

ENSAIO TOXICOLÓGICO COM *ALLIUM CEPA* UTILIZANDO ÁGUA SANITÁRIA COMERCIAL**TOXICOLOGICAL ASSAY WITH *ALLIUM CEPA* USING COMMERCIAL BLEACH****Edson Sarti Wernek¹****Rafael Barreiros Machado²****Ana Beatriz Arantes de Laia³****Frederico Guilherme de Souza Isaac Beghelli⁴**

RESUMO: O presente estudo avaliou os efeitos tóxicos da água sanitária comercial (AS), solução aquosa com hipoclorito de sódio a 2–2,5% p/p (peso/peso), sobre o desenvolvimento radicular de *Allium cepa* (cebola) em ensaio de 72 horas. O uso de *A. cepa* justifica-se pelo baixo custo, fácil manejo e alta sensibilidade a contaminantes ambientais. O objetivo foi analisar a influência de diferentes concentrações de AS, preparadas em 10, 20 e 30% v/v (volume/volume), sobre o número e o comprimento máximo das raízes por cebola. Foram utilizados doze bulbos distribuídos em quatro grupos experimentais (controle, 10%, 20% e 30%), com água mineral como diluente. O experimento foi conduzido em condições padronizadas, e os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey. Os resultados mostraram redução no número médio de raízes a partir de 10% e no comprimento máximo a partir de 20%, sendo o número de raízes a variável mais sensível ao tóxico. Tais diluições correspondem a 1 e 2 mL/L de cloro ativo, indicando efeitos tóxicos observáveis a baixas concentrações. Tais resultados corroboram com outros trabalhos voltados à saúde humana e a impactos em ecossistemas naturais indicando a necessidade de cautela no uso e descarte do produto e mesmo de revisão de valores permitidos para uso do sanitizante. Fica evidenciado que o bioensaio com *A. cepa* constitui-se em ferramenta prática e eficiente para avaliações ecotoxicológicas.

Palavras-chave: Biossegurança; Ecotoxicologia; Genotoxicidade.

ABSTRACT: We evaluated in this work the toxic effects of commercial bleach (CB). CB is an aqueous solution containing sodium hypochlorite at 2–2.5% v/v (volume/volume), on the root development of *Allium cepa* (onion) in a 72-h assay. The use of *A. cepa* was preferred because of its low cost, easy handling and high sensitivity to environmental contaminants. The objective CB effects over root development. The solutions were prepared at 10, 20 and 30% v/v (volume/volume). The biological responses were both: the number and maximum length of roots per onion. Twelve bulbs were grouped in four experimental conditions (control, 10%, 20% and 30%). The solutions were diluted with mineral water. The experiment was conducted under standardized conditions, and the data were submitted to analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's test. The results showed reduction of the average number of roots per onion beginning at 10% condition. The maximum length of roots were distinct from other treatments from 20% concentration. From this, we concluded that the number of roots was more sensitive to chlorine than the length. The dilutions considered here (10 and 20%) correspond to 1 and 2 mL/L of active chlorine, indicating that toxic effects could be observed even at low concentrations. These results corroborate other studies focused on human health and impacts on natural

Graduando em Gestão Ambiental - Fatec Itapetininga - E-mail: edson.wernek@fatec.sp.gov.br ¹

Graduando em Silvicultura - Fatec Capão Bonito - E-mail: rafael.machado26@fatec.sp.gov.br ²

Graduando em Gestão Ambiental - Fatec Itapetininga - E-mail: ana.laia@fatec.sp.gov.br ³

Doutor em Ciências Ambientais - Fatec Itapetininga - E-mail: frederico.beghelli@fatec.sp.gov.br ⁴

ecosystems, indicating the need for caution in the use and disposal of the product. It may be plausible to review maximum tolerated values for the use of the sanitizer. It is evident that the bioassay with *A. cepa* constitutes a practical and efficient tool for ecotoxicological evaluations.

Keywords: Biosafety; Ecotoxicology; Genotoxicity.

1 INTRODUÇÃO

A toxicologia, conforme Gallo (2009, p. 1), "[...] é o estudo dos efeitos adversos dos xenobióticos nos sistemas biológicos". Essa definição orienta ensaios toxicológicos sobre substâncias, como por exemplo a água sanitária (AS), que populações humanas e não-humanas podem estar expostas.

Segundo Santos *et al.* (2012), AS's são soluções aquosas à base de hipoclorito de sódio ou cálcio, com cloro ativo entre 2,0% e 2,5% p/p, estabilizadas com hidróxido de sódio ou cálcio, de baixo custo, eficiente, popular e utilizado na desinfecção de superfícies, ambientes e alimentos. Como destacaram Silva; Castejon (2022), está classificado como de risco II, conforme a RDC 184/2001, sujeito a registro, possuindo restrições em apresentação e composição, sendo proibida comercialização em aerosol, líquidos comprimidos ou pulverizados, nem conter corantes, fragrâncias, sequestrantes ou tensoativos, sendo compostos por água potável, carbonato e hipoclorito de sódio.

Para avaliar riscos à saúde e meio ambiente, a utilização de cebolas (*Allium cepa*) como bioindicador se mostra eficiente, como aponta Ventura *et al.* (2024), permitindo a determinação de níveis de toxicidade pelo crescimento e contagem de raízes, além da suscetibilidade, baixo custo, fácil manipulação e ausência de necessidade de tratamento prévio. Estudos como o de Gonzales-Llontop; Chotón-Calvo; Chico-Ruíz (2021) e Pessotti; Leme; Rostelato-Ferreira (2019) avaliaram o potencial citotóxico e genotóxico de substâncias em *A. cepa*.

Produtos saneantes como a AS são apontados como causadores de intoxicações e lesões em humanos. Autores como Silva *et al.* (2014) destacam esses riscos especialmente em crianças, como corroborado por Sawalha (2007), que também aponta o descarte e uso inadequado como potencializadores da contaminação do meio ambiente. A situação piora devido à produção e venda clandestina de AS, que, conforme Silva *et al.* (2023), aumenta riscos à saúde e para as populações bióticas e abióticas, comprometendo a eficiência da sanitização.

O presente artigo objetivou a análise de uma AS comercial, investigando seus efeitos tóxicos, utilizando água mineral como diluente e expondo em *A. cepa*, analisando seu risco toxicológico. A hipótese central é que o desenvolvimento e crescimento das raízes seriam reduzidos ou inibidos em resposta aos efeitos subletais causados pela exposição a concentrações crescentes de AS.

2 METODOLOGIA

Para o ensaio, foram utilizados 12 exemplares da espécie *A. cepa* (cebola). Inicialmente, no preparo dos exemplares, os bulbos foram lavados em água corrente de torneira para remoção de impurezas e secos com papel toalha, garantindo condições uniformes. A água utilizada para lavagem foi a água fornecida pela concessionária de distribuição de água potável que, segundo a legislação vigente, atende ao padrão de potabilidade.

O comprimento equatorial dos bulbos foi estimado com base nas fotos e diâmetro dos copos, utilizando-se um editor de imagens (CANVA, 2025) com função régua, tendo um diâmetro médio de 4,43 cm, com no máximo 0,55cm de diâmetro de diferença de bulbos em desvios padrões, entretanto, com todos bem divididos e padronizados entre a disposição nas amostras.

Em seguida, a camada mais externa da casca foi retirada, assim como raízes presentes. Conforme ilustrado na Figura 1, assegurando a padronização dos organismos-teste, os exemplares foram divididos em quatro grupos, sendo um controle e três tratamentos, cada qual composto por três réplicas.

Figura 1 – Experimento nas suas 4 ocasiões após a preparação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Os exemplares foram sustentados por perfurações realizadas com hastes de eucalipto (palitos de dente), utilizadas para fixá-los sobre a borda de copos plásticos com capacidade volumétrica de 50 mL. Esse procedimento assegurou que o disco de crescimento radicular estivesse em contato direto com a solução contendo o toxicante, neste caso, AS. Para a preparação do meio e diluição, utilizou-se água mineral sem gás da marca “Crystal”, fornecida pela empresa “Spal Indústria Brasileira de Bebidas S.A.”, com sua classificação detalhada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição e características da água mineral fluoretada “Crystal”.
COMPOSIÇÃO QUÍMICA (mg/L)

Bicarbonato	131,77	Sódio	43,561
Cálcio	4,698	Potássio	2,503
Cloreto	1,94	Magnésio	1,233
Fluoreto	1,00	Sulfato	0,98
Fosfato	0,68	Bário	0,144
Boro	0,053	Estrôncio	0,050
Ferro	0,035	Nitrato	0,03
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS			
pH a 25°C			7,49
Temperatura da água na fonte			24,0°C
Condutividade a 25°			204 µS/cm
Resíduo de evaporação a 180°C			160,70 mg/L

Fonte: Rótulo da garrafa, elaborado pelos autores (2025).

A AS utilizada, conforme descrito em sua ficha técnica, em sua composição inclui hipoclorito de sódio, hidróxido de sódio, cloreto de sódio e água, com teor de cloro ativo entre 2,0% e 2,5% p/p. A AS foi diluída em água mineral para concentrações (v/v) de 10, 20 e 30%. O grupo controle foi exposto à água mineral sem outros aditivos.

O experimento teve início em 17 de novembro de 2023, 14h e terminou após 72h. O ensaio foi desenvolvido sob temperatura média máxima 31°C, e temperatura média mínima 21°C, sem anomalias meteorológicas em temperatura e pluviosidade como apontado pelos mapas meteorológicos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (2023), para a região de Itapetininga. As amostras ficaram em local arejado e com luz indireta.

Após esse período, os resultados foram analisados por meio da contagem da quantidade de radículas e da medição do comprimento máximo das radículas de cada cebola nas réplicas. Não foi realizada a medição individual de cada radícula, apenas a total por cebola. A diferença entre tratamentos utilizados na avaliação foi determinada por meio de Análise de Variância (ANOVA), com teste de *Tukey post hoc* para verificar se houve variação significativa entre as médias dos diferentes tratamentos (tamanho máximo da raiz e número médio de raízes).

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Na Ecotoxicologia, o organismo-teste é um indicador biológico amplamente utilizado em ensaios de toxicidade, permitindo avaliar os possíveis efeitos de contaminantes sobre a biota, considerando mecanismos celulares e metabólicos compartilhados com outros organismos. Ensaios toxicológicos com *A. cepa* foram introduzidos por Levan (1938), conforme citado por Leme; Marin-Morales (2009), e desde então têm mostrado eficácia na avaliação de diversos poluentes, incluindo metais, pesticidas, efluentes industriais e desinfetantes.

A aplicação de *A. cepa* em bioensaios alerta não apenas para os efeitos potenciais sobre vegetais, mas também sobre organismos aquáticos (Wijeyaratne; Wadasinghe, 2019) e terrestres (Babatunde; Anabuike, 2015), devido à sua sensibilidade. Além disso, o uso de compostos clorados na desinfecção de água potável levanta preocupações quanto à concentração e natureza desses compostos, tendo sido associado em estudos desde a década de 1990 à incidência de câncer de bexiga, cólon e reto em humanos (Melnick et al., 1994; Boorman et al., 1999).

A AS utilizada neste ensaio contém uma série de compostos que serão descritos durante os próximos parágrafos. Entre eles, estão o hipoclorito de sódio. De acordo com as observações de Fukuzaki (2006), o hipoclorito de sódio é amplamente utilizado pela indústria alimentícia para que seja possível sanitização segura de alimentos, bem como em ambientes domésticos e outros locais, com a mesma finalidade de limpeza. Por exemplo disso, como apontou Cunha (2015), o hipoclorito de sódio possui uso clínico na endodontia como desinfetante, entretanto, em casos de complicações, podem ter reações como edemas, equimoses, hematomas, necroses, parestesias e anestésias, reações alérgicas, hipersensibilidade e dor severa.

Além disso, outro composto presente na AS é o hidróxido de sódio, base forte conhecida popularmente como soda cáustica. Conforme a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2020), a CETESB, a base é utilizada na fabricação de papel, tecidos, sabão e detergentes, como na purificação de água e reagente laboratorial, sendo que, em contato com a natureza, se concentra em meio aquoso, liberando hidroxila, podendo elevar o pH e por sua vez causando danos nos organismos vivos pela ingestão e contato, pois ainda com a CETESB, em humanos o hidróxido de sódio é corrosivo, podendo causar queimaduras, lesões no trato digestivo, perfurações, hemorragias, danos na visão, vômito e dores, na inalação irritar mucosas, causar espasmos das vias aéreas, inflamações e líquidos nos pulmões.

A preocupação de acidentes com soda cáustica pode ser observada no trabalho de Bártholo (1991), onde foram apontados acidentes de derramamento de soda cáustica em vias públicas, com funcionários da CETESB precisando impedir a contaminação das águas pelas substâncias. Zhang *et al.* (2020) apontam que houve um aumento significativo de compostos clorados em recursos hídricos durante a pandemia da COVID-19. Tal situação não foi isenta de riscos. Segundo Parveen *et al.*, (2022), além da eficácia do uso do produto para combate do COVID-19 ser questionável, há riscos citotóxicos, genotóxicos, mutagênicos e carcinogênicos.

Outros componentes presentes na fórmula são a água e o cloreto de sódio, maior constituinte do conhecido sal de cozinha. Esses compostos são comumente usados cotidianamente para vários fins como por exemplo a alimentação (PEREIRA *et al.*, (2008), sendo o sal de cozinha pela sua ingestão excessiva um fator de risco de destaque para doença cardiovascular, favorecendo a hipertensão arterial sistêmica de acordo com Barros *et al.*, (2014).

Os compostos citados na fórmula da AS analisada podem ser observados na Tabela 2 onde é apresentada sua composição química bem como a Dose Letal Mediana (DL50), um parâmetro utilizado para avaliar a toxicidade dos componentes.

Tabela 2 – DL50 dos compostos da água sanitária utilizada.

Composto	Fórmula	Mg por Kg	Via	Organismo teste
Hipoclorito de Sódio ¹	NaClO	8910	Oral	Rato
Hidróxido de Sódio ²	NaOH	240	Oral	Rato
Cloreto de Sódio ³	NaCl	3000	Oral	Ratazana

Fonte: Elaborado pelos autores (2023) e adaptado de Química Credie (2009)¹; Quimesp Química (2021)²; Merk (2012)³.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após 72 horas de experimento, foram verificadas diferenças significativas entre os tratamentos para número de raízes e ao tamanho máximo das mesmas ($p < 0,05$). Conforme as observações, a quantidade e tamanho das raízes diminuíram proporcionalmente conforme o aumento da concentração de AS nas soluções, o que evidencia o efeito negativo do toxicante no desenvolvimento radicular (Tabela 3).

Tabela 3 – Resultados da Análise de Variância (ANOVA).

Variável	Valor p	Valor F
Número de raízes	$6,73.10^{-7}$	113,7
Tamanho da raiz	$2,29.10^{-4}$	24,21

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O número de raízes diferenciou-se do controle já na concentração de 10% enquanto o tamanho demonstrou diferença significativa a partir de 20% (Tabela 4).

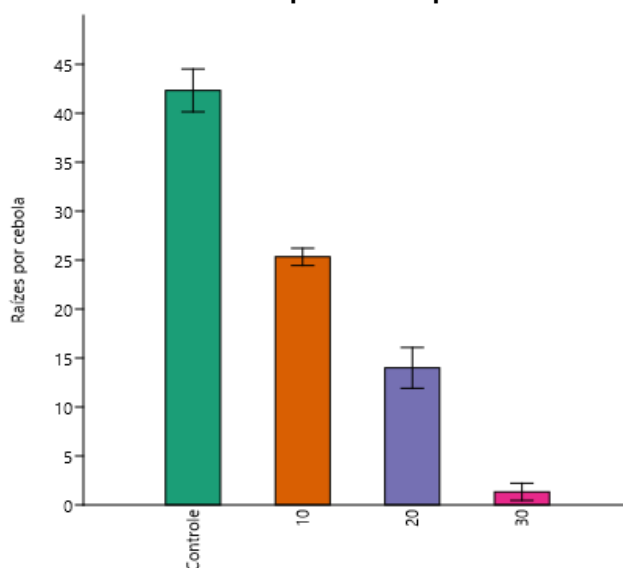
Tabela 4 – Resultados do teste de Tukey (comparação em relação ao controle).

Variável	Diluição (%)		
	10	20	30
Número de raízes	$3,6.10^{-4}$	$8,56.10^{-6}$	$4,77.10^{-7}$
Tamanho da raiz	0,47*	$1,8.10^{-4}$	$3,7.10^{-4}$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025) com “*” como diferença não significativa do controle.

Os resultados evidenciaram correlação negativa entre as variáveis dependentes e o aumento na concentração do toxicante (Gráficos 1 e 2; Figura 2)

Gráfico 1 - Número médio das raízes por cebola por tratamento com desvios-padrão.

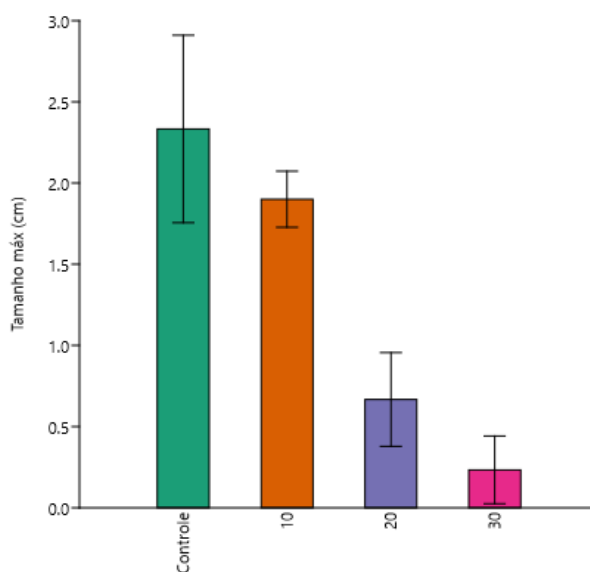


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Os resultados deste estudo reforçam a utilização de *Allium cepa* como organismo-teste sensível em ensaios de toxicidade, conforme descrito na literatura. A redução no número médio de radículas e no comprimento máximo das raízes observada nas amostras expostas à água sanitária demonstra a eficácia desse bioindicador para detectar efeitos tóxicos, confirmando sua aplicabilidade em estudos com poluentes diversos, como metais, pesticidas e desinfetantes.

Além disso, os achados deste trabalho sugerem que os compostos clorados presentes na água sanitária possuem potencial de impacto não apenas sobre vegetais, mas também, indiretamente, sobre organismos aquáticos e terrestres, como já alertado por estudos anteriores. Ainda que existam relatos na literatura sobre os riscos à saúde humana associados a esses compostos, este estudo restringe suas conclusões aos efeitos observados em *A. cepa*, sem extrapolações para outros organismos ou para a saúde humana.

Gráfico 2 - Tamanho máximo das raízes por cebola por tratamento com desvios-padrão.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Organização Mundial de Saúde, indica valores de segurança para consumo na água tratada entre 0,3 e 5 mg/L de cloro residual (World Health Organization, 1996). O padrão de potabilidade brasileiro (Ministério da Saúde, 2021) estabelece valores residuais máximos na água potável de 0,5 mg/L para cloro livre e 0,7 para clorato e clorito. A concentração mais baixa no ensaio (10%) equivale a 100 mL/L de AS com 0,2% de cloro ativo na diluição (2 mL/L). Os resultados da pesquisa indicam, portanto, efeitos adversos do cloro mesmo em concentrações baixas corroborando com

trabalhos anteriores sobre riscos potenciais tanto para a biota e os ecossistemas (Babatunde; Anabuike, 2015; Wijeyaratne; Wadasinghe, 2019), quanto serve de alerta para o uso amplamente disseminado do produto (Leme; Morales, 2009).

Do ponto de vista ocupacional, vale ressaltar os riscos para para profissionais que atuam em contato com o cloro sob quaisquer formas. Neste sentido, ressalta-se a exposição de profissionais da natação, especialmente quando atuam em piscinas aquecidas (Ahmahdpour; Debia, 2024), profissionais do saneamento básico e da limpeza (Parveen *et al.*, 2022).

Figura 2 – Desenvolvimento radicular de *A. cepa* em controle (A), 10% (B), 20% (C) e 30% (D).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação ao meio ambiente, a destinação inadequada de embalagens e rejeitos poderá afetar a biota e a microbiota que se desenvolve no local, seja no ambiente terrestre ou aquático (Parveen *et al.*, 2022).

Os resultados obtidos permitem afirmar que a utilização do tamanho da raiz e número de raízes por cebola como marcadores biológicos foram eficazes para monitoramento deste tóxico, sendo uma alternativa de baixo custo e de fácil determinação para ensaios ecotoxicológicos sendo o número de raízes uma variável mais sensível ao poluente que o tamanho máximo. Corrobora-se o uso da primeira variável relatada em outros estudos e valida-se o segundo método.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente ensaio permitiu avaliar os efeitos tóxicos de uma AS de uso comercial sobre o *A. cepa*, observando-se uma redução significativa no desenvolvimento radicular à medida que a concentração do toxicante no diluente aumentou. O estudo corroborou com outros que alertam para a necessidade de maior cautela no uso e descarte de compostos clorados com riscos para a saúde humana e meio ambiente.

Os resultados demonstraram ainda a validade do uso do comprimento das raízes de *A. cepa* e do número de raízes por organismo como *endpoints* para monitoramento de toxicantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADPOUR, E.; DEBIA, M. Association between exposure to airborne trichloramine and health effects in indoor swimming pool workers. **Annals of Work Exposures and Health**, [S.I.], v. 68, n. 6, p. 593-604, jul., 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/annweh/wxae023>. Acesso em: 25 mar. 2025.

BABATUNDE, B.; ANABUIKE, F. In Vivo Cytogenotoxicity of Electronic Waste Leachate from Iloabuchi Electronic Market, Diobu, Rivers State, Nigeria on *Allium Cepa*. **Challenges**, [S.I.], v. 6, n. 1, p. 173-187, jun., 2015. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2078-1547/6/1/173/pdf?version=1433335183>. Acesso em: 25 mar. 2025.

BARROS, C. L. A.; SOUSA, A. L. L.; CHINEM, B. M.; RODRIGUES, R. B.; JARDIM, T. S. V.; CARNEIRO, S. B.; SOUZA, W. K. S. B.; JARDIM, C. B. V. Impacto da Substituição de Sal Comum por Sal Light sobre a Pressão Arterial de Pacientes Hipertensos. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, [S.I.], v. 104, n.2, p. 129-135, [S.I.], 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abc/a/VfQbszf578QzzT4bQw6J7ZB/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 3 jan. 2025.

BÁRTHOLO, R. F. O meio ambiente e as questões rodoviárias. **Revista Ambiente**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 33-36, jan., 1991. Disponível em: <https://revista.cetesb.sp.gov.br/revista/article/view/102/94>. Acesso em: 3 jan. 2025.

BORMAN, G. A.; DELLARCO, V.; DUNNICK, J. K.; CHAPIN, R. E.; HUNTER, S.; HAUCHMAN, F.; GARDNER, H.; COX, M.; SILLS, R. C. Drinking Water Disinfection Byproducts: review and approach to toxicity evaluation. **Environmental Health Perspectives**, [S.I.], v. 107, [S.I.], p. 207-217, fev., 1999. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10229719/>. Acesso em: 25 mar. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. Portaria GM/MS, nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28

de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 7 mai. 2021. p. 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 25 mar. 2025.

CANVA Project for Android 6.0, version 2.312.0. [S.l.]: Canva, 2025.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. Dados Diários: SaMeT. In: MONITORAMENTO BRASIL. **Base de Dados**: 2023. Disponível em: <https://clima.cptec.inpe.br/monitoramentobrasil/pt>. Acesso em: 15 mai. 2025.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Hidróxido de sódio**. Ficha de Informação Toxicológica, Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/24/2020/07/Hidro%CC%81xido-de-So%CC%81dio.pdf>. Acesso em: 3 jan. 2025.

CUNHA, J. P. **Acidentes de Hipoclorito de Sódio**. Dissertação (Mestre em Medicina Dentária) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa. Porto, p. 48, 2015. Disponível em: https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/5134/1/PPG_24277.pdf. Acesso em: 3 jan. 2025.

FUKUZAKI, S. Mechanisms of Actions of Sodium Hypochlorite in Cleaning and Disinfection Processes. **Biocontrol Science**, [S.l.], v.11, n. 4, p. 147-157, [S.l.], 2006. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/bio1996/11/4/11_4_147/_pdf/-char/ja. Acesso em: 16 de nov. 2023.

GALLO, M. A. Introdução a Toxicologia. In: **Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull**, 2ª ed. Porto Alegre: AMGH, 2012, cap. 1, p. 1. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=7QITe0DcPKsC&oi=fnd&pg=PP5&dq=Introdu%C3%A7%C3%A3o+a+Toxicologia.+In:+Fundamentos+em+Toxicologia+de+Casarett+e+Doull&ots=Mrnw_rdAOS&sig=iAX9xeGGw_mOju49YLHfk9bw8xw#v=onepage&q=Introdu%C3%A7%C3%A3o%20a%20Toxicologia.%20In%3A%20Fundamentos%20em%20Toxicologia%20de%20Casarett%20e%20Doull&f=false. Acesso em: 15 de nov. 2023.

GONZALES-LLONTOP, L. F.; CHOTÓN-CALVO, M. R.; CHICO-RUIZ, J. Efecto toxicológico del dióxido de cloro em radículas de cebola (*Allium cepa* L.). **Manglar**, Tumbes, v. 18, n. 2, p. 187-191, [S.l.], 2021. Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/82022315/367-libre.pdf?1647009166=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEfecto_toxicologico_del_dioxido_de_cloro.pdf&Expires=1735847828&Signature=P8q2OktUpkqGeiw5Q7NKAJdbICNLP9YOOFIlc2ybVrzHhuNDt~0vDhCN0d7VlwF9DekohRERbvJ6oMe~QtzxRZKTCpY9PjpmDY6nKqWx3zjKHdWgR~tWrYwmwEmat3Fmd16RAKNkX3BVSihMUmCdPHVWtQ9AfoRb6FIb879XLGI8D623hPhWUu17qA65QKeqqQ~67sn5BhbZhAGGyoLRnqu6~T4EzKt38EQ1gUd1JV1IQ5mgLhOpck1k3~N1-

SMI5XjIRKNJtvsqnCikliqdON711M7tlUcFKGUhcEI~uPofuxS10oCn59nk3KWJ4sWivi
uCwtwzc-ADyLURObbZng__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA. Acesso
em: 2 jan. 2025.

LEME, D. M.; MARIN-MORALES, M. A. Allium cepa test in environmental monitoring: A review on its application. **Mutation Research**, [S.l.], v. 682, n. 1, p. 71-81, jul., 2009. Disponível em:

MELNICK, R. L.; DUNNICK, J. K.; SANDLER, D. P.; ELWELL, M. R., BARRETT, J. C. Trihalomethanes and other environmental factors that contribute to colorectal cancer. **Environmental Health Perspectives**, Durham, jun./jul., 1994. Meeting Reports, v. 102, n. 6-7, p. 586-588. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1569766/pdf/envhper00394-0086.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2025.

MERK. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**: Cloreto de Sódio. FISPQ, Cotia, 2012. Disponível em: <https://www.farmacia.ufmg.br/wp-content/uploads/2018/10/FISPQ-Cloreto-de-s%C3%B3dio.pdf>. Acesso em: 15 de nov. 2023.

PARVEEN, N.; CHOWDHURY, S.; GOEL, S. Environmental impacts of the widespread use of chlorine-based disinfectants during the COVID-19 pandemic. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.l.], v. 29, [S.l.], p. 85742-85760, jan., 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11356-021-18316-2.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2025.

PEREIRA, A. V.; BELINSKI, A. C.; VALUS, N.; BELTRAME, F. L. Avaliação da Qualidade de Amostras Comerciais de Sal de Cozinha. **Iniciação Científica Cesumar**, [S.l.], v. 10, n. 2, p. 97-101, [S.l.], 2008. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/668/639>. Acesso em: 3 jan. 2025.

PESSOTI, E. R.; LEME, E.; FERREIRA, S. R. Potencial toxicológico das águas do Rio Itapetininga sobre crescimento radicular de *Allium cepa*. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 2, n.3, p. 1109-1119, mai., 2019. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/2127/2152>. Acesso em: 2 jan. 2025.

QUIMESP QUÍMICA. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**: Hidróxido de Sódio. FISPQ, Guarulhos, 2021. Disponível em: <https://www.quimesp.com.br/pdf/hidroxido-de-sodio-solucao-20-mv.pdf>. Acesso em: 17 de nov. 2023.

QUÍMICA CREDIE. **Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico**: Hipoclorito de Sódio. FISPQ, Manaus, 2009. Disponível em: <https://micobacterias.ufc.br/wp-content/uploads/2018/09/fispq-hipoclorito-de-sodio.pdf>. Acesso em: 15 de nov. 2023.

SANTOS, H. S.; MURATORI, M. C. S.; MARQUES, A. L. A.; ALVES, V. C.; CARDOSO FILHO, F. C.; COSTA, A. P. R.; PEREIRA, M. M. G.; ROSA, C. A. R. Avaliação da eficácia da água sanitária na sanitização de alfaces (*Lactuca sativa*). **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 1, p. 56-60, jan., 2012. Disponível em: https://leg.ufpi.br/subsiteFiles/cca/arquivos/files/1433_56-60_Hugo_Sousa_Santos.pdf. Acesso em: 2 jan. 2025.

SAWALHA, A. F. Storage and utilization patterns of cleaning products in the home: Toxicity implications. **Accident Analysis and Prevention**, [S.l.], v. 39, [S.l.], p. 1186-1191, mar. 2007. Disponível em: <https://sci-hub.se/10.1016/j.aap.2007.03.007>. Acesso em: 2 jan. 2025.

SILVA, A. A. R.; PASSOS, R. S.; SIMEONI, L. A.; NEVES, F. A. R.; CARVALHO, E. Use of sanitizing products: safety practices and risk situations. **Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 2, p. 149-154, ago., 2014. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/jped/a/RTfGt7RKVbnDLs7m8MsfsFq/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 2 jan. 2025.

SILVA, A. H. S.; SOUSA, D. M.; RIBEIRO, G.; LIMA, I. M. S. L.; JOCA, J. F. S.; SILVA, M. S. S. **Determinação do teor de cloro ativo em água sanitária clandestina**. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Química) – ETEC Júlio de Mesquita, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Santo André, p. 13, 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/16844/1/Artigo%20cient%20adfico%20-%20DETERMINA%2087%2083O%20DO%20TEOR%20DE%20CLORO%20ATIVO%20EM%2081GUA%20SANIT%2081RIA.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2025.

SILVA, V. A.; CASTEJON, L. V. Produção industrial de água sanitária e controle de qualidade. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 11, n. 8, p. 1-9, jun., 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31387/26820>. Acesso em: 2 jan. 2025.

VENTURA, M. L. S.; CURRALADAS, I. D. R.; SANTOS, M. A.; BOIM, M. A.; MAQUIGUSA, E.; BASTOS, P. A. S.; SARKIS, J. E. S.; HORTELLANI, M. A.; OLIVEIRA-SALES, E. B. Estresse toxicológico em um rio altamente impactado no ambiente portuário de Santos, SP. **Química Nova**, [S.l.], v. 47, n. 6, p. 1-9, jan., 2024. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/XkdvVzkQVwpZBhzqCBpNDSy/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 2 jan. 2025.

WIJEYARATNE, W. M. D. N.; WADASINGHE, L. G. Y. J. G. *Allium cepa* Bio Assay to Assess the Water and Sediment Cytogenotoxicity in a Tropical Stream Subjected to Multiple Point and Nonpoint Source Pollutants. **Journal of Toxicology**, [S.l.], v. 2019, n. 1, p. 1-10, mar. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1155/2019/5420124>. Acesso em: 25 mar. 2025.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Chlorine in Drinking-water**: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. 2. ed., v. 2. Genebra: WHO, 1996. 11 p. Disponível em: https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/chlorine.pdf?sfvrsn=88760f74_4. Acesso em: 22 mar. 2025.

ZHANG, H. *et al.* Disinfection threatens aquatic ecosystems. **Science**, Washington, v. 368, n. 6487, p. 146-147, [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.science.org/doi/full/10.1126/science.abb8905>. Acesso em: 16 de nov. 2023