

Secretaria
de Educação e
Esportes



GOVERNO DE
**PER
NAM
BU**CO
ESTADO DE MUDANÇA

Unidade Curricular

Efeitos adversos das substâncias químicas

Material de apoio à ação docente

PERNAMBUCO



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Secretária de Educação e Esportes

Ivaneide Dantas

Secretária Executiva Planejamento e Coordenação

Mônica Maria Andrade

Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação

Tárcia Regina da Silva

Secretário Executivo do Ensino Médio e Profissional

Gilson Alves do Nascimento Filho

Secretário Executivo de Administração e Finanças

Gilson Monteiro Filho

Secretário Executivo de Gestão da Rede

Igor Fontes Cadena

Secretário Executivo de Esportes

Luciano Leonídio



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Equipe de elaboração

Rayane Lima Gomes

Equipe de coordenação

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

Janine Furtunato Queiroga Maciel

Gestor Pedagógico (GGPEM/SEDE)

Rômulo Guedes e Silva

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GGPEM/SEDE)

Andreza Shirlene Figueiredo de Souza

Revisão

Ana Caroline Borba Filgueira Pacheco

Sumário

1. Apresentação	5
2. Aspectos gerais e especiais da toxicologia e ecotoxicologia	7
Orientações para realização de atividades	8
3. Impactos na saúde e sociedade provenientes da exposição excessiva às substâncias químicas.	10
Orientações para realização de atividades	11
4. Relação qualitativa da estrutura e atividade entre substâncias e alvos biológicos.	12
Orientações para realização de atividades	13
Orientações para avaliação	14
5. Referências bibliográficas	16

I. Apresentação

Prezado/a professor/a.

Efeitos adversos das substâncias químicas é uma Unidade Curricular destinada aos estudantes do 3º ano do Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco e fundamentada na Portaria nº 1.432/2018, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos.

Esta Unidade Curricular está inserida na *Trilha de Aprofundamento Saúde Coletiva e Qualidade de Vida* e é obrigatória no 1º semestre do 3º ano do Ensino Médio. Ela também está indicada como Unidade Curricular Optativa na *Trilha Modos de Vida, Cuidado e Inventividade*.

Tendo em vista que *Efeitos adversos das substâncias químicas* objetiva selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos a respeito da problemática que envolve a natureza, os mecanismos das ações tóxicas e a avaliação das alterações biológicas produzidas pela exposição às substâncias químicas, principalmente, quando o corpo ainda está em desenvolvimento, como ocorre na adolescência.

É importante salientar que na nova organização curricular, todas as Unidades Curriculares propostas nas Trilhas possuem um ou mais eixos estruturantes que as embasam quanto às habilidades a serem desenvolvidas durante a prática pedagógica com os estudantes. Com isso, temos que considerar as seguintes habilidades a serem desenvolvidas:

Mediação e Intervenção Sociocultural - (EMIFCNT07PE) Identificar e explicar conhecimentos relacionados a toxicologia, acessando fontes confiáveis e mobilizando-as para compreensão dos processos de intoxicação em relação aos efeitos biológicos, sociais e ambientais.

Empreendedorismo - (EMIFCNT11PE) Selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos relacionados a Toxicologia para desenvolvimento de projeto pessoal ou empreendimento.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Com base nesses pressupostos, *Efeitos adversos das substâncias químicas* propõe, na sua **ementa**, os seguintes tópicos a serem abordados pelo(a) professor(a) ao longo da sua prática pedagógica:

Compreensão dos aspectos gerais e especiais da toxicologia e ecotoxicologia. Identificação dos pictogramas de segurança relacionados às diversas substâncias. Impactos na saúde e sociedade provenientes da exposição excessiva às substâncias químicas e a automedicação. Relação entre toxicologia e ambiente de trabalho. Padrões de segurança toxicológica em alimentos e medicamentos. Intoxicação por exposição a substâncias químicas. Relação qualitativa da estrutura e atividade entre substâncias e alvos biológicos. Elaboração de material de divulgação na comunidade escolar sobre a toxicologia e seus efeitos.

2. Aspectos gerais e especiais da toxicologia e ecotoxicologia

No nosso dia a dia, constantemente estamos expostos a uma infinidade de substâncias químicas, sejam elas para tratamentos de saúde e beleza, as provenientes das indústrias, do meio ambiente ou ainda àquelas que ocorrem de forma natural. Todas as substâncias têm o potencial de causar efeitos adversos ou tóxicos, a exemplo do ferro, que sua carência no organismo pode ocasionar anemia, porém quando ingerido em quantidades elevadas pode causar anomalias no fígado. Mas quando podemos considerar que uma substância é tóxica ou como podemos caracterizar efeitos adversos ocasionados por uma determinada substância?

Ao longo da história diferentes teorias, histórias e conceitos sobre o tema foram construídos. Registros de manuscritos antigos já mencionaram cerca de 7.000 substâncias medicinais e mais de 800 fórmulas que tinham como princípio ativo substâncias consideradas venenosas (SPRADA, 2013). Logo, nosso primeiro passo é conhecer a definição de **tóxico**.

As primeiras definições para toxicidade estavam associadas à palavra veneno, que vem do grego **toxikon** ou tóxico. Na atualidade, a toxicologia está associada ao estudo da toxicidade e os efeitos adversos dos agentes exógenos incorporando aspectos técnicos da bioquímica molecular, biologia, química, genética, matemática, medicina, farmacologia, fisiologia e física, além de aplicar os conhecimentos na avaliação da segurança e do risco químico sobre os organismos vivo (KLAASSEN e WATKINS III, 2012, p. 7)

De modo geral, podemos descrever os efeitos adversos ou a toxicidade das substâncias químicas como a capacidade de determinada substância causar efeitos prejudiciais em organismos vivos, a exemplo da toxina botulínica, na figura 01 a reportagem em destaque traz uma reflexão sobre a toxina do botulismo, conhecida no

SEÇÃO Bastidores da Ciência -
Novembro 2023 [CH 404]

Toxina botulínica, de veneno a tratamento estético

Leandro Lobo
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Figura 01. Toxina botulínica, de veneno a tratamento estético. Instituto de Microbiologia Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em:
<https://cienciahoje.org.br/artigo/toxina-botulinica-de-veneno-a-tratamento-estatico/#:~:text=Em%202023%2C%20a%20toxina%20botulinica%20foi%20usada%20para%20o%20tratamento%20de%20acne%20e%20de%20envelhecimento%20da%20pele.>

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

meio estético como promissor agente de rejuvenescimento, e seu efeito tóxico quando administrada em dosagem superior ao aceitável pelo organismo. Assim, atualmente não podemos pensar na toxicidade de uma substância sem referenciar a quantidade, a via de acesso, a duração da exposição, o tipo e a gravidade dos efeitos adversos, além do tempo necessário para produzir tais efeitos.

No Brasil, o estudo da toxicidade ou os efeitos adversos das substâncias, a Toxicologia, passou a ser configurada como disciplina a partir de 1950. Atualmente esse estudo é reconhecido, por pesquisadores e profissionais, como ciência que busca promoção e recuperação da saúde de trabalhadores e da população em geral.

Como uma ciência multidisciplinar, as divisões da toxicologia são bem amplas, podendo ser abordadas no campo clínico, analítico ou experimental. Ainda podemos subdividir a toxicologia de acordo com o seu respectivo campo de atuação: Toxicologia Ambiental (Ecotoxicologia), Toxicologia Forense, Toxicologia Social, Toxicologia de Alimentos e Toxicologia Ocupacional.

Com o aumento do uso de substâncias químicas, associado a outros fatores como mudanças climáticas e exploração dos recursos naturais, uma crescente preocupação é o impacto que essas mudanças vão ocasionar dentro da biota (Tlili & Mouneyrac, 2021). Com isso cresce dentro da Toxicologia um ramo que busca estudar, compreender e avaliar os efeitos de produtos químicos do nível molecular até o ecológico (Champan, 2002; Beketov & Liess 2012), a Ecotoxicologia. Portanto, a utilização dessa área dentro do ensino pode auxiliar na formação de cidadãos críticos e atuantes.

Orientações para realização de atividades

Considerando o eixo temático *Mediação e Intervenção Sociocultural* e fazendo uma abordagem voltada a Ecotoxicologia, pode-se apresentar reportagens, como as ao lado apresentadas na Figura 02, e discutir



**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

com os estudantes sobre o efeito tóxico de algumas substâncias e o impacto das mesmas nos ambientes aquáticos.

Após a problematização inicial o professor pode solicitar que observem a região onde residem e identifiquem como rios, lagos e demais meios de vida aquática do quadro observados são agredidos pelo descarte irregular dessas substâncias.

3. Impactos na saúde e sociedade provenientes da exposição excessiva às substâncias químicas.

Como apresentado no item anterior, devemos levar em consideração itens como via de administração e dose para determinar se uma substância química pode ou não causar danos a seres humanos e a outros organismos vivos. No caso da via de exposição, não havendo o contato, não haverá o ingresso da substância do organismo e, conseqüentemente, por mais tóxica que seja, não acarretará efeito algum.

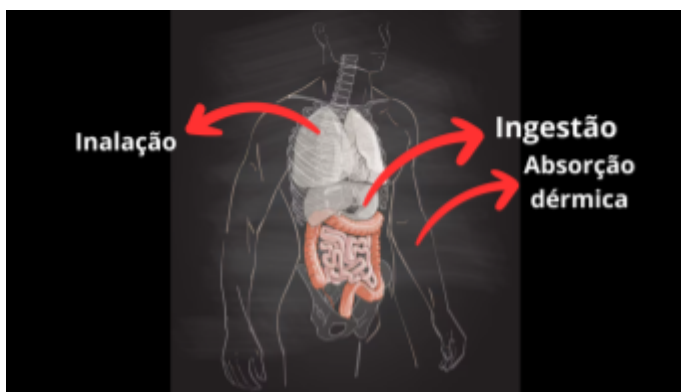


Figura 03. Três principais vias de exposição.

Fonte adaptada pela autora

Disponível em: <https://smithstressmanagement.com/index.php/colon-hydrotherapy-page/>

Quando temos a exposição, o ingresso das substâncias no organismo poderá se dar por três tipos de vias de exposição: a penetração através da pele, absorção através dos pulmões e absorção pelo trato digestivo, representadas na Figura 03.

Não são raras as vezes que a exposição a substâncias químicas se dá por mais de uma via, por exemplo da exposição a chumbo que pode ocorrer pela ingestão de alimentos e/ou água contaminados, bem como pelo ar e pelo ambiente doméstico. Da mesma forma também não são raros os casos de exposição a duas substâncias, podendo interagir umas com as outras, alterando a toxicidade e assim podendo produzir respostas que podem ser independente, aditiva, sinérgica ou antagônica.

Quando pensamos no tempo de exposição, podemos representar de três formas diferentes, sendo a aguda quando a exposição a um agente ocorre por menos de 24 horas, em geral temos dose única da substância. A forma crônica se dá por um tempo prolongado, de forma repetitiva e a subcrônica é a forma intermediária sendo maior que a exposição aguda e um tempo menor que a crônica.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Ainda dissertando sobre a classificação dos efeitos adversos e toxicidade das substâncias, uma das situações muito presentes na literatura é a intoxicação medicamentosa. Nesse caso, além dos itens já apresentados, devemos levar em consideração os vários motivos, por exemplo administração acidental, tentativas de suicídio, abuso (principalmente entre adolescentes e adultos) e erros de administração (GONÇALVES et al., 2017). Segundo FIOCRUZ (2016) a maior incidência nesses casos são as tentativas de suicídios (37,31%), seguindo por acidentes individuais (32,84%), uso terapêutico (20,18%), erro de administração (5,48%), automedicação (3,44%) e abuso (0,74%).

A intoxicação medicamentosa aos poucos vem se tornando uma preocupação para a saúde pública. O aumento no número de casos, demanda maior fiscalização e uma intensificação dos programas de educação em saúde e medidas preventivas (GONÇALVES et al., 2017).

Orientações para realização de atividades

Ainda considerando o eixo temático *Mediação e Intervenção Sociocultural* e fazendo uma abordagem voltada a sensibilizar os estudantes sobre o risco da automedicação, o professor pode promover uma roda de conversa que tem como tema “Automedicação, vamos tratar o problema com conhecimento?” Para nortear o diálogo, o professor pode questionar aos estudantes se os responsáveis guardam medicações em casa, se preservam e seguem as orientações das embalagens, qual a importância de seguir as orientações? Entre outros questionamentos que julgar necessários.

Na sequência o professor pode entregar aos estudantes caixas de medicação para que, em grupos, identifiquem validade, forma de armazenamento, efeitos indesejáveis, princípios ativos das medicações.

Por fim, como forma de engajar os grupos em defesa do tema, o professor pode solicitar que organizem materiais gráficos: cartazes, blogs, pôsteres, entre outros para divulgar o que construíram de conhecimento ao longo do percurso pedagógico.

4. Relação qualitativa da estrutura e atividade entre substâncias e alvos biológicos.

Nesse ponto da nossa discussão vamos discutir os efeitos adversos específicos de substâncias em alguns dos sistemas essenciais do corpo humano. Como vimos

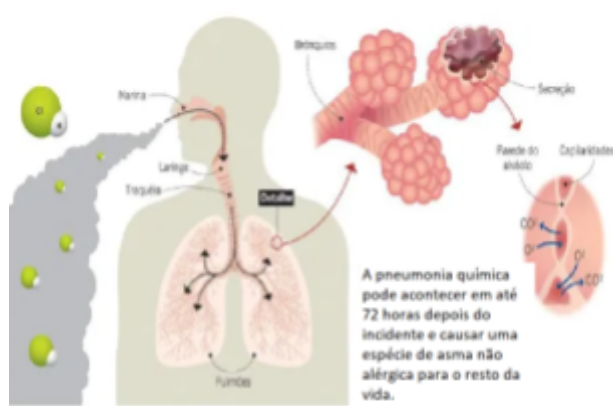


Figura 04. Inalação de fumaça química
Fonte: Jornal de pneumologia. Set 2002. Disponível em: <<https://monografias.brasilecola.uol.com.br/biologia/patologia-s-respiratorias-provocadas-exposicao-hidrocarbonetos.htm>>. Acesso em: 08 de abril 2024.

anteriormente, a inalação é uma importante via de exposição, em especial no ambiente de trabalho. Quando ocorre a exposição por inalação as substâncias químicas podem ser absorvidas pelo sistema circulatório entrando na corrente sanguínea sem passar por um processo de desintoxicação ou pode exercer um efeito direto nas células.

Substâncias químicas

absorvidas por inalação têm propriedades específicas, podendo ser: gases, como dióxido de carbono; vapores, como a fase gasosa do mercúrio; aerossóis, pequenas partículas suspensas no ar.

Quando a exposição ocorre por gases os vapores muitas vezes podem se dissolver nas mucosas causando apenas irritação local. Quando as partículas compõem os aerossóis, estas ficam depositadas ao longo de todo aparelho respiratório, nesse caso quanto menor o tamanho das partículas mais prejudicial pode ser a reação. Por exemplo, as partículas de aerossóis com valores igual ou inferior a 1 micrômetro têm acesso aos alvéolos, sendo absorvidos pelo sistema sanguíneo. O sistema respiratório pode responder aos efeitos dos gases tóxicos de formas distintas, podendo ser na forma aguda uma broncoconstrição(Figura 04) ou edema. Quando há contato por períodos

prolongados podemos ter danos aos mecanismos de defesa, a exemplo dos efeitos adversos ao consumo contínuo do cigarro.

Outro órgão que pode ser afetado é o fígado. Danos a esse órgão podem ser causados por várias substâncias conhecidas como hepatotóxicas e caracterizadas de duas formas, pelo acúmulo de gordura(esteatose) e pela morte celular(necrose). A esteatose pode ocorrer devido a substâncias químicas tóxicas, incluindo o álcool, porém não afeta as funções do fígado. No caso da necrose hepática maciça, pode ocasionar a insuficiência hepática aguda que, na maioria das vezes, é induzida por drogas ou toxinas. Por exemplo, a exposição ao halotano, medicamentos antimicrobacteriano(rifampicina, isoniazida), o tetracloreto de carbono e o envenenamento por cogumelos(*Amanita phalloides*) coletivamente são responsáveis por 14% dos casos de intoxicação(Robbins & Cotran, 2010).

Orientações para realização de atividades

Este tópico relaciona como os órgãos são afetados, impossibilitando assim o bom funcionamento de funções vitais do corpo humano, pode-se apresentar um



Figura 05 Esquema ilustrativo das principais drogas utilizadas e conhecidas na nossa sociedade. Referência retirada da página: <http://avea.conselheiros7.nufe.ufsc.br/conteudo/webteca/modulos/sujeitos-contextos-drogas>

esquema apresentando as drogas mais utilizadas e conhecidas na sociedade, Figura 05. Na sequência colar material impresso dos órgãos e sistemas do corpo humano e solicitar que os estudantes façam pesquisas sobre o efeito das drogas, sobre cada sistema e colar a respeito de cada

órgão que encontraram. Para promover um impacto visual mais significativo podemos distribuir papel colorido de acordo com o órgão estudando e assim destacar as drogas que atingem maior número de áreas.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Ainda explorando os sistemas do corpo humano, podemos fazer os estudantes refletirem sobre a ação das drogas no sistema nervoso, solicitando que confeccione em massinha, neurônios sem os efeitos das drogas e outro neurônio já afetado.

Sugestão de Leituras:



Disponível em: <https://lojaamalivros.com.br/livros-por-categoria/saude/alcool-cigarro-e-drogas.html>;
<https://www.skoob.com.br/tina-na-prevencao-do-uso-do-alcool-e-outras-drogas-273115ed306307.html>;
<https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-742088589-tina-na-prevencao-do-uso-de-crack-e-outras-drogas-promocional-1M>

Orientações para avaliação

Como proposta para avaliação poderia ser explorado as habilidades:

Mediação e Intervenção Sociocultural - (EMIFCNT07PE) Identificar e explicar conhecimentos relacionados à toxicologia, acessando fontes confiáveis e mobilizando-as para compreensão dos processos de intoxicação em relação aos efeitos biológicos, sociais e ambientais.

Empreendedorismo - (EMIFCNT11PE) Selecionar e mobilizar conhecimentos e recursos relacionados à Toxicologia para desenvolvimento de projeto pessoal ou empreendimento.

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Para tal podemos pensar em uma mostra cultural na qual os estudantes, divididos em grupos, poderão trabalhar de forma transdisciplinar apresentando o perfil do consumo de medicamentos sem a devida prescrição médica, utilizando para isso a confecção de recursos gráficos ou infográficos.

Ou ainda fazer um levantamento de ambientes aquáticos localizados nas proximidades da comunidade escolar e promover uma exposição fotográfica dos principais agentes tóxicos descartados de forma irregular, já sensibilizando a comunidade para ações coletivas que podem ser adotadas como forma de minimizar os impactos.

E por fim, fazendo uso de modelos criados em 3D, representar os sistemas humanos e exemplificar como a utilização de drogas lícitas ou ilícitas afetam o bom funcionamento dos mesmos.

5. Referências bibliográficas

Beketov M.A., Liess M. 2012. Ecotoxicology and macroecology time for integration. Environ Poll. 162: 247-254. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.11.011>

Chapman P.M., 2002. Integrating toxicology and ecology: putting the “eco” into ecotoxicology. Mar. Pollut. Bull. 44 (1), 7-15. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(01\)00253-3](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(01)00253-3)

FIOCRUZ - Fundação Oswaldo Cruz. Casos Registrados de Intoxicação Humana por Agente Tóxico e Circunstância. Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas (SINITOX), 2016. Disponível em: https://sinitox.iciet.fiocruz.br/sites/sinitox.iciet.fiocruz.br/files//Brasil6_9.pdf. Acesso em: 22/04/2024.

GONÇALVES, C.A. et al. Intoxicação medicamentosa: relacionada ao uso indiscriminado de medicamentos. Revista Científica da faculdade de educação e meio ambiente, v. 8, n. 1, p. 135-143, 2017.

KLAASSEN, C. D.; WATKINS III, J. B. Fundamentos em Toxicologia de Casarett e Doull (Lange). 2. ed., Porto Alegre: MCGraw Hill Brasil. 2010.

LOBO, L. Toxina botulínica, de veneno a tratamento estético. Instituto de Microbiologia Paulo de Góes. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/toxina-botulinica-de-veneno-a-tratamento-estetico/#:~:text=Em%202002%2C%20a%20toxina%20botul%C3%ADnica,formem%20as%20linhas%20de%20express%C3%A3o.>> Acesso em 22 abr. 2024.

Programa Internacional de Segurança Química. **Substâncias químicas perigosas à saúde e ao ambiente** / Organização Mundial da Saúde, Programa Internacional de Segurança Química; tradução Janaína Conrado Lyra da Fonseca, Mary Rosa Rodrigues de Marchi, Jassyara Conrado Lyra da Fonseca. -- São Paulo: Cultura Acadêmica, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/52e3d9c1-b821-4aa3-9cc4-10c589cdc19b/content> CONRADO LYRA DA FONSECA (unesp.br) > Acesso em: 27 mar. 2024

Robbins & Cotran, PATOLOGIA – Bases Patológicas das Doenças, 8ª ed., Editora Elsevier, 2010, 1458 <https://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/>

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

[7512359/mod_resource/content/1/INSUFICI%C3%8ANCIA%20HEP%C3%81TICA%20e%20HIPERTENS%C3%83O%20PORTAL.pdf](#) acesso 08/04/24

SPRADA, E. R. . Toxicologia. Instituto Federal do Paraná - Educação a Distância, 2013.
Disponível

em:<<https://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/1438/Toxicologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 22 abr.
2024

Tlili S, Mouneyrac C. 2021. New challenges of marine ecotoxicology in a global change context. Mar. Pollut. Bull. 166: 112242.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.11224>