

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL – PROFQUI

USO E DESCARTE DE FÁRMACOS: UMA ABORDAGEM EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NO ENSINO MÉDIO

TIPO DE PRODUTO EDUCACIONAL: CARTILHA

Autores: Suelen Specht Calegaro Milioli (Orientada), Renata Mello Giona
(Coorientadora) Ismael Laurindo Costa Junior (Orientador)

Banca Examinadora: Ismael Laurindo Costa Junior (Presidente), Ana Cristina
Trindade Cursino (Membro interno) e Gessica Mayara Otto Vacheski, (Membro
externo)

*PRODUTO EDUCACIONAL DESENVOLVIDO NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA
FEDERAL DO PARANÁ – CAMPUS MEDIANEIRA*

Título da dissertação relacionada: USO E DESCARTE DE FÁRMACOS: UMA
ABORDAGEM EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE NO
ENSINO MÉDIO

(defendida em 23/09/2024)

MEDIANEIRA – PR

2024



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

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

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL

USO E DESCARTE DE

FÁRMACOS

UMA ABORDAGEM EM CIÊNCIA,
TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE



Suelen Specht Calegaro Milioli
Ismael Laurindo Costa Junior
Renata Mello Giona



Sumário

Apresentação	2
Drogas, Fármacos e Medicamentos	4
Uma Descoberta ao Acaso, mas Revolucionária	5
Penicilina Natural e Semi-sintética	6
Tipos de Penicilinas	7
Uso Indiscriminado de Medicamentos: Impactos à Saúde	8
Uso de Antibióticos e a Resistência Bacteriana	9
Consumo e Descarte de Fármacos.....	10
Contaminantes Emergentes Farmacológicos.....	11
Efeitos Ecotoxicológicos de Produtos Farmacêuticos nos rios do Mundo	12
Considerações Finais.....	13
Referências	14



Apresentação

Este produto educacional foi elaborado no âmbito do Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional - PROFQUI, no Campus Medianeira. Consiste em uma Cartilha Educativa que objetiva informar e conscientizar alunos do ensino médio em relação ao uso indiscriminado de medicamentos, os riscos da automedicação e as consequências do descarte incorreto de fármacos no ambiente. Além disso, discute-se como isso interfere no metabolismo humano, considerando que tais ações não afetam apenas o indivíduo em si, mas a sociedade como um todo, no âmbito de sua saúde coletiva.

Nesse contexto, destacamos a importância da Química enquanto ciência, por meio da qual os conhecimentos e conceitos estão intimamente relacionados aos fármacos, saúde e ambiente. Diante disso, propomos uma cartilha educativa que dialoga com tais assuntos de forma clara e objetiva, tendo em vista a formação dos estudantes sob uma perspectiva crítica e reflexiva, desse modo este material visa subsidiar os professores de química ao trabalhar a proposta temática, na sua íntegra ou parcialmente, a depender do contexto escolar envolvido.



O Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)

Uma abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) se faz necessária por constituir-se em um movimento de dimensão sociológica, em que questões sociais e ambientais estão intimamente relacionadas com o desenvolvimento científico-tecnológico. Busca-se, por meio dessa abordagem, o acesso ao conhecimento científico para que as decisões corretas sejam tomadas mediante conflitos.

Considerando o objetivo da educação como a formação do indivíduo em relação as suas habilidades, potencialidades e competências, se faz necessário uma educação tecnológica reflexiva que torna o sujeito responsável ecologicamente, capaz de identificar, problematizar as questões socio-ambientais e seu modo de agir sobre elas. Nesse contexto, a alfabetização científica e tecnológica é possível por meio da contextualização de conteúdos científicos focados na formação da cidadania de forma multidimensional, capacitando-o para o pleno exercício da cidadania.

Desse modo, a abordagem do tema "uso indiscriminado e descarte de fármacos" se faz necessária por se tratar de ações que não afetam apenas o indivíduo em si, mas todo um ecossistema. Por meio da informação, busca-se desenvolver uma visão crítica e reflexiva relacionada as suas ações e impactos relacionados, incentivando a participação do indivíduo como protagonista no desenvolvimento sustentável.



Drogas, Fármacos e Medicamentos

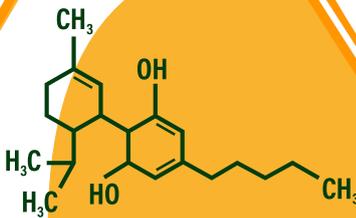
Qual a diferença?

Onde a Química entra nessa história?

EU EXPLICO!



A DROGA consiste na matéria-prima de origem natural da qual é possível extrair e isolar um ou mais princípios ativos.

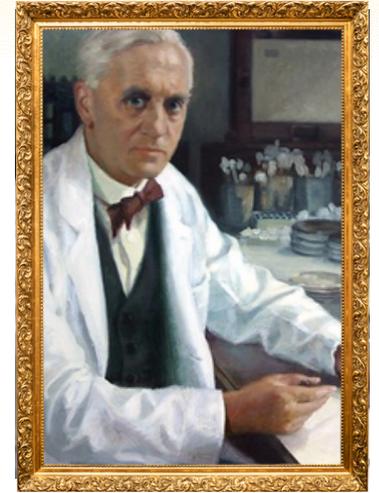


O MEDICAMENTO é o fármaco beneficiado em doses ou concentrações terapêuticas, com finalidade de curar ou aliviar sintomas indesejáveis no paciente. Consequentemente, são vistos como responsáveis pelo aumento da expectativa e qualidade de vida da população.

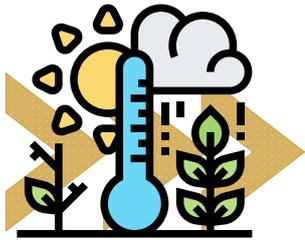
O Princípio ativo é uma substância química, estruturalmente definida, que terá efeito sobre o organismo, denominada **FÁRMACO!**

UMA DESCOBERTA AO ACASO, MAS REVOLUCIONÁRIA

Este é Alexander Fleming, médico e professor bacteriologista que em 1928 descobriu, ao acaso, a presença de um bolor que **contaminou** uma de suas culturas bacterianas do gênero *Staphylococcus*, provocando a **morte dessas bactérias**.



Ao isolar tal bolor, observou pertencer ao gênero *Penicillium*, portanto deu o nome **penicilina**, e o caracterizou como um antibacteriano capaz de inibir o crescimento de diversas bactérias capazes de infectar o ser humano¹.

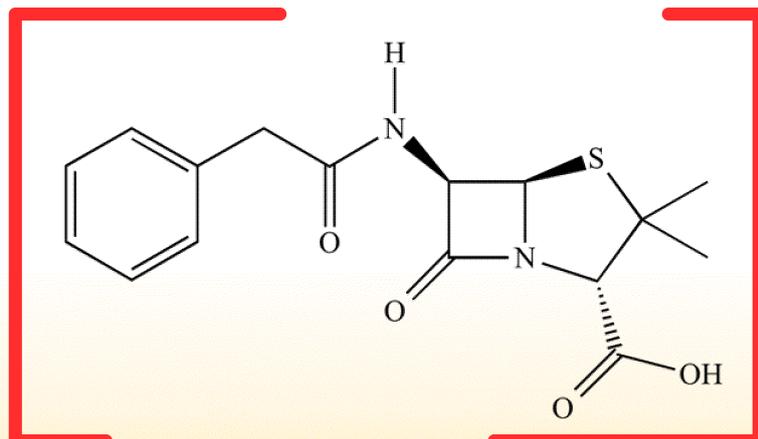


As condições climáticas atípicas na época da descoberta favoreceram o crescimento desse bolor, o que dificultou o processo de reprodutibilidade do experimento, atrasando em quase uma década o desenvolvimento da penicilina.

Resultados de testes em humanos foram publicados em 1941 e em 1945. Dorothy Hodgkin (1910-1994), pioneira da cristalografia com raios X, determinou a estrutura química da penicilina, uma descoberta que lhe deu o Prêmio Nobel de Química em 1964².

ESTRUTURA QUÍMICA DA PENICILINA

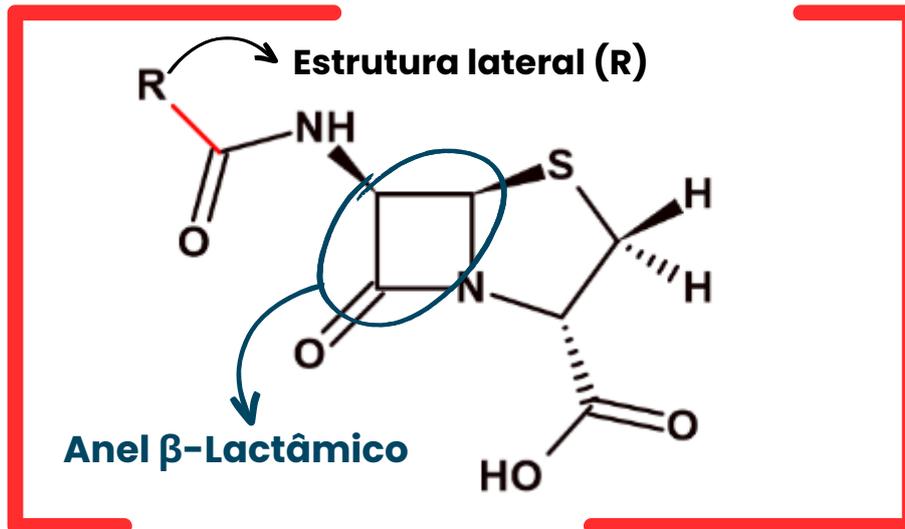
Esta é a estrutura química da **penicilina G**, a única penicilina utilizada em sua forma natural até os dias de hoje e que apresenta maior atividade antimicrobiana.



Estrutura química da Penicilina G.

PENICILINA NATURAL E SEMI-SINTÉTICA

Observe a estrutura básica da penicilina abaixo. É possível obter diferentes tipos de Penicilinas mantendo-se essa estrutura básica e alterando a estrutura lateral (R), a qual é capaz de determinar muitas características antibacterianas e farmacológicas de um tipo particular de penicilina.



Estrutura básica da Penicilina

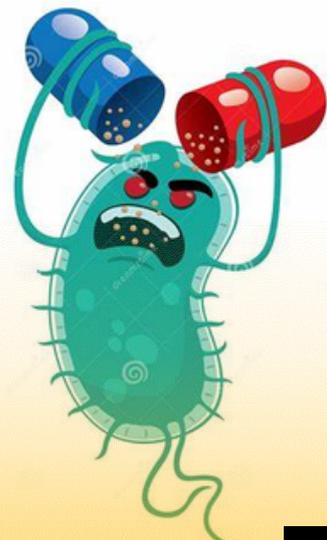


O **anel β -Lactâmico** presente na estrutura constitui-se no grupo principal de ação das penicilinas que, uma vez rompido, perde-se o efeito. Determinadas bactérias apresentam **enzimas β -lactamase**, que são capazes de romper esse anel e tornar **antibiótico ineficaz**.

O ANTIBIÓTICO "SUICIDA"

O antibiótico "suicida" é assim chamado pois sua única função é a de se ligar às β -lactamases impedindo que essas hidrolisem o anel β -lactâmico, ou seja, não permite o rompimento do anel estendendo assim o espectro de ação dos antibióticos³.

Por isso, algumas vezes, é necessário uma associação de antibióticos para o tratamento do paciente.

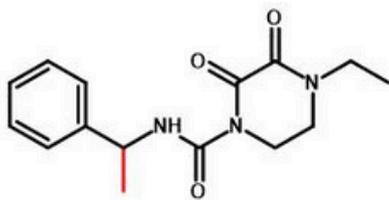




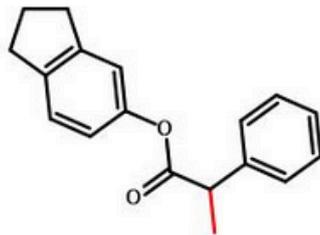
TIPOS DE PENICILINAS

Veja só a variedade de antimicrobianos possíveis de se obter por meio da substituição da estrutura lateral substituinte à estrutura básica da penicilina!

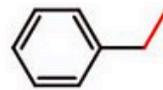
Nomenclatura dos fármacos de acordo com sua fórmula estrutural



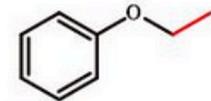
Piperacilina



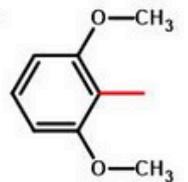
Indanil-carbenicilina



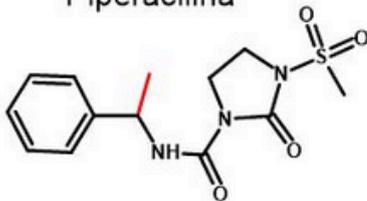
Penicilina G



Penicilina V



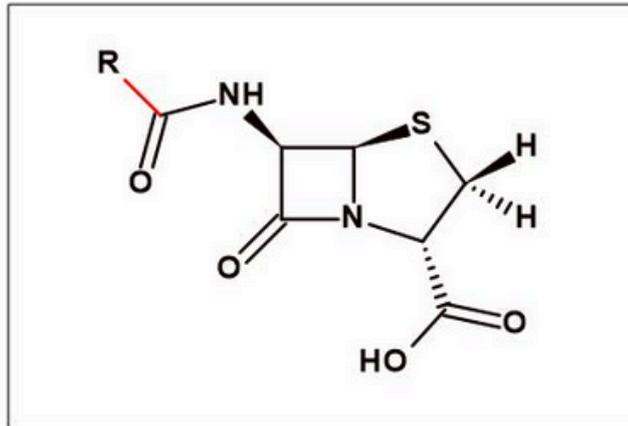
Meticilina



Mezlocilina



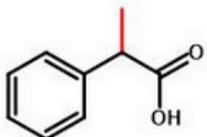
Ticarcilina



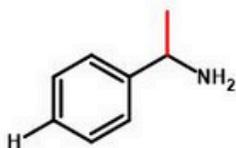
Oxacilina



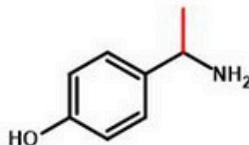
Cloxacilina



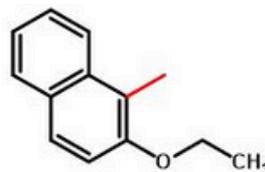
Carbenicilina



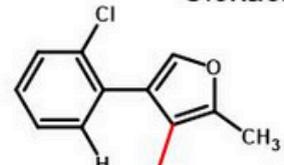
Ampicilina



Amoxicilina



Nafcilina



Dicloxacilina

FONTE: Adaptado de Calixto e Cavalheiro (2012)

Você já fez uso de algum desses fármacos? Desafio você a escrever a fórmula molecular da estrutura básica da penicilina, considerando que $R=H$.



Acesse o artigo de Calixto e Cavalheiro (2012) pelo QR code e assim poderá obter mais informações sobre a descoberta da penicilina e como essa variedade de antimicrobianos pode atuar em diferentes patógenos.

USO INDISCRIMINADO DE MEDICAMENTOS:

Impactos na Saúde

A Organização Mundial da Saúde (OMS) considera o uso racional de medicamentos quando esse é prescrito ao paciente para suas condições clínicas, em doses adequadas e por um período adequado⁴.



Será que você faz o uso racional ou irracional de medicamentos?

Uso Irracional de Medicamentos

Exemplos de uso irracional de medicamentos

- uso de vários medicamentos por paciente - "polifarmacia";
- uso inadequado de antimicrobianos, muitas vezes em dosagem inadequada, ou para infecções não bacterianas;
- excesso no uso de injeções, quando formulações orais são mais adequadas;
- falta de prescrição de acordo com as diretrizes clínicas;
- **automedicação inapropriada**, muitas vezes medicamentos prescritos;
- não aderência aos regimes de dosagem.

A automedicação não é restrita no Brasil, e causa impactos a nível de preocupação Global!

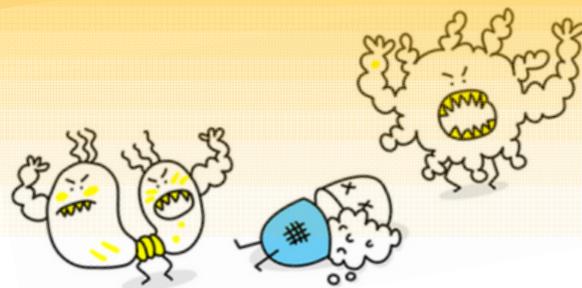
Apesar de ser parte do *autocuidado*, quando há uso abusivo de medicamentos, dosagem incorreta e/ou uso de medicamentos off-label (quando é utilizado para uma indicação diferente daquela que foi autorizada pelo órgão regulatório no país), podem haver consequências como efeitos indesejáveis, enfermidades iatrogênicas (doenças ou lesões resultantes do tratamento farmacológico), mascaramento de doenças evolutivas, além da ampliação de custos para o paciente e para o sistema de saúde⁵.

A automedicação dificulta o diagnóstico correto e o tratamento é ineficaz! E ainda tem a Resistência Bacteriana...



Antibióticos e a Resistência Bacteriana

ATENÇÃO! Antibióticos não são agentes mutagênicos e, assim, não causam mutação em microrganismos. Portanto, não promovem o surgimento de qualquer nova característica na bactéria!



Então como ocorre a resistência Bacteriana?

Ao administrarmos antibióticos, esses entram em contato com microrganismos e provocam a morte das cepas (linhagem) sensíveis, enquanto as resistentes sobrevivem, promovendo assim uma "pressão seletiva".

O uso frequente desses fármacos leva ao predomínio das cepas que sobrevivem, que se multiplicarão, formando a maioria.



Assim, fica evidente a problemática relacionada ao uso indiscriminado de antibióticos, terapêutica ou profilaticamente, humano ou veterinário, em uso no crescimento animal e propósitos agrícolas, que favorecem essa pressão seletiva, resultando na seleção e predominância de espécies cada vez mais resistentes⁶.

- Aliás, você sabe o que ocorre com o fármaco após o consumo ou aquele que é descartado de forma irregular?
- O que fazer com a sobra de medicamentos ao término do tratamento farmacológico?
- O que você faz com as sobras de medicamentos?
- Na sua casa também tem aquela caixa ou gaveta repleta de medicamentos?



Acesse e saiba mais sobre os riscos da automedicação.



Acesse e saiba mais sobre a resistência bacteriana..



CONSUMO E DESCARTE DE FÁRMACOS

Ao **consumir um medicamento**, uma fração do ingrediente ativo é eliminada na urina ou, em menor quantidade, nas fezes, sem sofrer alterações. Então, segue para a estação de tratamento de esgoto (ETE), onde uma parte é removida pelo tratamento, o que depende do tipo de medicamento e da tecnologia de tratamento empregado. **Após, é lançado nos corpos hídricos**⁷.



Você sabia que a ANVISA é o órgão responsável pela regulamentação dos **meios de descarte de medicamentos?**

A resolução RDC 222/18 exige que estabelecimentos de serviços de saúde adotem um **Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS)**.

Assim, os medicamentos vencidos ou em desuso em farmácias, postos de saúde ou hospitais, devem ter uma destinação adequada desses resíduos, conforme seu PGRSS⁸.

ASSIM, MEDICAMENTOS DOMICILIARES VENCIDOS OU EM DESUSO E SUAS EMBALAGENS DEVEM SER LEVADOS NOS PONTOS DE COLETA, SEJAM ELES DROGARIAS, FARMÁCIAS OU OUTROS PONTOS DEFINIDOS PELOS COMERCIANTES.

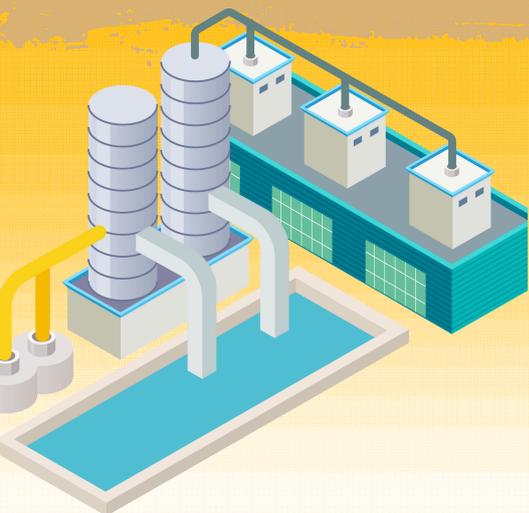
TRATA-SE DE UMA LOGÍSTICA REVERSA



Devemos ser corresponsáveis no processo de descarte, conscientes na geração de resíduos e do uso racional de medicamentos, reduzindo sobras decorrentes de aquisições desnecessárias em fármacos ou não cumprindo o esquema terapêutico completo.

Estima-se que sejam descartados um total entre 10,3 e 19,8 mil toneladas de medicamentos anualmente, aproximadamente 6,7 mil toneladas para Municípios com mais de 100 mil habitantes⁹.

CONTAMINANTES EMERGENTES FARMACOLÓGICOS



Produtos tóxicos que não são removidos ou eliminados pelos processos convencionais de tratamento de água e esgoto são denominados Contaminantes Emergentes.

Mediante a permanência de alguns fármacos no efluente de ETEs, esses podem atingir os corpos de água e estações de tratamento, constituindo-se em uma ameaça à saúde e ambiente.

FÁRMACOS NO AMBIENTE

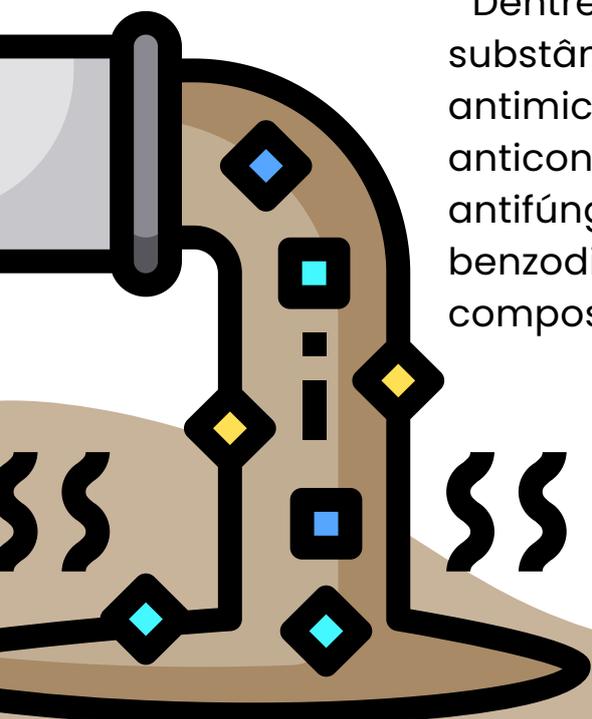


Um estudo realizado com amostras fluviáteis de 104 países identificou a presença de 23 componentes farmacológicos que excederam a concentração considerada segura.

O estudo aponta que 43,5% dos 1052 rios analisados em todo o mundo ultrapassam a concentração ambiental crítica desses fármacos, dos quais efeitos ecotoxicológicos podem ser esperados, com algumas localidades devendo sofrer efeitos em múltiplos níveis tróficos¹⁰.

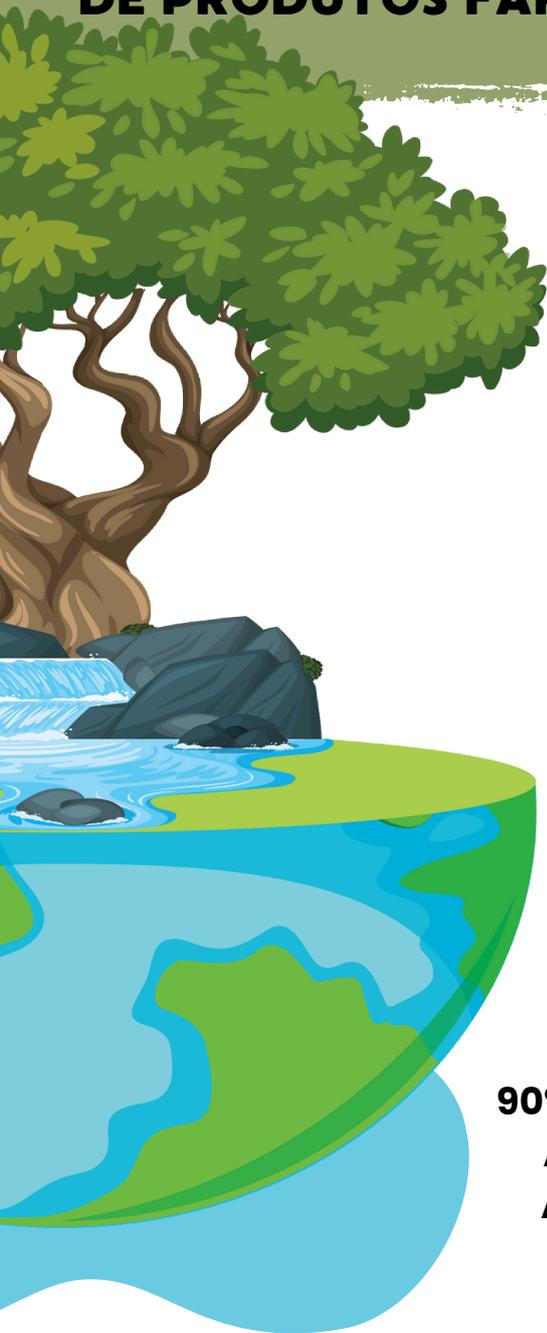
Dentre os compostos farmacêuticos ativos incluem-se substâncias das classes de compostos antidepressivos, antimicrobianos, anti-histamínicos, β -bloqueadores, anticonvulsivantes, anti-hiperglicêmicos, antimaláricos, antifúngicos, bloqueadores dos canais de cálcio, benzodiazepínicos, analgésicos, progestágenos e compostos de estilo de vida.

Assim como podem ocorrer no organismo, as interações medicamentosas também podem ocorrer no ambiente. Ainda não se há estudos conclusivos nesse sentido.



EFEITOS ECOTOXICOLÓGICOS

DE PRODUTOS FARMACÊUTICOS NOS RIOS DO MUNDO



Fármacos como antilipidêmicos, analgésicos-antipiréticos, antiinflamatórios e antihipertensivos foram identificados em rios de diferentes países e, os efeitos ambientais de extrema relevância têm sido observados em relação aos interferentes endócrinos, tais como o hormônio 17 α -estradiol, que pode ocasionar a afeminação em peixes expostos a concentrações menores que 1 ng/L.

Substâncias químicas suspeitas de causar alteração no sistema endócrino estão potencialmente associadas a doenças como o câncer de testículo, de mama e de próstata, à queda da taxa de espermatozóides, deformidades dos órgãos reprodutivos, disfunção da tireóide e alterações relacionadas com o sistema neurológico.

90% DOS ANTIBIÓTICOS SÃO LANÇADOS NO AMBIENTE AINDA COMO SUBSTÂNCIAS ATIVAS, POR MEIO DE ESGOTOS OU POR DEFECACÃO A CÉU ABERTO!

A exposição a esses compostos farmacêuticos ativos pode afetar negativamente a saúde dos ecossistemas, pois são desenvolvidos para interagir com receptores e vias bioquímicas em humanos. Muitos desses compostos são conservados em organismos não alvo e têm o potencial de causar efeitos colaterais toxicológicos.

Relatório das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma)



Acesse e saiba mais sobre os dados obtidos por meio deste estudo.



E aí? Esta cartilha foi útil pra você?

Foi possível perceber a química e sua importância nos processos relacionados a manutenção da saúde, em especial quando se refere ao uso indiscriminado de fármacos e o modo correto de descarte?



A partir deste trabalho, espera-se que o tema uso e descarte de fármacos tratado por meio de uma abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), promova uma aprendizagem contextualizada, como incentivo à construção de valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do ambiente como meio essencial para uma boa qualidade de vida.



Que tal **compartilhar** essa ideia e ser um agente ativo na melhoria da qualidade de vida de toda a sociedade e meio ambiente?

Referências

1. CALIXTO, C. M. F.; CAVALHEIRO, E. T. G. Penicilina: Efeito do Acaso e Momento Histórico. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 3, p. 118-123, ago. 2012.
2. FERREIRA M. V. C.; PAES, V. R. E LICHTENSTEIN, A. Penicilina: oitenta anos. *Revista Medicina*, v. 87, n. 4, p. 272-276, out.-dez. 2008.
3. PUTAROV, N. B.; GALENDE, S. B. Estudo da relação estrutura química e atividade farmacológica dos antibióticos. *Revista Uningá*, 2011.
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Uso Racional de Medicamentos. Disponível em: <https://tinyurl.com/jm4vsev2>. Acesso em: 20 ago. 2023.
5. RABELO MELO, J. R. et al. Self-medication and indiscriminate use of medicines during the COVID-19 pandemic. *Cadernos de Saude Publica Fundacao Oswaldo Cruz*, , 1 abr. 2021.
6. SA, F., FIOL, D., & GROppo, F. C. Resistência bacteriana. *Revista Brasileira de Medicina (Rio de Janeiro)*, Brasil, v. 57, n.10, p. 1129-1140, 2000.
7. FERNANDES, M. R. et al. Storage and disposal of expired medicines in home pharmacies: emerging public health problems. *Einstein (Sao Paulo, Brazil)*, v. 18, p. 1-6, 2020.
8. BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Governo Federal regulamenta correto descarte de medicamentos. Disponível em: <http://tinyurl.com/294x2a5a>. Acesso em 22 ago. 2023
9. VIVIANI DE CARVALHO, E. Aspectos Legais e Toxicológicos do Descarte de Medicamentos. *Revista Brasileira de Toxicologia*. v. 22, n.1-2, p. 1-8, 2009.
10. BOUZAS-MONROY, A.; WILKINSON, j. L.; MELLING, M.; ALISTAIR, B. A. B. Assessment of the Potential Ecotoxicological Effects of Pharmaceuticals in the World's Rivers. *Environmental Toxicology and Chemistry*. v. 41, n. 8; p. 2008-2020, 2022.