC), comprovado potencial este provocaram pela diminuição do Índice de Proliferação com Bloqueio de Citocinese (IPBC) e do Índice de Replicação (IR). Comparado ao ET, o EC apresentou taxas mais baixas associadas ao aumento da atividade citostática. Acredita-se que esta alta atividade

citostática possa contribuir para o aprisionamento do ciclo celular, inibindo a fixação de danos e, conseqüentemente, determinando a ausência frequências significativas de MN;

➤ Os bioensaios realizados com os organismos aquáticos demonstraram um alto potencial tóxico dos efluentes, para a biota deste ecossistema. Foram evidenciados efeitos deletérios em todos os organismos estudados: *Daphnia similis* (CE₅₀ de 0,54% para ET e 3,437% para EC); *Artemia salina* (CL₅₀ de 3,874% para ET e 8,327% para EC); e *Danio rerio* (ET: 24 hpf – CL₅₀ = 6,59%; 96 hpf – CL₅₀ = 6,59%; 144 hpf – CL₅₀ = 6,37% and EC: 24 hpf – CL₅₀ = 4,93%; 96 hpf – CL₅₀ = 3,90%; 144 hpf – CL₅₀ = 3,90%). Dentre as espécies estudadas, *D. similis* apresentou a maior sensibilidade, seguida por *A. salina* e *D. rerio*. Apesar de se determinar a variação da toxicidade, conforme o bioindicador, ainda são necessários estudos complementares para se elucidar os possíveis mecanismos de ação destes compostos sobre cada um desses organismo-teste;

➤ A análise ecotoxicológica realizada neste estudo, que englobou organismos de diferentes grupos taxonômicos, faz uma alusão aos possíveis impactos que os efluentes de salões de beleza podem promover em um ecossistema aquático com níveis tróficos distintos. Diante de todos esses resultados, pode-se concluir que o EC e o ET podem causar danos aos ecossistemas, bem como danos à saúde humana;

➤ Dessa forma, o presente estudo traz um conhecimento adicional sobre os possíveis impactos que os efluentes de salões de beleza podem promover nos ecossistemas aquáticos, terrestres e à saúde humana, cujos dados obtidos podem servir de subsídios para o estabelecimento de normas de tratamentos prévios desses efluentes, antes dos mesmos serem descartados no ambiente;

➤ O estudo traz dados que podem ser usados para a melhoria das condições ambientais e, conseqüentemente, para a manutenção da integridade dos ecossistemas. Esses dados alertam ainda sobre a necessidade de aplicação de metas de despoluição e conservação ambiental, que atendem aos propósitos da agenda 2030 da ONU;

➤ Ainda, por ameaçar a manutenção da Saúde Única, este estudo dá subsídios para a criação de políticas de proteção dos ecossistemas aquáticos, principalmente em relação aos contaminantes emergentes provenientes de cosméticos e produtos de cuidado pessoal, cujo descarte não é ainda regulamentado. Além disso, os resultados evidenciam e alertam a necessidade de mais estudos de biomonitoramento e elucidação de mecanismos de ação deste tipo de contaminação.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIHPEC. Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos: **Panorama do Setor 2021**. Disponível em:

https://abihpec.org.br/site2019/wpcontent/uploads/2021/09/Panorama_do_Setor_Atualizado_Agosto1408.pdf. Acesso em: 10 de jul. 2023.

ABIHPEC, **Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos**. Anuário 2012. Disponível em: http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/12/ABIHPEC_2012_internet.pdf. Acesso em: 18 de jul.2023.

ABIHPEC-SEBRAE. **Caderno de tendências: Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos 2019-2020**. Disponível em: <https://abihpec.org.br/publicacao/caderno-de-tendencias-2019-2020/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

ABNT—Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12713. **Ecotoxicologia Aquática—Toxicidade Aguda—Método de Ensaio Com *Daphnia* sp. (Crustacea, Cladocera)**; ABNT: Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

ABNT—Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16530. **Ecotoxicologia Aquática—Toxicidade Aguda—Método de Ensaio Com *Artemia* sp. (Crustacea, Brachiopoda)**; ABNT: Rio de Janeiro, Brasil, 2016.

ABNT/SEBRAE. **Guia de Implementação das Normas Técnicas para Salões de Beleza**. Rio de Janeiro, Brasil: Sebrae, p. 56, 2016.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). NBR 16383. **Salão de beleza- Requisitos de boas práticas na prestação de serviços**. Disponível em: <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/34515/nbr16383-salao-de-beleza-requisitos-de-boas-praticas-na-prestacao-de-servicos> Acesso em: 04 jul. 2023.

ACHILLES, J. V..**Cosméticos naturais sob a ótica da socialização do consumo: o consumidor de beleza diante desta tendência de mercado**. Dissertação (mestrado) em Administração Pública e de Empresas da Fundação Getulio Vargas do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, RJ. 75 p., 2019.

AHMADI, M. *et al.* Association between hair dye use and cancer in women: a systematic review and meta-analysis of case-control studies. **African Health Sciences**, v. 22, n. 2, p. 323-333, 2022.

ALESTROM, P. *et al.* Zebrafish: Housing and husbandry recommendations. **Laboratory animals**, v. 54, n. 3, p. 213-224, 2020.

AL-SABTI K.; METCALFE C. D. Fish micronuclei for assessing genotoxicity in water. **Mutation Research**, v. 343, p. 121-135, 1995.

- AMARAL, A. M.; BARBÉRIO, A.; VOLTOLINI, J.C.; BARROS, L. Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade, da água da bacia do rio Tapanhon (SP-Brasil) através do teste *Allium* (*Allium cepa*). **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 20, n.1 e 2, p. 65-72. 2007.
- ANSELMO, C.S.; SARDELA, V.F.; SOUSA, V.P.; PEREIRA, H.M.G. Zebrafish (*Danio rerio*): A Valuable Tool for Predicting the Metabolism of Xenobiotics in Humans? **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 212, p.34-46, 2018.
- ARAGÃO, F. B. *et al.* Toxicogenetic of tebuconazole based fungicide through *Lactuca sativa* bioassays. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 213, p. 111985, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.111985>.
- AVDESH, A. *et al.* Regular Care and Maintenance of a Zebrafish (*Danio rerio*) Laboratory: An Introduction. **Journal of Visualized Experiments : JoVE**, n. 69, p. e4196, 18 nov. 2012
- AYED, L.; MAHDHI, A.; CHEREF, A.; BAKHROUF, A. Decolorization and degradation of azo dye Methyl Red by an isolated *Sphingomonas paucimobilis*. **Desalination**, v. 274, p. 272-277, 2011.
- BAGUR-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, p. 281–289, 2011.
- BARAHONA, M. V.; SÁNCHEZ-FOTÚAN, S. Toxicity of carbamates to the brine shrimp *Artemia salina* and the effect of atropine, BW284c51, iso-OMPA and 2-PAM on carbaryl toxicity. **Environmental Pollution**, v. 104, p. 469-476, 1999.
- BEATTIE, K. A.; RESSLER, J.; WIEGAND, C.; KRAUSE, E.; CODD, G. A.; STEINBERG, C. E. W.; PFLUMACHER, S. Comparative effects and metabolism of two microcystins and nodularin in the brine shrimp *Artemia salina*. **Aquatic Toxicology**, v. 62, p. 219-226, 2003.
- BESSEGATO, G. G.; CARDOSO, J. C.; ZANONI, M. V. B. Enhanced photoelectrocatalytic degradation of an acid dye with boron-doped TiO₂ nanotube anodes. **Catalysis Today**, v. 240, p. 100–106, 2015.
- BIANCHI, J.; CABRAL-DE-MELLO, D.C.; MARIN-MORALES, M.A. Toxicogenetic effects of low concentrations of the pesticides imidacloprid and sulfentrazone individually and in combination in in vitro tests with HepG2 cells and *Salmonella typhimurium*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.120, p.174-183, 2016.
- BIANCHI, J.; ESPINDOLA, E. L. G.; MARIN-MORALES, M. A. Genotoxicity and mutagenicity of water samples from the Monjolinho River (Brazil) after receiving untreated effluents. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 74, p. 826–833, 2011.
- BOETTCHER, M. *et al.* Comparison of in vitro and in situ genotoxicity in the Danube River by means of the comet assay and the micronucleus test. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.700, n. 1-2, p.11-17, 2010.

- BRIANEZI, G.; DE CAMARGO, J. L. V.; MIOT, H. A. Desenvolvimento e validação de técnica quantitativa de análise de imagem para avaliação do teste do cometa corado pela prata. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 45, n. 4, p. 325-334, 2009.
- CALOW, P. Introduction. In: HOFFMAN, D. J.; RATTNER, B. A.; BURTON JR, G. L.; CAIRNS JR, C. **Handbook of Ecotoxicology**, London: Blackwell Scientific Publications, 2 ed, p. 1-5, 1993.
- CAMPOS, J. M. S; DAVIDE, L. C.; SOARES, G. L. G.; VICCINI, L. F. Mutagenic effects due to allelopathic action of fern (*Gleicheniaceae*) extracts. **Allelopathy Journal**, v. 22, n. 1, p. 143-152, 2008
- CARITÁ, R.; MARIN-MORALES, M. A. Induction of chromosome aberrations in the *Allium cepa* test system caused by the exposure of seeds to industrial effluents contaminated with azo dyes. **Chemosphere**, Oxford, v. 72, p. 722-725, 2008.
- CARITÁ, R.; MAZZEO, D. E. C.; MARIN-MORALES, M. A. Comparison of the toxicogenetic potential of sewage sludges from different treatment processes focusing agricultural use. **Environmental Science and Pollution Research**, v.26, p.21475-21483, 2019.
- CARVALHO, T. U.; Cultura de Células Animais. In: BENCHIMOL, M. (Org.). **Métodos de Estudo da Célula**. Rio de Janeiro: Fundação Estadual Norte Fluminense- FENORTE/UENF., v.2, p.45-58, 1996.
- CASSAR, Steven et al. Use of zebrafish in drug discovery toxicology. **Chemical research in toxicology**, v. 33, n. 1, p. 95-118, 2019.
- CHARLES, J. *et al.* Evaluation of the phytotoxicity of polycontaminated industrial effluents using the lettuce plant (*Lactuca sativa*) as a bioindicator. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.74, p.2057-2064, 2011.
- CHAUHAN, L.; SAXENA, P.; GUPTA, S. Cytogenetic effects of cypermethrin and fenvalerate on the root meristem cells of *Allium cepa*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 42, p. 181–189, 1999.
- CHEN, J.P. *et al.* *In vitro* evaluation of growth and anabolism for C3A/HepG2 hepatoma cells with logistic equation and linear regression expression. **Transplantation Proceedings**, p. 656-657, 2001.
- CORBETT, J. F. Na historical review oft he use of dye precursors in tha formulation of commercial oxidation hair dyes. **Dyes and Pigments**, London, v. 41, n.3, p.127-136, 1999.
- 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.
- CUCHIARA, C.C.; BORGES, C.S.; BOBROWSKI, V.L. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicador da citogenotoxicidade de cursos d'água. **Tecnologia Ciência Agropecuária**, Paraíba, v. 6, p. 33-38, 2012.

- DING, L., JING, H., QIN, B., QI, L., LI, J., WANG, T., LIU, G. Regulation of cell division and growth in roots of *Lactuca sativa* L. seedlings by the ent-kaurene diterpenoid rhabdosin B. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, n.5, p.553-563, 2009.
- DOJCINOVIC, B. P.; ROGLIC, G. M.; OBRADOVIC, B. M.; KURAICA, M. M.; KOSTIC, M. M.; NESIC, J.; MANOJLOVIC, D. D. Decolorization of reactive textile dyes using water falling film dielectric barrier discharge. **Journal of Hazardous Materials**, v. 192, p. 763-771, Amsterdam, 2011.
- DOŁĘGOWSKA, S.; GAŁUSZKA, A.; MIGASZEWSKI, Z. M. Significance of the long-term biomonitoring studies for understanding the impact of pollutants on the environment based on a synthesis of 25-year biomonitoring in the Holy Cross Mountains, Poland. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, p. 10413-10435, 2021.
- DORNFELD, C.B. *et al.* Caracterização Ecotoxicológica do sedimento da Represa do Lobo (Itirapina-Brotas, SP) e seus Tributários. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., ed. **Impactos ambientais em recursos hídricos: causas e consequências**. Rima editora. p. 245-259, 2001.
- DOS REIS, G. B. *et al.* Reliability of plant root comet assay in comparison with human leukocyte comet assay for assessment environmental genotoxic agents. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 142, p. 110-116, 2017
- DUTKA, B.J. Short-Term Root Elongation Toxicity Bioassay. **Methods for Toxicological Analysis of Waters, Wastewaters and Sediments**. National Water Research Institute (NWRI), Environment Canadá, 1989.
- EBERLE, C. E. *et al.* Hair dye and chemical straightener use and breast cancer risk in a large US population of black and white women. **International journal of cancer**, v. 147, n. 2, p. 383-391, 2020.
- ELMANSOURI, A. H06 Beauty is pain: symmetries in the cosmetic practices of ancient Rome and the modern day. **British Journal of Dermatology**, v. 188, n. Supplement_4, p. ljad113. 288, 2023.
- ENGLER, S. S. Allergens of permanente hair dyes induces epidermal damage, skin barrier loss IL-1 α increase in epidermal *in vitro* model. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 112, p. 265-272, 2017.
- EOM, I. C.; RAST, C.; VEBER, AM. M.; VASSEUR, P. Ecotoxicity of a polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-contaminated soil. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 67, n. 2, p. 190-205, 2007.
- ESPÍNDOLA, E. L. G.; BRIGANTE, J.; DORNFELD, C. B. **Estudos ecotoxicológicos no rio Mogi-Guaçu**. In: BRIGANTE, J., ESPÍNDOLA, E. L. G. Limnologia fluvial: um estudo no rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Rima, 2003. p. 129–148..
- FENECH, M. The *in vitro* micronucleus technique. **Mutation Research**, v. 455, p. 81–95, 2000.

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

FERREIRA, F. R. Corpo feminino e beleza no século XX. **Revista ALCEU**, v. 11, n. 21, p. 186-201, 2010.

FRESHNEY, R. I. **Culture of Animal Cells: A Manual of Basic Technique**, 5 ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2005. 1170 p.

GERA, R.; MOKBEL, R.; IGOR, I.; MOKBEL, K. Does the use of hair dyes increase the risk of developing breast câncer? A meta-analysis and review of the literature. **Anticancer Research**, Athens, v. 38, n.2, p. 707-716, 2018.

GHERARDI-GOLDSTEIN, E.; et. al. **Procedimentos para utilização de testes de toxicidade no controle de efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 17 p. 1990

GONÇALVES, V. D.; COELHO, M. D. F. B.; CAMILI, E. C. Bioensaios em sementes de *Lactuca sativa* L. com extrato de folhas de *Kielmeyera coriacea* Mart. & Zucc. **Revista Internacional de Ciências**, v. 06, n. 02, p. 160 - 170, jul-dez, 2016.

GONCALVES, C. L. *et al.* Exposure to a high dose of amoxicillin causes behavioral changes and oxidative stress in young zebrafish. **Metabolic Brain Disease**, v. 35, p. 1407-1416, 2020.

GONZÁLEZ, A. M.; PRESA, M.; LATORRE, M. G.; LURÁ, M. C. Detección de metabolitos fúngicos com actividad tóxica mediante bioensayo sobre *Artemia salina*. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 24, p. 59-61, Barcelona, 2007.

GOODWIN, NICOLA et al. Standardized welfare terms for the zebrafish community. **Zebrafish**, v. 13, n. S1, p. S-164-S-168, 2016.

GRANT, W. F. The present status of higher plant bioassays for detection of environmental mutagens. **Mutat. Res.**, v 310, p. 175–185, 1994.

GRANT, W. F.; Chromossome aberration assays in *Allium*. A report of the U.S. environmental protection agency. Gene-Tox program. **Mutation Research**, v. 99, p. 273-291, 1982.

HALMI, M. I. E. Rapid ecotoxicological tests using bioassay systems-a review. **Journal of Biochemistry, Microbiology and Biotechnology**, v. 4, n. 1, p. 29-37, 2016.

HARA, R. V.; MARIN-MORALES, M. A. *In vitro* and *in vivo* investigation of the genotoxic potential of waters from rivers under the influence of a petroleum refinery (São Paulo State – Brazil). **Chemosphere**, v. 174, p.321-330, 2017.

HE, L. et al. Hair dye ingredients and potential health risks from exposure to hair dyeing. **Chemical Research in Toxicology**, v. 35, n. 6, p. 901-915, 2022.

HEDDLE, J. A.; HITE, M.; IRKHART, B.; MACGREGOR, J. T. E.; SALAMONE, M. F. The induction of micronuclei as a measure of genotoxicity a measure of the US environmental protection agency gene-tox program. **Mutation Research**, v. 123, p. 61–118, 1983.

HERRERO, O. *et al.* Toxicological evaluation of three contaminants of emerging concern by use of the *Allium cepa* test. **Mutation Research**, v. 743, p. 20–24, 2012.

HILL, A. J. *et al.* Zebrafish as a model vertebrate for investigating chemical toxicity. **Toxicological sciences**, v. 86, n. 1, p. 6-19, 2005.

HOLST, C.M.; OREDSSON, S.T. Comparison of three cytotoxicity tests in the evaluation of the cytotoxicity of a spermine analogue on human breast cancer cell lines. **Toxicology in Vitro**, v.19, p.379-387, 2005.

HOREV, L. Exogenous factors in hair disorders. **Exogenous Dermatology**, v. 3, n. 5, p. 237–245, 2004.

HORZMANN, K.A.; FREEMAN, J.L. Making waves: New developments in toxicology with the zebrafish. **Toxicological Sciences**, v. 163, n. 1, p. 5-12, 2018.

HOSHINA, M. M.; MARIN-MORALES, M. A. Micronucleus and chromosome aberrations induced in onion (*Allium cepa*) by a petroleum refinery effluent and by river water that receives this effluente. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, p. 2090–2095, 2009.

HOUK, V.S. The genotoxicity of industrial wastes and effluents – a review. **Mutation Research**, v.277, p.91-138, 1992.

HUEBER-BECKER, F.; NOHYNEK, G. J.; MEULING, W. J. A.; BENECH-KIEFFER, F.; TOUTAIN, H. Human systemic exposure to a [14C]-para-phenylenediamine- containing oxidative hair dye and correlation with in vitro percutaneous absorption in human or pig skin. **Food and Chemical Toxicology**, v. 42, n. 8, p. 1227–1236, 2004.

IMETRO, INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. **Produtos para cabelos**. 2017. Disponível em: http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/tintura_cabelo.asp. Acesso em: 17 jul. 2023.

INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER- IARC **Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans Volume 99: Some Aromatic Amines, Organic Dyes, and Related Exposures**, 2010. Disponível em: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol99/index.php>. Acesso em: 04 de jul. 2023.

JAGETIA, G.; ARUNA, R. Correlation of micronuclei-induction with the cell survival in HeLa cells treated with a base analogue, azidothymidine (AZT) before exposure to different doses of γ -radiation. **Toxicology letters**, v. 139, n. 1, p. 33-43, 2003.

JANSSEN, C. R.; HEIJERICK, D.G. Algal toxicity tests for environmental risk assessments of metals. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology, **New York**, v. 178, p. 23-52, 2003.

JOSEPHY, P. David; ALLEN-VERCOE, Emma. Reductive metabolism of azo dyes and drugs: **Toxicological implications. Food and Chemical Toxicology**, p. 113932, 2023.

KAMER, I.; RINKEVICH, B. *In vitro* application of the comet assay for aquatic genotoxicity: considering a primary culture versus a cell line. **Toxicology in Vitro**, v.16, p. 177-184, 2002.

KANWAR, A. S. Brine shrimp a marine animal for simple and rapid biological assays. **Journal of Chinese Clinical Medicine**, v. 2, n. 4, p. 236-240. 2007.

KAWAKAMI, K.; PATTON, E.E.; ORGER, M. Calcium imaging of neuronal activity in free-swimming larval zebrafish. **Zebrafish: Methods and Protocols**, p. 333-341, 2016.

KHALILI, F. *et al.* Health risk assessment of dermal exposure to heavy metals content of chemical hair dyes. **Iranian journal of public health**, v. 48, n. 5, p. 902, 2019.

KIM, K. H; KABIR, E.; JAHAN, S. A. The use of personal hair dye and its implications for human health. **Environment International**, Oxford, v. 89-90, p. 222-227, 2016.

KIMMEL, C. B. *et al.* Stages of embryonic development of the zebrafish. **Developmental dynamics**, v. 203, n. 3, p. 253-310, 1995.

KNIE, J.L.W.; LOPES, E.W.B. **Testes ecotoicológicos: Métodos Técnicas e Aplicações**. Florianópolis: Fatma, 2004. 289p.

KOMISSAROVA, E.V.; SAHA, S.K.; ROSSMAN, T.G. Dead or dying: the importance of time in cytotoxicity assays using arsenite as an example. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 202, p.99-107, 2005.

KUSHWAHA, S.; PANDEY, A. K.; KUSHWAHA, N. Role of Nanomaterials in Cosmeceuticals: Challenges, Development Strategies, and Future Perspective. **Letters in Applied NanoBioScience**, v. 11, p. 11, 4050–4060. 2021.

LAJMANOVICH, R.C. *et al.* Induction of micronuclei and nuclear abnormalities in tadpoles of the common toad (*Rhinella arenarum*) treated with the herbicides Liberty® and glufosinate-ammonium. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v.769, p.7-12, 2014.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M.A. *Allium cepa* test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**, v.682, p.71-81, 2009.

LEWIS, D.; MAMA, J.; HAWKES, J. A review of aspects of oxidative hair dye chemistry with special reference to n-nitrosamine formation. **Materials**, v.3, p.517-534, 2013.

LIMAN, R.; AKYIL, D.; EREN, Y.; KONUK, M. Testing of the mutagenicity and genotoxicity of metolcarb by using both Ames/Salmonella and *Allium test*. **Chemosphere**, v. 80, p. 1056–1061, 2010.

LORENZON, V.; FACCIO, G. Tackling Colorants Sustainability Combining Disruptive Science and Sustainable Leadership: A Review Article. **Colorants**, v. 1, n. 4, p. 400-410, 2022.

MA, T. H.; XU, C.; MCCONNELL, H.; RABAGO, E. V.; ARREOLA, G. A. The improved *Allium/Vicia* root tip micronucleous assay for clastogenicity of environmental pollutants. **Mutation Research**, v. 334, p. 185-195, 1995.

MAGALHÃES, D. P.; FERRÃO FILHO, A. S. A ecotoxicologia como ferramenta no biomonitoramento de ecossistemas aquáticos. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, n.3, p.355-381, 2008.

MAIFADI, S.; MHLANGA, S. D.; NXUMALO, E. N.; MOTSA, M. M.; KUVAREGA, A. T. Analysis and pretreatment of beauty hair salon wastewater using a rapid granular multimedia filtration system. **Journal of Water Process Engineering**, v. 33, p. 101050, 2020.

MANAL, M. A.; EL-NAGGAR, S.; EL-AASAR, A.; KHLOOD, I. B. Bioremediation of crystal violet using air bubble bioreactor packed with *Pseudomonas aeruginosa*. **Water Research**, v. 39, p. 5045-5054, 2005.

MANZANO, B.C. *et al.* Evaluation of the genotoxicity of waters impacted by domestic and industrial effluents of a highly industrialized region of São Paulo State, Brazil, by the comet assay in HTC cells. **Environmental Science and Pollution Research**, v.22, p.1399–1407, 2015.

MARSH, JM *et al.* Gel net shampoo formulation and benefits for hair health. **International journal of cosmetic science**, v. 5, pág. 543-549, 2017.

MAZZEO, D.E.C. *et al.* Application of micronucleus test and comet assay to evaluate BTEX biodegradation. **Chemosphere**, v.90, p.1030–1036, 2013.

MAZZEO, D.E.C. *et al.* Monitoring the natural attenuation of a sewage sludge toxicity using the *Allium cepa* test. **Ecological Indicators**, v.56, p. 60–69, 2015.

MAZZEO, D.E.C.; FERNANDES, T.C.C.; MARIN-MORALES, M.A. Attesting the efficiency of monitored natural attenuation in the detoxification of sewage sludge by means of genotoxic and mutagenic Bioassays. **Chemosphere**, v.163, p.508-515, 2016.

MEYER, B. N.; FERRIGNI, N. R.; PUTNAM, L. B.; JACOBSEN, L. B.; NICHOLS, D. E.; MCLAUGHLIN, J. L. *Brine shrimp*: a convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medicinal Plant Research**, v. 45, p. 31-34, 1982.

MICHAEL, A. S.; THOMPSON, C. G.; ABRAMOVITZ, M. *Artemia salina* as a Test Organism for Bioassay. **Science, New Series**, v. 123, n. 3194, p. 464. 1956.

MIYAJI, C.; POERSCH, A.; RIBEIRO, L.; EIRA, A.; CÓLUS, I. Shiitake (*Lentinula edodes* (Berkeley) Pegler) extracts as a modulator of micronuclei induced in HEP-2 cells. **Toxicology in vitro**, Oxford, v. 20, pp. 1555-1559, 2006.

MONTEIRO, M.S.; SANTOS, C.; SOARES, A.M.V.M; MANN, R.M. Assessment of biomarkers of cadmium stress in lettuce. **Ecotoxicology and Environmental safety**, v.72, n.3, p. 811-818, 2009.

MOREL, O.J.X.; CHRISTIE, R.M. Current trends in chemistry of permanent hair dyeing. **Chemical Reviews**, v.111, p.2537-2561, 2011.

NAGEL, R. Dart: the embryo test with the zebrafish *Danio rerio* e a general model in ecotoxicology and toxicology. **Altex**, v.19, p.38-48, 2002.

NASIADKA, A.; CLARK, M.D. Zebrafish Breeding in the Laboratory Environment. **ILAR Journal**, v.53, n.2, p. 161-168, 2012.

NIETO, I. J. R.; SALAMA, A. M.; CATAÑO, J. E.; CHEGWIN, C. Determinación de la toxicidade de *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius* y *Paxillus involutus* sobre *Artemia salina*. **Revista Iberoamericana de Micología**, v. 25, p. 186-187, 2008.

NUNES, B. S.; CARVALHO, F. D.; GUILHERMINO, L. M.; STAPPEN, G. V. Use the genus *Artemia* in ecotoxicity testing. **Environmental Pollution**, v. 144, p. 453-462, 2006.

NUNES, E. A. *et al.* Genotoxic assessment on river water using different biological systems. **Chemosphere**, v. 84, p. 47–53, 2011.

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT - 208. Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). **Terrestrial Plants: Growth Test**. Guideline for Testing of Chemicals N ° 208.OECD Publications Service, Paris, 1984

OECD - ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Test No. 236: Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals**, Section 2, OECD Publishing. Paris; 2013.

OLIVEIRA, R. A. G.; ZANONI, T. B.; BESSEGATO, G. G.; OLIVEIRA, D. P.; UMBUZEIRO, C. E. G. A.; VALNICE, M.; ZANONI, B. The chemistry and toxicity of hair dyes. **Química Nova**, v. 37, n. 6, p. 1037–1046, 2014. <http://dx.doi.org/10.5935/0100-4042.20140143>

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

PALÁCIO, S. M.; ESPINOZA-QUIÑONES, F. R.; MÓDENES, A. N.; OLIVEIRA, C. C.; BORBA, F. H.; SILVA JR, F. G. Toxicity assessment from electro-coagulation treated-textile 158 dye wastewaters by bioassays. **Journal of Hazardous Materials**, v. 172, p. 330-337, 2009.

PALMIERI, M.J. *et al.* Cytogenotoxic effects of Spent Pot Liner (SPL) and its main components on human leukocytes and meristematic cells of *Allium cepa*. **Water, Air & Soil Pollution**, v.227, p.1-10, 2016.

- PAMPLONA-SILVA, M. T.; GONÇALVES, L. C.; MARIN-MORALES, M. A. Genetic toxicity of water contaminated by microcystins collected during a cyanobacteria bloom. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 166, p. 223–230, 2018.
- PARK, R. M.; CARREÓN, T.; HANLEY, K. W. Risk assessment for o-toluidine and bladder cancer incidence. **American journal of industrial medicine**, v. 64, n. 9, p. 758-770, 2021.
- PARRA, A. L.; YHEBRA, R. S.; SARDIÑAS, I. G.; BUELA, L. I. Comparative study of the assay of *Artemia salina* L. and the estimate of the medium lethal dose (LD50 value) in mice, to determine oral acute toxicity of plant extracts. **Phytomedicine**, v. 8, n. 5, p. 395-400, 2001.
- PRIAC, A.; BADOT, P. M.; CRINI, G. Treated wastewater phytotoxicity assessment using *Lactuca sativa*: focus on germination and root elongation test parameters. **Comptes rendus biologies**, v. 340, n. 3, p. 188-194, 2017.
- PELEGRINI, R.T. Estudo da sensibilidade de sementes de *Eruca sativa* (rúcula) utilizando substâncias tóxicas para agricultura. XXXV **Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (CONBEA)** – João Pessoa - PB, 2009.
- RABELLO-GAY, M. N. Testes com organismos superiores. In: RABELLO-GAY, M. N.; RODRÍGUEZ, M. A. L. R.; MONTELEONE-NETO, R. **Mutagênese, Teratogênese e Carcinogênese. Métodos e critérios de avaliação**, Ribeirão Preto – SP. Sociedade Brasileira de Genética, 1991, p. 59-75.
- RAKHMATOVA, Mehriniso Musinovna. Linguistic features of the concept “Beauty” in English, Uzbek and Tajik national cultures. **Theoretical & Applied Science**, v. 10, p. 764-770, 2019.
- RANK, J.; JENSEN, K.; JESPERSEN, P.H. Monitoring DNA damage in indigenous blue mussels (*Mytilus edulis*) sampled in coastal sites from Denmark. **Mutation Research**, v. 585, p. 33–42, 2005.
- REHMAN, S. *et al.* Health risks of synthetic hair dyes: advantages of natural hair dying agents in unani medicine. **Traditional and Integrative Medicine**, p. 37-46, 2019.
- RIBEIRO, A.C.; BARBOSA, L. W.; MACENA, D. A.; GOMES, V. M.; ANTUNES, P. A. Avaliação dos teores de chumbo e amônia em tinturas capilares. **Colloquium Exactarum**, vol. 9, n. Especial, Jul–Dez, p. 75- 80, 2017.
- ROGERO, S.O. *et al.* Teste *in vitro* de citotoxicidade: Estudo comparativo entre duas metodologias. **Materials Research**, v. 6, p. 317-320, 2003.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R.S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva**. In: Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva. 2005. p. 1045-1045.
- SÁNCHEZ-FORTÚN; S.; BARAHONA, M. V.; Toxicity and characterization of cholinesterase-inhibition induced by diisopropyl fluorophosphate in *Artemia salina* larvae. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 72, p. 775-780, 2009.

- SCANLON, M.; OSCHMANN, A. Quantificação de chumbo, cobre, ferro e arsênico em amostras de tintura de cabelo. **Proceedings of the West Virginia Academy of Science**, v. 2, 2023.
- SCHOLZ, S. *et al.* The zebrafish embryo model in environmental risk assessment - Applications beyond acute toxicity testing. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 15, n. 5, p. 394–404, 2008.
- SINGH, N. P., MCCOY, M. T., TICE, R. R., SCHNEIDER, E. L. A simple technique for quantitation of low levels of DNA damage in individual cells. **Experimental Cell Research** 175:184–191, 1988.
- SISTI, A.; ARYAN, N.; SADEGHI, P. What is beauty? **Aesthetic Plastic Surgery**, v. 45, n. 5, p. 2163-2176, 2021.
- SOBANSKA, M.; SCHOLZ, S.; NYMAN, A.; CESNAITIS, R.; ALONSO, S.G.; KLUVER N, *et al.* Applicability of the Fish Embryo Acute Toxicity (FET) Test (OECD 236) in the Regulatory Context of Registration, Evaluation, Authorisation, and Restriction of Chemicals (REACH). **Environmental Toxicology and Chemistry** 2018;37:657–670.
- SOBRERO, M.C.; RONCO, A.E. Capítulo 4.4: Protocolos de Prueba. Bioensayo de Toxicidad Aguda con Semillas de Lechuga (*Lactuca sativa*). In: **Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas. Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones**. Gabriela Castillo editora. Edición conjunta IDRC, SEMARNAT, IMTA, México. 188 pp, 2004.
- SOMMAGGIO, L.R.D. *et al.* Ecotoxicological and microbiological assessment of sewage sludge associated with sugarcane bagasse. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.147, p.550–557, 2018.
- SOUZA, S. M. A. G. U.; FORGIARINI, E.; SOUZA, A. A. U. Toxicity of textile dyes and their degradation by the enzyme horseradish peroxidase (HRP). **Journal of Hazardous Materials**, v. 147, p. 1073-1078, 2007.
- SPENCE, R. *et al.* The behaviour and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. **Biological Reviews**, v. 83, n. 1, p. 13–34, 2008.
- STAMBOLOVA, I.; SHIPOCHKA, M.; BLASKOV, V.; LOUKANOV, A.; VASSILEV, S. Sprayed nanostructured TiO₂ films for efficient photocatalytic degradation of textile azo dye. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v.117, p. 19-26, 2012.
- TALON-HUGON, C. The aestheticisation of taste, a consequence of the “aestheticisation” of beauty. **The Nordic Journal of Aesthetics**, v. 26, n. 54, 2018.
- TEIXEIRA, R. O.; CAMPAROTO, M. L.; MANTOVANI, M. S.; VICENTINI, V. E. P. Assessment of two medicinal plants, *Psidium guajava* L. and *Achillea millefolium* L., *in vitro* and *in vivo* assays. **Genetics and Molecular Biology**, v. 26, p. 551–555, 2003.

- TEIXIDÓ, E.; PIQUÉ, E.; GÓMEZ-CATALÁN, J.; LLOBET, J.M. Assessment of developmental delay in the zebrafish embryo teratogenicity assay. **Toxicology in Vitro**, v. 27, n. 1, p. 469-478, 2013.
- TICE, R. R.; AGURELL, E.; ANDERSON, D.; BURLINSON, B.; HARTMANN, A.; Kobayashi, H.; MIYAMAE, Y.; ROJAS, E.; RYU, J. C.; SASAKI, Y. F. Single cell gel/comet assay: guidelines for in vitro and in vivo genetic toxicology testing. **Environmental and Molecular Mutagenesis**, v. 35, p. 206–221, 2000.
- TIEGS, L. M. R.; ZAMBON, C. P.; CAMPANA, G. A.; NUNES, J. S. O risco do uso de produtos não-cosméticos: a anilina à base de ÁLCOOL. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, p. 590-596, 2018.
- TSIMPIDAKIS, A. *et al.* Hair Dyes Sensitization and Cross-Reactions: Challenges and Solutions: A Systematic Review of Hair Dye Allergens' Prevalence. **Dermatitis: contact, atopic, occupational, drug**. 2023.
- USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Protocols for short term toxicity screening of hazardous waste sites**. US EPA 600/3-88/029, Corvallis, 1989.
- VEIGA, L.F.; VITAL, N. **Teste de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Artemia sp.*** In: NASCIMENTO, I.A.; SOUSA, E.C.P.M, NIPPER, M. Métodos em Ecotoxicologia Marinha. Aplicações no Brasil. Editora Artes Gráficas e Indústria Ltda., 2002.
- VIDAKOVIĆ-CIFREK, Z.; PAVLICA, M.; REGULA, I.; PAPERS, D. Cytogenetic damage in shallot (*Allium cepa*) root meristems induced by oil industry “high-density brines”. **Environ. Contam. Toxicol**, v. 43, p. 284–291, 2002
- VINEIS, P.; PIRASTU, R. Aromatic amines and cancer. **Cancer Causes & Control**, Dordrecht, v.8, n.3, p.346-355, 1997.
- VRAL, A.; FENECH, M.; THIERENS, H. The micronucleus assay as a biological dosimeter of *in vivo* ionising radiation exposure. **Mutagenesis**, v.26, p.11–17, 2011.
- WOLFRAM, L.J. Endeavors in the area of hair care – chemical aspects of hair care processes and products. **Cosmetics**, v. 30, p.1-24, 2016.
- YATSISHINA, E. B *et al.* Um estudo integrado da cobertura capilar das antigas múmias egípcias. **Journal of Analytical Chemistry**, v. 262-274, 2020.
- YILDIRIM, A. *et al.* The chemistry mechanism of hair dyes. **Middle East Journal of Science**, v. 8, n. 2, p. 173-193, 2022.
- ZAGATTO, P. A.; BERTOLETTI, E. Ecotoxicologia Aquática: Princípios e Aplicações. 478 p. **Rima, São Carlos, SP, Brasil**, 2006.
- ZANONI, T. B.; PEDROSA, T. N. CATARINO, C. M.; SPIEKSTRA, S. W.; OLIVEIRA, D. P.; HARTOG, G. D.; BAST, A.; HAGEMANN, G.; GIBBS, S.; BARROS, S. B. M.; MARIA-ENGLER, S. S. Allergens of permanente hair dyes induces epidermal damage, skin

barrier loss IL-1 α increase in epidermal *in vitro* model. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 112, p. 265-272, 2017.

ZHANG, J.; ZHANG, C. Sampling and sampling strategies for environmental analysis, **International Journal of Environmental Analytical Chemistry**, 92:4, 466-478, DOI: 10.1080/03067319.2011.581371

ZHANG, T. *et al.* Comparative genotoxicity of water processed by three drinking water treatment plants with different water treatment procedures. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, v. 14, p. 1-11, 2020.