

A

Química

dos

Agrotóxicos



**Daniela Cristina Horst Pereira Metz
Lizandra Maria Zimmermann**

Atena
Editora
Ano 2023

Daniela Cristina Horst Pereira Metz

*Graduada em Licenciatura em Química pela Universidade Regional de
Blumenau - FURB*

*Mestranda no Programa de Pós Graduação em Química da Universidade
Regional de Blumenau - FURB*

Lizandra Maria Zimmermann

*Doutora em Química pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Professora do Departamento de Química da Universidade Regional de
Blumenau - FURB*

A Química dos Agrotóxicos

2023

Editora chefe	2023 by Atena Editora
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira	Copyright © Atena Editora
	Copyright do texto © 2023 Os
Editora executiva	autores
Natalia Oliveira	Copyright da edição © 2023 Atena
Assistente editorial	Editora
Flávia Roberta Barão	Direitos para esta edição cedidos à
Bibliotecária	Atena Editora pelos autores.
Janaina Ramos	Open access publication by Atena
	Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição- Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva das autoras, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos às autoras, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof^a Dr^a Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Prof^a Dr^a Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^a Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia

Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará

Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof^a Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa

Prof^a Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará

Prof^a Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

A química dos agrotóxicos

Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: As autoras
Autoras: Daniela Cristina Horst Pereira Metz
Lizandra Maria Zimmermann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
M596	<p>Metz, Daniela Cristina Horst Pereira A química dos agrotóxicos / Daniela Cristina Horst Pereira Metz, Lizandra Maria Zimmermann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1727-9 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.279233008</p> <p>1. Agrotóxicos. 2. Química. I. Metz, Daniela Cristina Horst Pereira. II. Zimmermann, Lizandra Maria. III. Título. CDD 632.95</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DAS AUTORAS

As autoras desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao conteúdo publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que o texto publicado está completamente isento de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

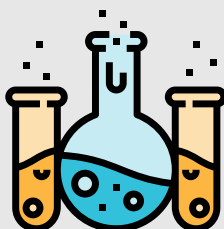
A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Apresentação

Querido(a) leitor(a),

A elaboração do presente e-book teve início durante a disciplina de **Instrumentação ao Ensino de Química**, do curso de Licenciatura em Química da Universidade Regional de Blumenau (FURB), no ano de 2021. Ao longo do tempo, este material foi aprimorado e concluído como parte de um projeto de pesquisa desenvolvido no **Programa de Pós Graduação em Química** da FURB.

Com o objetivo de auxiliar na prática pedagógica dos professores da área das **Ciências da Natureza e suas Tecnologias**, este e-book irá contemplar os objetos de conhecimento da **Química**. Entretanto, entende-se que os campos da **Biologia e Física** podem e devem ser explorados como extensões desta problemática, resultando no fortalecimento das relações entre estes componentes curriculares.



É muito importante que os materiais utilizados em sala de aula estejam de acordo com os aspectos legais que a **Base Nacional Comum Curricular** (BNCC) propõe, de modo a desenvolver **competências e habilidades** nos estudantes. Dessa maneira, este material foi organizado para que no decorrer dos seus capítulos, as habilidades específicas contempladas sejam destacadas.

A BNCC propõe que a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias promova a formação de jovens para o **enfrentamento dos desafios da contemporaneidade**, com **pensamento crítico**, capazes de tomar **decisões responsáveis**, além de saberem **identificar e solucionar situações-problemas** (BRASIL, 2017). Diante disso, o presente e-book visa trabalhar a problemática na utilização indevida dos agrotóxicos para a sociedade e o meio ambiente, utilizando os conhecimentos científicos deste tema para fomentar a investigação, pensamento crítico e a resolução de problemas.

Diante do cenário de mudanças na educação brasileira, esperamos que este material sirva de apoio e inspiração para professores e estudantes, de modo a contribuir em suas práticas de ensino e aprendizagem.

Como usar este e-book?



Os objetos de conhecimento contemplados neste e-book foram desenvolvidos de maneira **interativa** e **dinâmica**, com recursos que facilitam a navegação e o acesso às informações.

Ao longo do texto, você encontrará **palavras sublinhadas** que funcionam como **links**. Esses links direcionam para outros recursos complementares, como **vídeos**, **artigos** ou **sites** relacionados ao tema em questão. Basta clicar sobre a palavra sublinhada para ser redirecionado automaticamente. Esses links foram inseridos estrategicamente, para enriquecer os diálogos e as possibilidades de intervenções, fornecendo informações adicionais sobre os tópicos abordados.

Além disso, ao longo do e-book, foram inseridos **símbolos gráficos** que servem como **guia** para os estudos. Esses símbolos foram colocados para destacar **seções de interesse**, **informações importantes** ou **atividades específicas** para auxiliá-lo na orientação do conteúdo.

É importante ressaltar que, para todas as **discussões** e **exercícios** propostos ao longo do e-book, um **gabarito completo** está disponível no final do material.

**Pense:**

Questões propostas que estimulam a reflexão e o aprofundamento dos tópicos abordados.

**Saiba mais:**

Indicação de materiais suplementares (livros, vídeos, artigos) relacionados ao tema.

**Atenção:**

Informações importantes que devem ser destacadas durante os estudos.

**Atividades:**

Pequenas atividades que retomam os tópicos abordados.

**Discussão e Exercícios:**

Questões selecionadas sobre os objetos de conhecimento abordados na unidade.

**Gabarito:**

Respostas esperadas dos exercícios e discussões propostos no material.



Sumário

1 Introdução

5 Os agrotóxicos no meio ambiente

17 As partículas e suas características

29 Introdução à Química Orgânica

41 Poluentes Orgânicos Persistentes

53 Conclusões e Perspectivas

55 Gabarito

64 Agradecimentos

65 Referências

Introdução

Há milhares de anos os seres humanos buscam soluções e estratégias para combater um grande problema: o ataque de **pragas** e **doenças** que afetam as **produções agrícolas**. É possível observar narrativas históricas na Bíblia sobre insetos e fungos que devastaram grandes plantações e atingiram grandes povos.

Entretanto com o passar dos anos, por meio de **observações** e **experimentos** baseados em tentativas e erros, **compostos químicos** capazes de combater pragas, insetos e doenças foram sendo identificados. Registros mostram a utilização do **enxofre (S)** e compostos de **arsênio (As)** no combate a insetos, compostos de **mercúrio (Hg)** no combate ao piolho, entre outros (BRAIBANTE; ZAPPE, 2012).



A **Química**, uma ciência fundamental e importante para a melhora da qualidade de vida dos seres humanos, foi essencial para esta problemática.

Desde meados do século XIX, grupos de cientistas vêm estudando e criando estratégias para a síntese e utilização de novos **compostos químicos** no controle de pragas agrícolas (TUDI *et al.*, 2021).



Conhecidos como **agrotóxicos**, estes compostos podem ser definidos como qualquer substância liberada propositalmente no meio ambiente para **prevenir, repelir, destruir, atrair ou controlar espécies indesejadas de plantas ou animais**. Estas substâncias podem ser aplicadas às culturas durante o processo de **produção, armazenamento, transporte e distribuição** dos alimentos (ZIKANKUBA *et al.*, 2019). Além disso, os agrotóxicos também podem ser utilizados no **controle de doenças** transmitidas por insetos a animais e humanos (CARVALHO, 2006).

Entretanto, o uso **excessivo** e **inadequado** destes compostos químicos apresentam **efeitos indesejados** que colocam em **risco a saúde humana** e causam o **desequilíbrio do meio ambiente**. Além de fatores relacionados à própria **composição química** destes compostos, os resíduos gerados por meio de **fenômenos de transferência** e pelo **manuseio incorreto** por parte dos seres humanos tendem a contaminar os diferentes ecossistemas, ameaçando a diversidade e a sustentabilidade do meio ambiente (LEKEI; NGOWI; LONDON, 2014).



Você pode até achar que a “**Química dos Agrotóxicos**” está muito distante da sua realidade, porém mesmo sem desejarmos, todos estão suscetíveis a esta problemática. Os alimentos que consumimos, o ar que respiramos, os métodos para combater insetos nas nossas residências, as variações nos preços de alimentos provenientes da agricultura, são alguns exemplos da influência, presença e/ou utilização destes compostos químicos.

Desta forma, convidamos você a embarcar nessa temática e desfrutar dos conhecimentos científicos aqui abordados, de modo a contribuir para uma prática de cidadania **consciente, crítica e ativa.**



Os agrotóxicos no meio ambiente



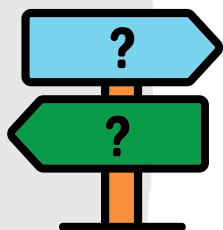
Você já parou para pensar nas diversas **rotas** que os **agrotóxicos** podem seguir no **meio ambiente**?

Quando introduzidos no ambiente, apenas 1% do total de agrotóxicos aplicados atingem os organismos alvos (TUDI *et al.*, 2021). O destino desses compostos pode ser influenciado por processos de **retenção, transformação e transporte** (REBELO; CALDAS, 2014).

Figura 1 - Caminho dos Agrotóxicos no Meio Ambiente.



Fonte: As autoras (2023)

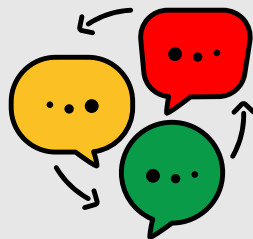


Pense:

Leia a reportagem “Uso do herbicida 2,4-D é suspenso até o fim do ano pela Secretaria da Agricultura do RS” e discuta com os colegas.

Para discussão:

- O que é a deriva?
- Por que acontece?
- Quais os perigos/consequências deste fenômeno para o meio ambiente?



Saiba mais:

Acesse a cartilha "[Acerte o alvo](#)" e descubra um pouco mais sobre o fenômeno da deriva, suas causas e como evitar.



Fotodegradação - explorando um pouco mais

Os agrotóxicos, quando expostos a luz solar, podem sofrer um processo conhecido como **fotodegradação**. A fotodegradação é um processo em que ocorre a excitação da molécula pela absorção da energia da luz solar, resultando em reações químicas que formam outras espécies reativas. Como exemplo deste processo podemos citar a formação do radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que pode oxidar os grupos funcionais das moléculas de agrotóxicos (SÁNCHEZ; RUIZ; SOTO, 2022).



Muitas pesquisas são realizadas dentro das áreas das Ciências para o aprimoramento de técnicas na **contenção, degradação** e/ou **tratamento de contaminantes**, visando a recuperação de áreas contaminadas por agrotóxicos ou outras substâncias tóxicas (SUN *et al.*, 2018).



Os efluentes contaminados podem ser gerados no manejo agrícola, nas indústrias fabricantes ou por meio do emprego destas substâncias em atividades cotidianas, como no controle de vegetações (campos de golfe, parques, cemitérios) e saúde pública (redução de mosquitos, controle de roedores), entre outros (KOCK-SCHULMEYER *et al.*, 2013).

Uma alternativa que vem sendo investigada é a degradação dos agrotóxicos pelo processo **“Foto-Fenton”**, que possui uma alta eficiência em gerar radicais hidroxila ($\cdot\text{OH}$) durante a decomposição do H_2O_2 . A reação é catalisada pelo íon Fe^{2+} e deve ser realizada em meio ácido com irradiação de UV-visível (NAVARRO *et al.*, 2011).



Química e Sociedade

Você conhece os **17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)**?

Acesse o site das Nações Unidas do Brasil e conheça um pouco à respeito dos objetivos e metas que devem ser alcançados até o ano de 2030.

Figura 2 - Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: Nações Unidas Brasil (2023)



Atividade:

Dentre os 17 objetivos gerais, liste ao menos 3 metas específicas que estão relacionadas com processos de remediação ambiental.

Experimento 1 - Degradação do corante amarelo de tartrazina (AT) por meio de reações de Foto-Fenton

Materiais e reagentes necessários:

- 2 béqueres (ou copo de vidro de mesmo volume);
- Solução do corante AT (100 mg L^{-1});
- Vinagre;
- $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
- H_2O_2 30 % m/V (cremosa);
- Lâmpada de luz negra;
- Óculos de segurança;
- Fita universal de pH;
- Câmera fotográfica;
- Caixa de papelão;
- Cronômetro.

Procedimento:

Coloque 100 mL da solução de corante nos dois recipientes (o primeiro frasco será o "branco", para posterior comparação). No segundo recipiente, adicione 5 mL de vinagre até pH 3 e 10 mg de sulfato de ferro (III).

Em seguida, adicione 3 gotas de H_2O_2 30 % m/V e então, submeta o sistema à radiação ultravioleta no interior da caixa de papelão (atenção: é muito importante a utilização de óculos de segurança com proteção UV). Deixe o sistema exposto à radiação e conforme a **Tabela 1**, a cada intervalo de tempo, desligue a lâmpada e tire uma fotografia da solução para posterior comparação.

Tabela 1 - Monitoramento da cinética de degradação do amarelo de tartrazina pela intensidade da cor.

Tempo (min)	Recorte pequeno da fotografia, evidenciando a mudança gradual de cor
5	
10	
15	
20	
25	
30	
35	

Fonte: As autoras (2023)

Nota adicional:

Você sabia que através da intensidade da cor amarela obtida, com a câmera digital, é possível monitorar a degradação do amarelo tartrazina?

Um monitoramento quantitativo da degradação do corante em função do tempo, constitui-se na base para os **estudos cinéticos**. De modo geral, a **cinética química, trata de monitorar, quantitativamente, reagentes ou produtos, durante todo o curso de uma reação química**. Existem propriedades das substâncias que são diretamente proporcionais à concentração dessas substâncias. É o caso da absorvância.

Atividade:

Pesquise como tratar a intensidade da cor amarela do corante, nos intervalos da fotodegradação, usando as imagens obtidas e tratando-as com o sistema RGB (Red, Green e Blue). Em seguida, construa um gráfico de pontos da intensidade de cor em função do tempo.

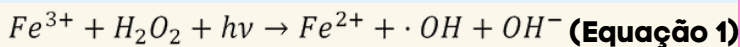
Tratamento de rejeito:

Tratar as soluções com carvão ativado para remoção do corante, neutralizar o pH e descartar na pia.

Reações envolvidas:

No processo Foto-Fenton, a reação se dá pela decomposição do H_2O_2 na presença do íon Fe^{3+} em meio ácido e sob a irradiação UV, gerando assim os radicais oxidantes $\cdot OH$, conforme a

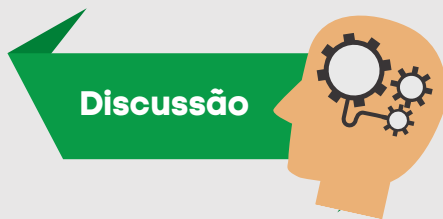
Equação 1:



($h\nu$ representa radiação ultravioleta)

Fonte: Adaptado de Pitanga *et al.*, (2017)

Discussão



- A)** O que é uma espécie radicalar? Por que é tão reativa?
- B)** Pesquise e represente a estrutura química do corante amarelo de tartrazina (AT).
- C)** Por que o corante apresenta a coloração amarela?
- D)** Por que diante do processo Foto-Fenton o corante deixa de existir?
- E)** Qual a função da luz no processo de fotodegradação?
- F)** No espectro solar, quais os tipos de emissão de luz estão presentes?
- G)** Por que foi necessária a incidência da luz negra (luz UV)? O resultado seria o mesmo com a incidência de luz solar?
- H)** Represente na equação 1, quais os estados de oxidação do Fe nas espécies envolvidas?
- I)** Pesquise sobre a cinética da degradação deste corante. Qual foi a propriedade que permitiu o monitoramento do avanço da reação?



Atividade:

Em forma de tópicos, pesquise e descreva sobre os processos/fenômenos contidos na **Figura 1 “Caminho dos agrotóxicos no Meio Ambiente”**.

Exercícios



1- (ENEM 2020) A sacarase (ou invertase) é uma enzima que atua no intestino humano hidrolisando o dissacarídeo sacarose nos monossacarídeos glicose e frutose. Em um estudo cinético da reação de hidrólise da sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), foram dissolvidos 171 g de sacarose em 500 mL de água. Observou-se que, a cada 100 minutos de reação, a concentração de sacarose foi reduzida à metade, qualquer que fosse o momento escolhido como tempo inicial. As massas molares dos elementos H, C e O são iguais a 1, 12 e 16 g/mol, respectivamente.

Qual é a concentração de sacarose depois de 400 minutos do início da reação de hidrólise?

- a) $2,50 \times 10^{-3}$ mol/L
- b) $6,25 \times 10^{-2}$ mol/L
- c) $1,25 \times 10^{-1}$ mol/L
- d) $2,50 \times 10^{-1}$ mol/L
- e) $4,27 \times 10^{-1}$ mol/L

2- (PUC/MINAS 2019) Numere a segunda coluna de acordo com a primeira, relacionando o cloro com seu número de oxidação (nox):

- I – HCl () -1
II – HClO () 0
III – Cl₂ () +1
IV – HClO₄ () +7

A sequência CORRETA encontrada é:

- a) 1 - 3 - 2 - 4
b) 1 - 3 - 4 - 2
c) 3 - 1 - 4 - 2
d) 3 - 1 - 4 - 2

3- (PUC/MINAS 2019) Quando a espécie H₂SO₄ se transforma em SO₄⁻ na presença de ferro metálico, é CORRETO afirmar que:

- a) é uma reação de oxidorredução.
b) é uma reação ácido-base.
c) o enxofre perde um elétron.
d) o enxofre ganha um elétron.

4- (PUC/RS 2018) Os radicais livres são espécies químicas que contêm elétrons desemparelhados, sendo por isso pouco estáveis e extremamente reativos. Alguns são produzidos no próprio organismo, apresentando elétrons desemparelhados no átomo de oxigênio, e estão associados a doenças graves. Sobre os radicais livres produzidos no organismo, é correto afirmar que

- A) incluem espécies químicas como ⁻OH.
B) oxidam membranas mitocondriais, causando o envelhecimento celular.
C) produzem peróxido de hidrogênio, um radical livre, quando degradados por antioxidantes.
D) oxidam-se ao reagirem com outras moléculas no organismo, pois atuam como agentes redutores.

Objetos do Conhecimento abordados na unidade 1

Adsorção;
Cinética das reações químicas;
Degradação biológica;
Degradação química;
Espécies radicalares;
Fotodegradação;
Lixiviação;
Precipitação;
Número de oxidação;
Reações de oxirredução;
Volatilização.

Habilidades da BNCC contempladas na unidade 1

(EM13CNT104)
(EM13CNT105)
(EM13CNT203)
(EM13CNT206)
(EM13CNT301)
(EM13CNT303)
(EM13CNT304)
(EM13CNT306)

Nota para o(a) professor(a):

Sugestão de leitura:

Página da web: [Cinética Química com um smartphone](#)

Artigo: ["Reaction of FD&C Blue 1 with sodium percarbonate: multiple kinetics methods using an inexpensive light meter."](#)

As partículas e suas características



Diariamente nós manuseamos diversos materiais que são formados por **misturas**.



O ar que respiramos é formado, basicamente, por uma mistura de gases. A água que tomamos é constituída por inúmeros sais minerais dissolvidos, além de outras substâncias que são adicionadas no seu processo de tratamento. As partículas que ficam suspensas na atmosfera após as pulverizações aéreas na agricultura também são formadas por uma mistura de substâncias.

Diante disso, na **Química** é possível classificar as misturas de duas ou mais substâncias em diferentes grupos, com características distintas.

Esses sistemas são formados quando uma substância (disperso/soluto) está disseminada em outra (dispersante/solvente). Esta classificação é realizada com base em características próprias destes sistemas, como por exemplo o diâmetro das partículas dispersas.

Experimento 2 - Efeito Tyndall

Roteiro:

Materiais e reagentes necessários:

- apontador a laser;
- 2 béqueres de 250 mL (ou copos de vidro de mesmo volume);
- espátula;
- água;
- álcool em gel;
- desodorante em spray;
- 100 mg de cloreto de sódio (sal de cozinha);
- 100 mg de amido de milho;
- balança.

Procedimento:

- Pese 100 mg de NaCl e dissolva em um copo com 200 mL de água à temperatura ambiente;
- Pese 100 mg de amido de milho e dissolva em um copo com 200 mL de água à temperatura ambiente;
- Incidir o feixe de luz nos quatro materiais e observar a trajetória da luz.

Tratamento de rejeito: diluir as dispersões e descartar na pia.

Fórmulas para cálculo de concentração:

• Concentração em g/L (C)

$$C = \frac{m}{V}$$

m = massa do soluto (g)

V = volume de solução (L)

• Concentração em mol/L (M)

$$M = \frac{m}{MM \times V}$$

m = massa do soluto (g)

MM = massa molar do soluto (g/mol)

V = volume de solução (L)

Fonte: Adaptado de Bruni *et al.*, (2013)

Discussão



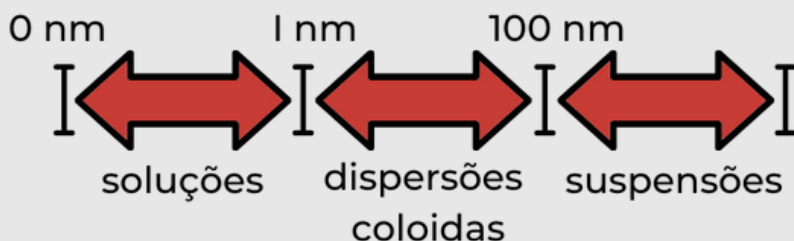
J) O que aconteceu com o feixe de luz em cada material utilizado? Quais as diferenças entre eles?

L) Nos sistemas de NaCl e amido de milho em água, quais substâncias são considerados soluto e solvente?

M) Calcule a concentração da solução de NaCl em mol/L.

N) Calcule a concentração de NaCl em g/L.

Como visto anteriormente, as partículas podem ser classificadas de acordo com o seu **diâmetro**, conforme o esquema abaixo:



Os sistemas intermediários, conhecidos como **sistemas coloidais**, **dispersões coloidais** ou **coloides**, apresentam um aspecto homogêneo ao serem observados a olho nu, mas quando visualizados com o auxílio de um microscópio, é possível observar as partículas que não se dissolvem.

Os coloides apresentam dois comportamentos característicos: **o movimento browniano e o efeito Tyndall**.

O **movimento browniano** consiste no **movimento desordenado das partículas** dispersas no meio, devido aos choques das moléculas menores do fluido nessas partículas. Nas soluções o movimento browniano não pode ser observado devido ao tamanho pequeno das partículas dispersas (HASSAN; RANA; VERMA, 2015).

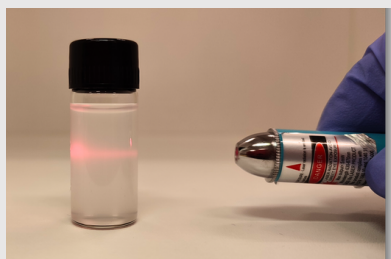
Saiba mais:

Para entender mais sobre o movimento browniano, acesse o QR code abaixo ou entre no [simulador](#) e observe como as partículas se comportam.



O **efeito Tyndall** é a capacidade das partículas coloidais de **dispersarem a luz**. Existem alguns agrotóxicos, como por exemplo o agrotóxico Piraclostrobina, que quando dispersos em água, produzem uma dispersão coloidal (**Figura 3**). Além disso, é comum observarmos o efeito Tyndall em nosso cotidiano quando os raios de sol são visíveis lateralmente em razão da luz dispersa pelas partículas de poeira, ou quando os faróis de um carro atravessam as gotículas de água presentes na neblina (VILELA; COSME; PINTO, 2018).

Figura 3 - Demonstração do efeito Tyndall observado em uma dispersão coloidal do agrotóxico Piraclostrobina.



Fonte: As autoras (2023)

Os coloides podem ser ainda classificados conforme o estado do meio **dispersante** e da fase **dispersa**.

Tabela 2 - Tipos de Coloides.

Tipo	Meio Dispersante	Fase Dispersa	Exemplos
Aerossol	Gás	Líquido	Neblina, nuvens, pulverizadores de aerossol
Aerossol	Gás	Sólido	Fumaça, vírus transportados por via aérea, escapamento de automóveis
Espuma	Líquido	Gás	Creme de barbear, creme batido (chantili)
Espuma	Sólido	Gás	Isopor, marchimelo
Emulsão	Líquido	Líquido	Maionese, leite, creme faciais
Gel	Sólido	Líquido	Geleia, gelatina, queijo, manteiga
Sol	Líquido	Sólido	Ouro em água, leite de magnésia, lama
Sol sólido	Sólido	Sólido	Leite vitrificado, ligas (por exemplo, aço ou bronze)

Fonte: Kotz, Treichel; Weaver (2014)

Particulados na atmosfera - explorando um pouco mais

Os materiais particulados em suspensão na atmosfera podem ser originários de **fontes naturais** ou como resultado de **atividades humanas**. O tamanho das partículas influencia diretamente no tempo e na forma de deposição deste material na superfície da Terra:

- partículas grandes, com diâmetros superiores a $10\ \mu\text{m}$, sedimentam-se entre um e dois dias, com a ação da gravidade;
- partículas médias, com diâmetros de 1 a $10\ \mu\text{m}$, ficam suspensas na atmosfera durante vários dias;
- partículas finas (diâmetros menores que $1\ \mu\text{m}$, permanecem por semanas na troposfera e anos na estratosfera) (GIRARD, 2013).



Pense:

Na cartilha “Acerte o alvo”, observe os tamanhos das gotas de agrotóxicos que são suscetíveis ao fenômeno da deriva e compare com os dados aqui apresentados.

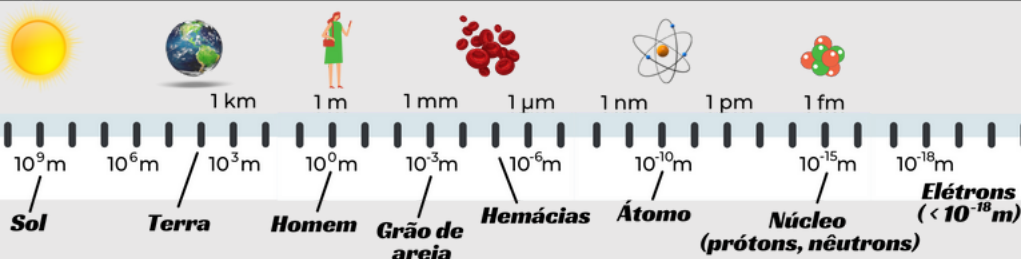
Curiosidade: conhecendo as escalas

É muito importante conhecer e entender as **escalas métricas de tamanho**. Algumas escalas são muito comuns, como por exemplo o metro (m), centímetro (cm) e milímetro (mm). Mas, você já se perguntou “o que vem depois do milímetro”? Além disso, já percebeu quais as relações entre essas unidades?

Pense:

Em 1 metro, têm-se 100 cm; em 1 cm, têm-se 10 mm; em 1 mm, têm-se 1000 μm ; e em 1 μm , têm-se 1000 nm. Ou seja, **1 nm é uma bilionésima parte de 1 metro** ($1 \text{ nm} = 10^{-9}\text{m}$). Um nanômetro é a distância aproximadamente de 4 átomos enfileirados (ZARBIN, 2020).

Figura 4 - Comparação entre diferentes dimensões.



Fonte: As autoras (2023)

Exercícios



5- (UEL/PR 2007 - Adaptado) Os sistemas coloidais estão presentes, no cotidiano, desde as primeiras horas do dia, na higiene pessoal (sabonete, xampu, pasta de dente e creme de barbear), na maquiagem (alguns cosméticos) e no café da manhã (manteiga, cremes vegetais e geléias de frutas). No caminho para o trabalho (neblina e fumaça), no almoço (alguns temperos e cremes) e no entardecer (cerveja, refrigerante ou sorvetes). Os coloides estão ainda presentes em diversos processos de produção de bens de consumo como, por exemplo, o da água potável. São também muito importantes os coloides biológicos tais como o sangue, o humor vítreo e o cristalino. (Fonte: Adaptado de JAFELICI J., M., VARANDA, L. C. Química Nova Na Escola. O mundo dos colóides. n. 9, 1999, p. 9 a 13.)

Com base no texto e nos conhecimentos sobre coloides, é CORRETO afirmar:

- A) As partículas dos sistemas coloidais são tão pequenas que a sua área superficial é quase desprezível.
- B) As partículas coloidais apresentam movimento contínuo e desordenado denominado movimento browniano.
- C) O efeito Tyndall é uma propriedade que se observa nos sistemas coloidais e nos sistemas de soluções, devido ao tamanho de suas partículas.
- D) Os plásticos pigmentados e as tintas são exemplos excluídos dos sistemas coloidais.

6- (UEL/PR 2007) Um rapaz pediu sua namorada em casamento, presenteando-a com uma aliança de ouro 18 quilates. Para comemorar, sabendo que o álcool é prejudicial à saúde, eles brindaram com água gaseificada com gelo, ao ar livre. Os sistemas: ouro 18 quilates, água gaseificada com gelo e ar atmosférico, são, respectivamente:

- a) Substância heterogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- b) Mistura heterogênea, mistura homogênea e substância homogênea.
- c) Substância homogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- d) Mistura homogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.
- e) Mistura heterogênea, substância homogênea e substância heterogênea.

7- (ENEM 2010) Ao colocar um pouco de açúcar na água e mexer até a obtenção de uma só fase, prepara-se uma solução. O mesmo acontece ao se adicionar um pouquinho de sal à água e misturar bem. Uma substância capaz de dissolver o soluto é denominada solvente; por exemplo, a água é um solvente para o açúcar, para o sal e para várias outras substâncias. A figura a seguir ilustra essa citação.



Suponha que uma pessoa, para adoçar seu cafezinho, tenha utilizado 3,42 g de sacarose (massa molar igual a 342 g/mol) para uma xícara de 50 mL do líquido. Qual é a concentração final em mol/L de sacarose nesse cafezinho?

- a) 0,02
- b) 0,2
- c) 2
- d) 200
- e) 2000

Objetos do Conhecimento abordados na unidade 2

Concentração de soluções;
Dispersões coloidais;
Efeito Tyndall;
Escalas métricas de tamanho;
Movimento Browniano;
Soluções;
Suspensões.

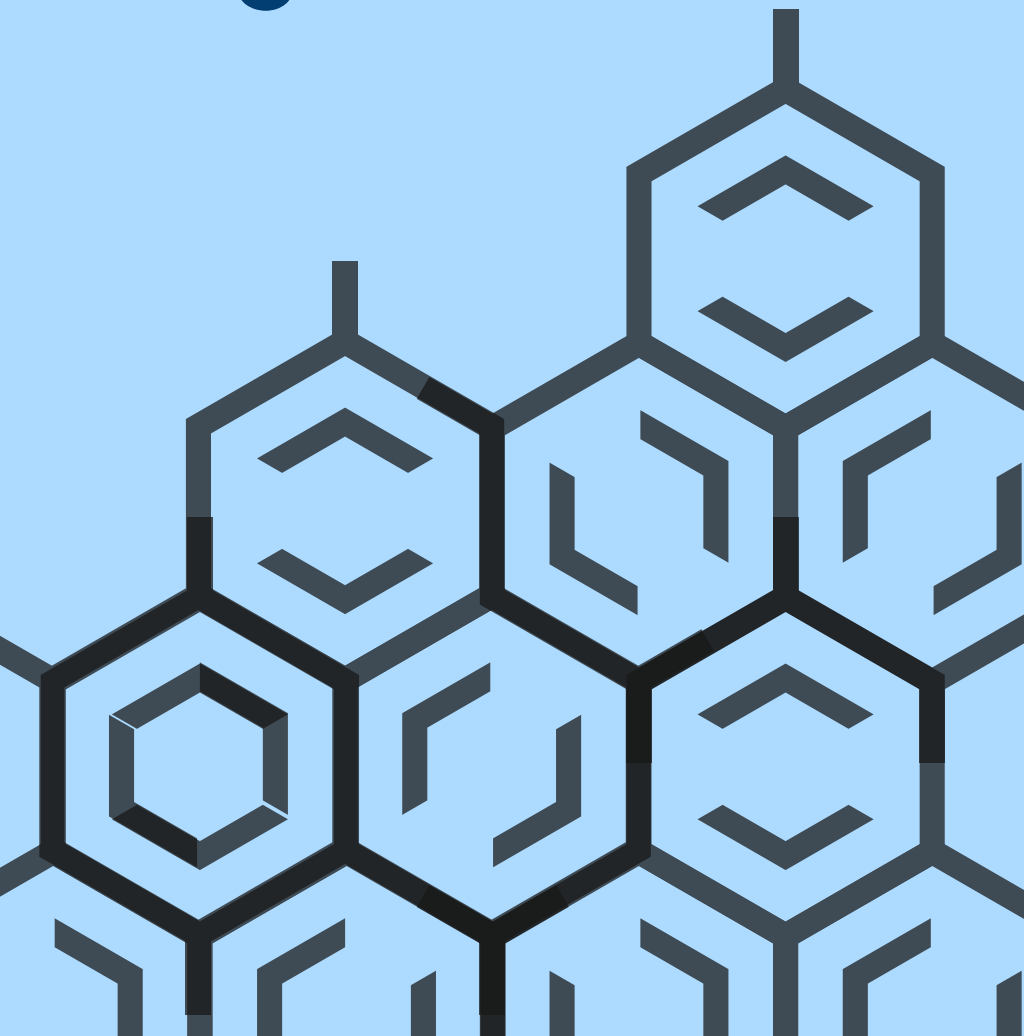
Habilidades da BNCC contempladas na unidade 2

(EM13CNT104)
(EM13CNT105)
(EM13CNT301)
(EM13CNT303)
(EM13CNT304)
(EM13CNT307)

Nota para o(a) professor(a):

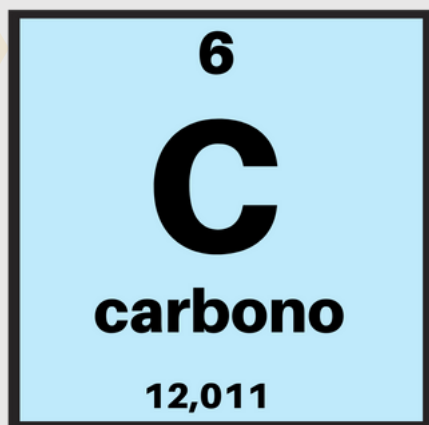
Alguns objetos do conhecimento abordados na unidade 2 podem ser mais aprofundados conforme o planejamento e a necessidade do(a) professor(a).

Introdução à Química Orgânica



A **Química Orgânica** é a área da Química que estuda compostos que contém o átomo de **carbono (C)** como elemento químico principal.

Nestas moléculas os átomos se unem por ligações covalentes, em que os pares de elétrons são compartilhados entre os átomos ligados.



Atividade:

Situe o carbono na tabela periódica e indique o seu período/grupo e faça a sua distribuição eletrônica.

Como representar as moléculas?

Na Química é possível representar as moléculas de várias maneiras, utilizando recursos diferentes com objetivos diferentes.

O **metano**, um hidrocarboneto da classe dos **alcanos**, apresenta um único átomo de C ligado a quatro átomos de H por ligações simples.

A **nomenclatura** metano se dá pela sua estrutura:

met - 1 átomo de C;

an - ligações simples;

o - função orgânica hidrocarboneto.

Nomenclatura de compostos orgânicos:

De acordo com a **IUPAC**, a nomenclatura de compostos orgânicos é constituído por três partes:

prefixo - indica a quantidade de carbonos na cadeia principal;

infixo - indica o tipo e número das ligações;

sufixo - indica a função orgânica.

Atividade:

Nomenclatura - entendendo um pouco mais

Pesquise em livros didáticos e faça uma tabela em seu caderno contendo as seguintes informações:



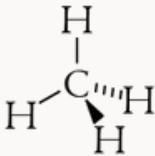
- Prefixos utilizados para indicar a quantidade de carbonos (de 1 a 10);
- Infixos utilizados para ligação simples, dupla e tripla;
- Sufixo utilizado para indicar hidrocarbonetos.

A **fórmula molecular** define a composição das moléculas: no caso do metano, um átomo de C e quatro átomos de H. Essa representação não fornece nenhuma informação sobre a estrutura da molécula.

Na **estrutura eletrônica de Lewis** (ou somente estrutura de Lewis) é possível observar as ligações químicas e os pares de elétrons livres da molécula, caso presente.

A **fórmula estrutural** indica como os átomos estão ligados na molécula. As linhas presentes nessas representações indicam as **ligações químicas** (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2014).

Tabela 3 - Diferentes representações para a molécula do metano.

Nomenclatura	Fórmula Molecular	Fórmula Eletrônica de Lewis	Fórmula Estrutural (em perspectiva simples)
Metano	CH_4	$ \begin{array}{c} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \text{---} \text{C} \text{---} \text{H} \\ \vdots \\ \text{H} \end{array} $	

Fonte: As autoras (2023)

Atenção:

Existem alguns compostos que apresentam o átomo de C em sua estrutura, entretanto **não** são considerados compostos orgânicos.

Ex: Monóxido de carbono, CO ; Dióxido de carbono, CO_2 ; Ácido carbônico, H_2CO_3 , etc.

Estes compostos são considerados **inorgânicos**, uma outra classe de substâncias que pode ser dividida em quatro funções: **ácidos**, **bases**, **sais** e **óxidos**.



Os agrotóxicos são moléculas majoritariamente orgânicas, e que geralmente apresentam em suas cadeias carbônicas **heteroátomos**.

Os agrotóxicos podem ser classificados conforme o organismo alvo, como mostra a **Figura 5**.

Figura 5 - Classificação dos agrotóxicos com base no organismo alvo.



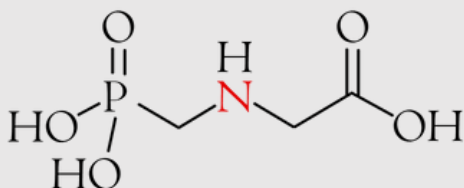
Fonte: Adaptado de Baird (2006)

Heteroátomos - explorando um pouco mais

Qualquer átomo diferente de C e H presente na estrutura de um composto orgânico é chamado de **heteroátomo** (CLAYDEN; GREEVES; WARREN, 2012).

Na molécula do glifosato, o agrotóxico mais utilizado no mundo, o átomo de **N** é um heteroátomo presente na cadeia carbônica.

Glifosato



Atividade:

Investigação de rótulos

1) Pesquise em sua casa, em uma agropecuária ou na internet um agrotóxico e responda às seguintes questões:

- Qual o nome comercial do produto e para que é utilizado?
- Faça a leitura do rótulo e transcreva as principais informações (composição, toxicidade).
- Pesquise na internet o princípio ativo do agrotóxico e desenhe sua molécula (linha de ligação).



Figura 6 - Rótulo do inseticida Talfon.

Talfon[®]

Uso Veterinário TOP

Pó antipulgas,
piochos e
carrapatos.



ATENÇÃO: OBEDECER AOS SEGUINTES PERÍODOS DE CARÊNCIA.

AVES: ABATE: O ABATE DOS ANIMAIS TRATADOS COM ESTE PRODUTO SOMENTE DEVE SER REALIZADO 04 DIAS APÓS A ÚLTIMA APLICAÇÃO.

OVOS: OS OVOS DOS ANIMAIS TRATADOS SOMENTE DEVEM SER DESTINADOS AO CONSUMO HUMANO 04 DIAS APÓS A ÚLTIMA APLICAÇÃO. ANTES DESTES PERÍODOS OS OVOS DEVEM SER DESCARTADOS.

BOVINOS E SÍNOS: ABATE: 04 DIAS

BOVINOS: LEITE: 04 DIAS APÓS A ÚLTIMA APLICAÇÃO.

A UTILIZAÇÃO DO PRODUTO EM CONDIÇÕES DIFERENTES DAS INDICADAS NESTE RÓTULO-POLÍGUA PODE CAUSAR A PRESENÇA DE RESÍDUOS ACIMA DOS LIMITES APROVADOS, TORNANDO O ALIMENTO DE ORIGEM ANIMAL IMPRÓPRIO PARA O CONSUMO.

Contém:
um saco plástico
com 100g



Inseticida em pó usado no combate aos ectoparasitas dos animais domésticos.

FÓRMULA:
Cada 100g contém:
Carbaryl.....2,0 g
Cipermetrina.....0,5 g
Excipiente q.s.p.....100,0 g

INDICAÇÕES:
TalfonTop é indicado no combate a:
*piochos e carrapatos de aves;
*pulgas de animais domésticos;
*moscas dos currais, estábulos, pocilgas e galinheiros (*Musca domestica* e *Stomoxys calcitrans*);
**"punilha" de couros;
*insetos e ácaros em dependências e instalações.

MODO DE USAR:
**Uso externo:* aplique TalfonTop, por polvilhamento, nas instalações, numa proporção de 50 a 100 g por m², evitando bebedouros e comedouros.
**Ninhos:* polvilhar, em cada um, uma quantidade de produto equivalente a 1 (uma) ou até 3 (três) colheres das de sopa.
**Contra moscas, em esterqueiras e cama dos animais:* polvilhar entre 50 a 100 g do produto por m², inclusive nos seus arredores.
*Polvilhar pequenas quantidades no sentido contrário aos pelos, evitando que o produto atinja os olhos, boca e focinho. Estregar até que o pó entre em contato com a pele. Aplicar nos locais onde os animais mais frequentam.

TalfonTOP[®]

Uso Veterinário

PART.: 857/20

FABR.: NOV/20

VENG.: NOV/24

CUIDADO
VENENO!

Indústria
100% Brasileira

7 189 812 1 840 826

EB0045-K

S.A.C. 0800 023 7333
sac@indubras.vet.br

indubras

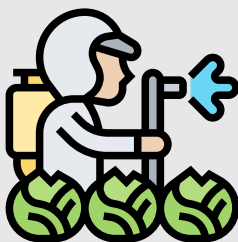
Indústria Veterinária

PROPRIETÁRIO E FABRICANTE:
 Indubras Indústria Veterinária S/A.
 R. João Rosa, 80 - GP 01 - Chácara Califórnia
 CEP: 32.042-580 - Contagem/MG
 Fone: (31) 3396 7333 - Fax: (31) 3396 7433
 CNPJ: 18.365.734/0001-30
 Insc. Est.: 186.737.637-0013
 INDÚSTRIA BRASILEIRA © MARCA REGISTRADA
 indubras@indubras.vet.br - www.indubras.vet.br

Fonte: As autoras (2023)

2) Com base no agrotóxico visto na questão anterior, utilize o software Chemscketch e responda às seguintes questões:

- Classe:
- Fórmula molecular:
- Estrutura eletrônica de Lewis:
- Fórmula estrutural:
- Classificação toxicológica.



Saiba mais:

Para estudar um pouco mais sobre a Química Orgânica, indicamos o livro didático "Química", dos autores Eduardo Fleury Mortimer e Andréa Horta Machado para ver outros aspectos importantes sobre a introdução a Química Orgânica.



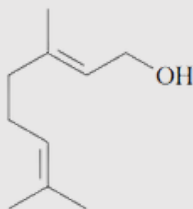
Exercícios



8- (ENEM 2014) O estudo de compostos orgânicos permite aos analistas definir propriedades físicas e químicas responsáveis pelas características de cada substância descoberta. Um laboratório investiga moléculas quirais cuja cadeia carbônica seja insaturada, heterogênea e ramificada. A fórmula que se enquadra nas características da molécula investigada é:

- A) $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{OH}) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
- B) $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
- C) $\text{CH}_3 - (\text{CH})_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH}_2$
- D) $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}(\text{CH}_3) - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$
- E) $\text{C}_6\text{H}_5 - \text{CH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CH}_3$

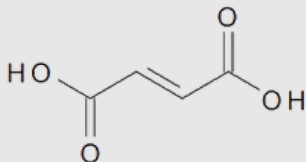
9- (PUC/RIO 2016) O óleo de citronela é muito utilizado na produção de velas e repelentes. Na composição desse óleo, a substância representada a seguir está presente em grande quantidade, sendo, dentre outras, uma das responsáveis pela ação repelente do óleo.



A cadeia carbônica dessa substância é classificada como aberta,

- a) saturada, homogênea e normal.
- b) saturada, heterogênea e ramificada.
- c) insaturada, ramificada e homogênea.
- d) insaturada, aromática e homogênea.
- e) insaturada, normal e heterogênea.

10- (PUC/RIO 2015) A seguir está representada a estrutura do ácido fumárico.



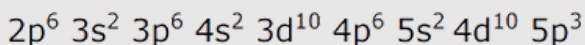
A respeito desse ácido, é correto afirmar que ele possui:

- A) somente átomos de carbono secundários e cadeia carbônica normal.
- B) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica ramificada.
- C) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica insaturada.
- D) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica saturada.
- E) átomos de carbono primários e terciários, e cadeia carbônica ramificada.

11- (PUC/RIO 2023) Os elementos sódio (Na) e flúor (F) são os elementos que compõem o fluoreto de sódio, utilizado, em pequenas quantidades, na composição de algumas pastas de dentes e enxaguantes bucais, com o objetivo de prevenção de cáries. Os subníveis mais energéticos dos elementos sódio e flúor, no estado fundamental, são, respectivamente:

- A) 3s e 3p
- B) 2s e 2p
- C) 3p e 2p
- D) 2p e 1s
- E) 3s e 2p

12- (PUC/RIO 2012) Os átomos de um elemento químico possuem a seguinte distribuição de elétrons em subníveis e níveis, em torno do núcleo:



A localização do elemento (período e grupo) na tabela periódica é:

- a) terceiro período, grupo 9 ou 8B.
- b) quarto período, grupo 13 ou 13A.
- c) quarto período, grupo 10 ou 7B.
- d) quinto período, grupo 13 ou 3A.
- e) quinto período, grupo 15 ou 5A.

Objetos do Conhecimento abordados na unidade 3

Distribuição Eletrônica;
Heteroátomos;
Introdução à Química Orgânica;
Ligações covalentes;
Representação das moléculas (nomenclatura, fórmula molecular, estrutura eletrônica de Lewis, fórmula estrutural).

Habilidades da BNCC contempladas na unidade 3

(EM13CNT104)
(EM13CNT105)
(EM13CNT301)
(EM13CNT303)
(EM13CNT304)
(EM13CNT307)

Nota para o(a) professor(a):

Como sugestão, para o aprofundamento na temática das **funções orgânicas** em agrotóxicos, acesse o artigo "[A invasão do agrotóxico na agricultura: abordagem para o estudo das funções orgânicas em perspectiva freireana da educação numa escola pública](#)" da QNesc.

Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)

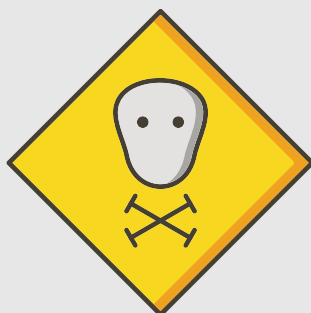


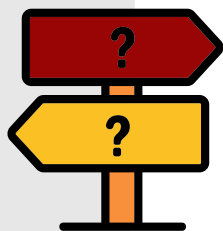
Muitos **compostos orgânicos** são sintetizados anualmente para serem utilizados como **detergentes, materiais isolantes, agrotóxicos** e muitos outros afins.

Alguns destes compostos não são testados adequadamente quanto a sua **toxicidade** antes de serem comercializados. Muitos deles persistem no meio ambiente por grandes períodos de tempo, causando grandes impactos ambientais e problemas graves de saúde.

Há uma classe de 12 substâncias orgânicas, chamada de **poluentes orgânicos persistentes (POPs)**, que causa grande preocupação entre os países. Dos 12 compostos, 9 destes são/foram utilizados como agrotóxicos.

Esta classe de substância, que é muito resistente à degradação química e bioquímica, pode estar atuando como desreguladores hormonais, aumentando o risco de câncer e supressão do sistema imunológico (MANAHAN, 2013).

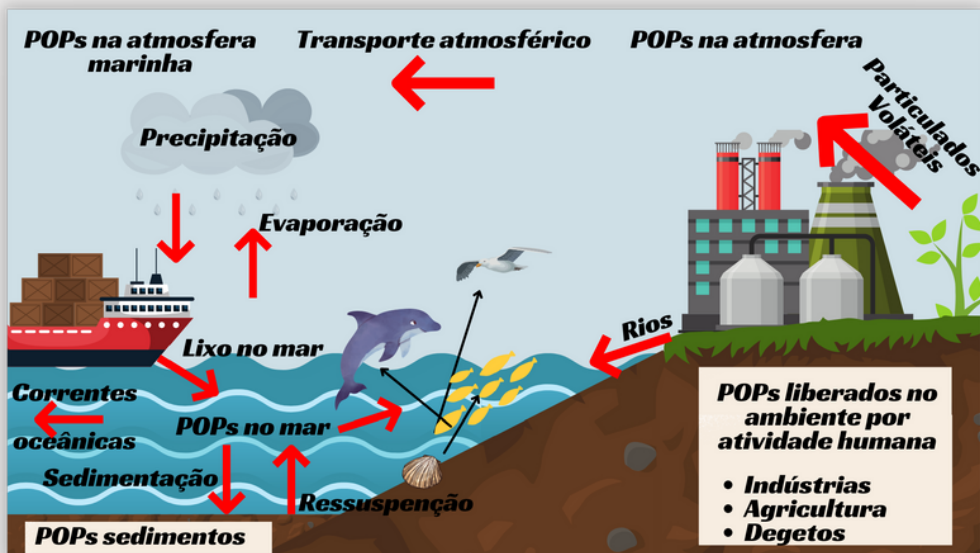




Pense:

Assista o vídeo "Poluentes Orgânicos Persistentes na Antártica: o que são os POPs?" disponível no Youtube e discuta com seus colegas.

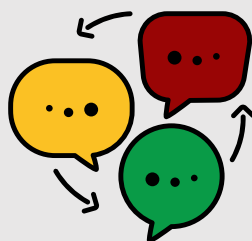
Figura 7 - Caminho dos POPs no Meio Ambiente.



Fonte: As autoras (2023)

Para discussão:

- Como os POPs chegam até regiões distantes?
- Pesquise sobre a "Convenção de Estocolmo" de 2001 e discuta sobre esse tratado.



Polaridade - explorando um pouco mais...

As estruturas de **Lewis** estudadas na unidade anterior fornecem um “retrato” das ligações covalentes entre os átomos.

Entretanto, é preciso entender que os elétrons de valência não ficam distribuídos entre os átomos de maneira uniforme, como estas representações indicam. Na verdade, os pares de elétrons podem ser **atraídos** por alguns átomos, resultando em cargas ligeiramente negativas ou positivas na molécula (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2014).

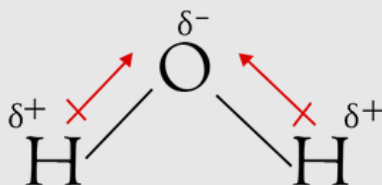
Atividade:

Procure em sua tabela periódica a propriedade “**Eletronegatividade**” e responda: o que essa propriedade indica? Qual é o elemento mais eletronegativo? E o menos?

Quando átomos diferentes formam ligações covalentes, o par de elétrons é compartilhado de forma desigual. Como resultado têm-se a **ligação covalente polar**: ligação no qual dois átomos possuem cargas parciais ou residuais.

Os átomos que possuem maior eletronegatividade atraem mais os pares de elétrons para si, logo adquirem uma carga parcial negativa. Ao mesmo tempo o átomo do outro lado da ligação, que ficou com uma parcela menor do par de elétrons, adquire uma carga parcial positiva (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2014).

Polaridade da molécula de água

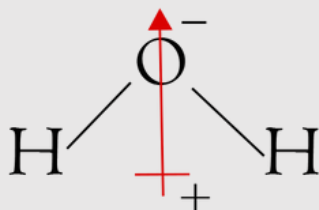


Atenção:

- Os vetores (setas) apontam sempre para o elemento mais eletronegativo, que no caso da molécula de água, é o O;
- A polaridade é indicada com o símbolo δ^- e δ^+ , em que δ (letra grega delta) significa uma carga parcial.



Soma dos vetores da molécula de água



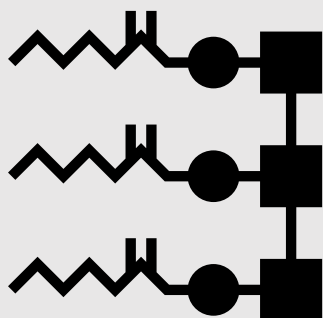
O resultado da somatória dos vetores indica que a molécula da água é **polar!**

Saiba mais:

Para estudar um pouco mais sobre a polaridade das ligações, consulte o livro "Química Geral e Reações Químicas", volume 1, de Kotz, Treichel e Weaver.



Os **POPs** são compostos organoclorados chamados também de **hidrocarbonetos policlorados**. Estes compostos são insolúveis em água e solúveis em gordura, e por isso se concentram nos tecidos adiposos de animais e dos seres humanos que consomem estes animais
(EL-SHAHAWI *et al.*, 2010).



Experimento 3 - Polar ou apolar?

Roteiro:

Materiais e reagentes necessários:

- béquer ou proveta de 100 mL;
- água;
- gasolina;
- querosene.

Procedimento:

Misture cerca de 20 mL de cada substância em um recipiente e observe o resultado.

Fonte: Alves (2021)

Discussão

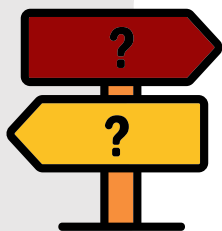


O) Quais líquidos se misturaram? O sistema final é homogêneo ou heterogêneo?

P) Cite a polaridade dos 3 compostos envolvidos.

Q) Os compostos que fazem parte da gasolina, do gás liquefeito de petróleo (GLP) e querosene são formados por qual função orgânica?

R) Quais são os tipos de forças intermoleculares que mantêm as moléculas unidas na querosene e na gasolina? Em que essas forças intermoleculares se diferenciam das forças intermoleculares da água?



Pense:

Sabendo que os POPs são moléculas **apolares**, por que os POPs são insolúveis em água mas solúveis em gordura?

Exercícios

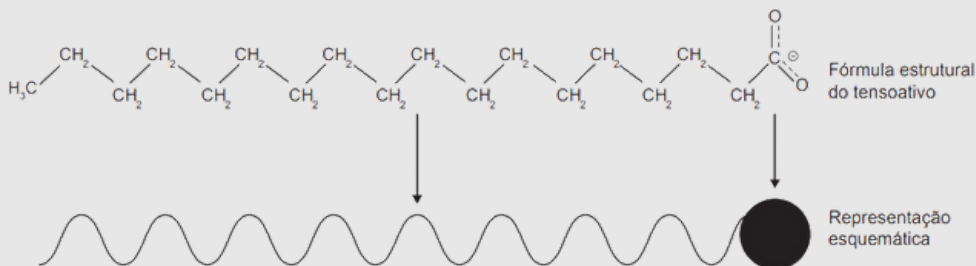


13- (ENEM 2015) Pesticidas são substâncias utilizadas para promover o controle de pragas. No entanto, após sua aplicação em ambientes abertos, alguns pesticidas organoclorados são arrastados pela água até lagos e rios e, ao passar pelas guelras dos peixes, podem difundir-se para seus tecidos lipídicos e lá se acumularem.

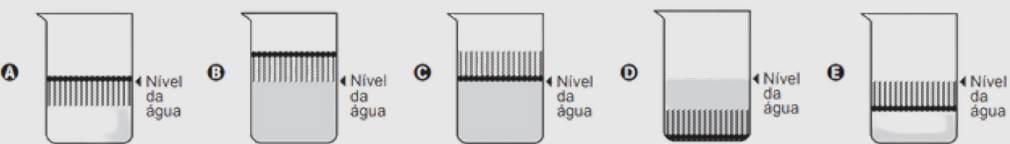
A característica desses compostos, responsável pelo processo descrito no texto, é o(a):

1. baixa polaridade.
2. baixa massa molecular.
3. ocorrência de halogênios.
4. tamanho pequeno das moléculas.
5. presença de hidroxilas nas cadeias.

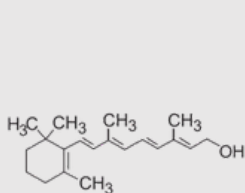
14- (ENEM 2016) Os tensoativos são compostos capazes de interagir com substâncias polares e apolares. A parte iônica dos tensoativos interage com substâncias polares, e a parte lipofílica interage com as apolares. A estrutura orgânica de um tensoativo pode ser representada por:



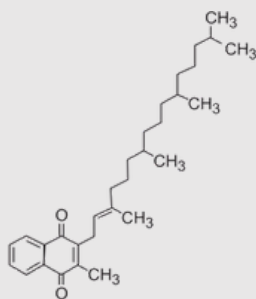
Ao adicionar um tensoativo sobre a água, suas moléculas formam um arranjo ordenado. Esse arranjo é representado esquematicamente por:



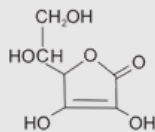
15- (ENEM 2012) O armazenamento de certas vitaminas no organismo apresenta grande dependência de sua solubilidade. Por exemplo, vitaminas hidrossolúveis devem ser incluídas na dieta diária, enquanto vitaminas lipossolúveis são armazenadas em quantidades suficientes para evitar doenças causadas pela sua carência. A seguir são apresentadas as estruturas químicas de cinco vitaminas necessárias ao organismo:



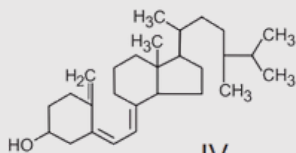
I



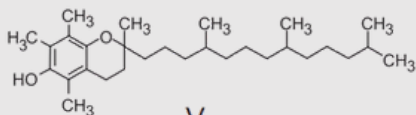
II



III



IV



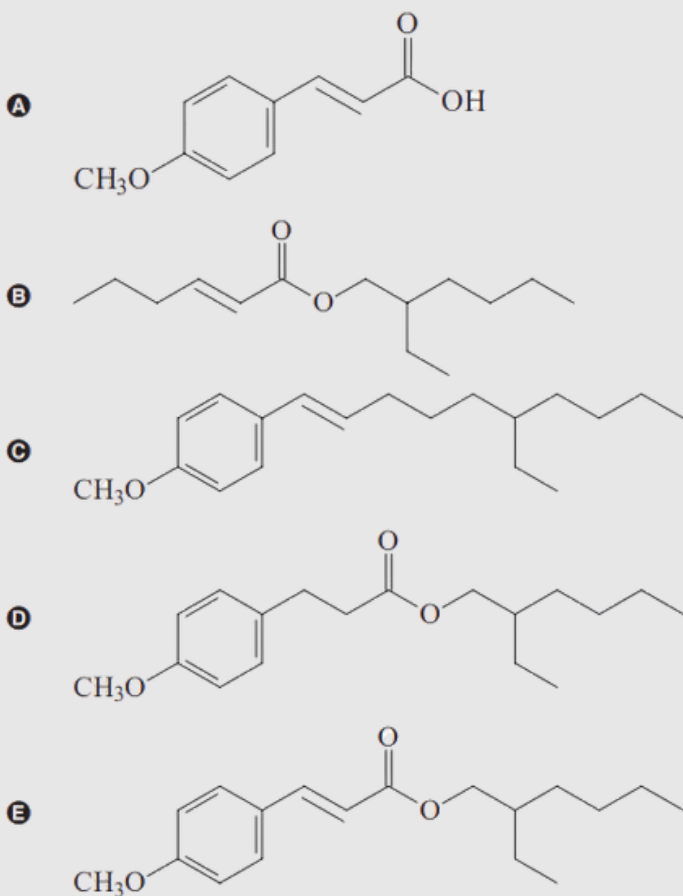
V

Dentre as vitaminas apresentadas na figura, aquela que necessita de maior suplementação diária é:

- A) I.
- B) II.
- C) III.
- D) IV.
- E) V.

16- (ENEM 2009) O uso de protetores solares em situações de grande exposição aos raios solares como, por exemplo, nas praias, é de grande importância para a saúde. As moléculas ativas de um protetor apresentam, usualmente, anéis aromáticos conjugados com grupos carbonila, pois esses sistemas são capazes de absorver a radiação ultravioleta mais nociva aos seres humanos. A conjugação é definida como a ocorrência de alternância entre ligações simples e duplas em uma molécula. Outra propriedade das moléculas em questão é apresentar, em uma de suas extremidades, uma parte apolar responsável por reduzir a solubilidade do composto em água, o que impede sua rápida remoção quando do contato com a água.

De acordo com as considerações do texto, qual das moléculas apresentadas a seguir é a mais adequada para funcionar como molécula ativa de protetores solares?



Objetos do Conhecimento abordados na unidade 4

Eletronegatividade;
Forças intermoleculares;
Polaridade das moléculas;
Solubilidade dos compostos.

Habilidades da BNCC contempladas na unidade 4

(EM13CNT104)
(EM13CNT105)
(EM13CNT206)
(EM13CNT301)
(EM13CNT303)
(EM13CNT304)
(EM13CNT306)
(EM13CNT307)

Nota para o(a) professor(a):

Alguns objetos do conhecimento abordados na unidade 4 podem ser mais aprofundados conforme o planejamento e a necessidade do(a) professor(a).

Sugestões para a finalização da unidade temática

Nota para o(a) professor(a):

Sugerimos aqui algumas atividades para a finalização desta unidade temática. Desta maneira o(a) professor(a) poderá escolher a que melhor encaixa em sua realidade escolar.



Palestras:

Convidar pessoas do ramo para trazer palestras de aprofundamento ao tema (EPAGRI, ANVISA, etc).



Semana da conscientização:

Preparar uma semana de apresentações de cartazes, infográficos, panfletos, na escola e na comunidade pelos estudantes.



Debates:

Promover debates na sala de aula com grupos, levantando os prós e contras da utilização de agrotóxicos.

Conclusões

e

Perspectivas



As novas diretrizes da BNCC para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias sugerem um ensino que contribua para a **construção de conhecimentos contextualizados**, preparando os estudantes para o enfrentamento de situações problemas (BRASIL, 2017).

O conhecimento científico deve ser ensinado de forma contextualizada, trazendo significado à vida dos estudantes.

Diante disso, após a conclusão desta unidade temática "**A Química dos Agrotóxicos**", foi possível observar diversas possibilidades de trabalhar com os objetos de conhecimento específicos da área em uma problemática atual e relevante.

Como mencionado na introdução, além da **Química** os campos da **Biologia** e **Física** podem e devem trabalhar em conjunto nesta temática, resultando em uma prática integradora.

Por ser um material dinâmico, as áreas das Ciências podem explorar ainda outros objetos de conhecimento que não foram aqui abordados.

Esperamos que após a conclusão desta unidade temática este material sirva de **apoio** e **inspiração** para outros docentes da área, possibilitando um aperfeiçoamento no processo de ensino e aprendizagem.

Gabarito

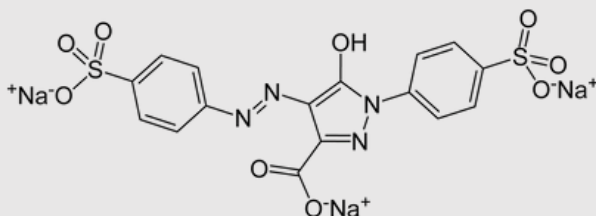


Discussão

Os agrotóxicos no meio ambiente

A) Um radical é um átomo ou molécula que contém um elétron desemparelhado. Devido a presença de elétrons desemparelhados, os radicais tendem a reagir com outras espécies químicas para formar ligações covalentes e assim alcançar um estado mais estável e de menor energia.

B)



C) O corante AT apresenta em sua estrutura um grupo cromóforo (-N=N-), com as transições eletrônicas que acontecem diante da absorção de luz com ondas eletromagnéticas com determinadas frequências e comprimento de onda. O AT absorve luz na região do espectro visível (400-700 nm). Conforme dados disponíveis na literatura, o comprimento de onda de máxima absorção do AT é de 426 nm. Nesse caso, ao observador aparece o amarelo do pigmento, que é, na realidade, a cor refletida da amostra. A cor observada é também conhecida como cor complementar. Veja **Tabela 4**:

Tabela 4 - Cores da luz visível.

Comprimento de onda correspondente à absorção máxima (nm)	Cor absorvida	Cor observada
380-420	Violeta	Verde-amarelo
420-440	Violeta-azul	Amarelo
440-470	Azul	Laranja
470-500	Azul-verde	Vermelho
500-520	Verde	Púrpura-vermelho
520-550	Amarelo-verde	Violeta
550-580	Amarelo	Violeta-azul
580-620	Laranja	Azul
620-680	Vermelho	Azul-verde
680-780	Vermelho	Verde

Fonte: Harris (2008)

D) A reação química que ocorre no processo Foto-Fenton envolve a formação de radicais hidroxila ($\text{HO}\cdot$) (**Equação 1**). Este radical, que é altamente reativo, reage com o corante AT e leva à quebra de ligações químicas e à modificação da estrutura química do corante.

E) A luz fornece energia necessária para iniciar e/ou acelerar reações químicas de degradação.

A fonte de luz é extremamente importante nos processos de fotodegradação. Depende da energia da luz incidente (energia do fóton), conforme a Equação de Planck:

$$E = h\nu$$

E = energia do fóton em J

h = constante de Planck que é $6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

ν = frequência da onda em s^{-1} ou Hz

Outras relações:

$$v = \frac{c}{\lambda}$$

$$c = \textit{velocidade da luz no vácuo} \left(3,0 \times 10^8 \frac{\textit{m}}{\textit{s}}\right)$$

$$\lambda = \textit{comprimento de onda}$$

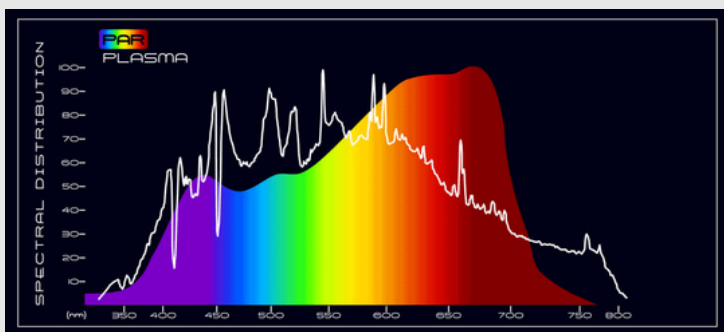
(para conversão de **nm** para **m**

$$1 \textit{ nm} = 1,0 \times 10^{-9} \textit{ m})$$

Existem diferentes mecanismos envolvidos na atuação da luz em processos de fotodegradação, como a geração de radicais livres, ativação de semicondutores (como o ZnO, por exemplo), que necessita de uma energia específica, e a própria quebra de ligações químicas.

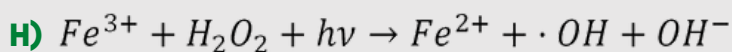
F) No espectro solar existem emissões na região do ultravioleta, não detectável ao olho humano (100 a 400 nm), região do visível, sensível ao olho humano e a mais abundante (400 a 700 nm) e a região do infravermelho (acima de 700 nm), também não detectável ao olho humano. A **Figura 8** mostra o espectro da emissão da luz solar.

Figura 8 - Intensidade espectral da luz solar vs comprimento de onda em nm.



Fonte: [GrowLightingExpert](#). CC-BY-SA-4.0

G) A formação de radicais depende da energia da luz incidente, da energia do fóton ($h\nu$). As ondas eletromagnéticas na faixa da luz UV são de maior frequência, menor comprimento de onda e maior energia. Veja a sequência de equações na questão E. Ao pensar em um processo Foto-Fenton assistido por luz solar, é provável que fatores como a eficiência e a velocidade da reação sejam afetados. Embora o espectro de luz solar contenha uma quantidade de luz UV, a sua intensidade pode variar de acordo com vários fatores como a estação do ano, horário, presença de nuvens, entre outros. Diante disso, a quantidade de radicais $\text{HO}\cdot$ gerados em um processo empregando luz solar será menor do que em um processo com uma fonte de radiação UV direta.



I) O avanço da reação foi acompanhado pelo desaparecimento gradual da cor amarela do corante. A cinética de degradação refere-se ao tempo necessário para que o corante sofra degradação, que pode ser parcial ou mesmo de uma total mineralização, dependendo do método utilizado. A cinética depende de vários fatores, como a temperatura, a utilização de fotocatalisadores, da concentração inicial, etc. Para cada cinética investigada, as condições precisam ser especificadas. Existem vários trabalhos na literatura que abordam tais estudos, como o caso da referência: OANCEA, P.; MELTZER, V. Kinetics of tartrazine photodegradation by UV/ H_2O_2 in aqueous solution. **Chemical papers**, v. 68, p. 105-111, 2014.

As partículas e suas características

J) No sistema contendo NaCl em água não é possível observar o fenômeno do espalhamento da luz (efeito Tyndall), diferentemente do sistema contendo amido de milho em água, que apresenta turbidez em razão do espalhamento da luz. O sistema composto por NaCl e água produz uma solução verdadeira, com a presença de partículas, íons e moléculas, com dimensões inferiores a 1 nm. Já o amido de milho e água produz uma dispersão coloidal, de modo que as partículas são grandes o suficiente para impedir que a luz atravesse diretamente. Ao invés, a luz atravessa e sofre o efeito do espalhamento, deixando um caminho por onde passa. Assim, apontando um laser sobre uma dispersão coloidal permite que se comprove a formação dos colóides (**Figura 3**).

L) Sistema de NaCl em água:

NaCl – soluto; água – solvente.

Sistema de amido de milho em água:

Amido de milho – material disperso que forma uma dispersão e não solução; água – solvente.

M) Dados do exercício:

Massa de NaCl = 100 mg

Volume de solução = 200 mL

Massa molar do NaCl = 58,44 g/mol

$$M = \frac{m}{MM \times V}$$

$$M = \frac{0,1 \text{ g}}{58,44 \text{ g mol}^{-1} \times 0,2 \text{ L}}$$

$$M = 8,5 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1}$$

N) Dados do exercício:

Massa do NaCl = 100 mg

Volume de solução = 200 mL

$$C = \frac{m}{V}$$

$$C = \frac{0,1 \text{ g}}{0,2 \text{ L}}$$

$$C = 0,5 \text{ g L}^{-1}$$

Poluentes Orgânicos Persistentes

O) A gasolina e querosene são líquidos miscíveis entre si, ao passo que a água não. O sistema final é heterogêneo.

P) Água: polar; gasolina: apolar; querosene: apolar.

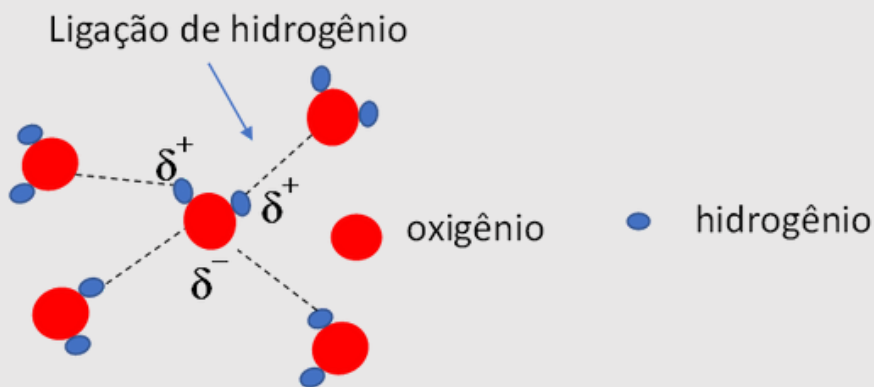
Q) São formados por hidrocarbonetos (moléculas compostas somente por carbono e hidrogênio).

R) Entre a gasolina e querosene a força intermolecular envolvida é dipolo induzido/dipolo induzido, conhecida também como força de dispersão de London. Esta interação é decorrente de uma deformação momentânea nas nuvens eletrônicas das moléculas envolvidas, o que resulta na atração intermolecular, característica para moléculas apolares.

As moléculas de água, que são polares, apresentam interações intermoleculares conhecidas como ligações de hidrogênio. Esta ligação é uma força atrativa forte que ocorre entre um átomo de hidrogênio ligado a um elemento eletronegativo (oxigênio, flúor ou nitrogênio) com um átomo eletronegativo de outra molécula.

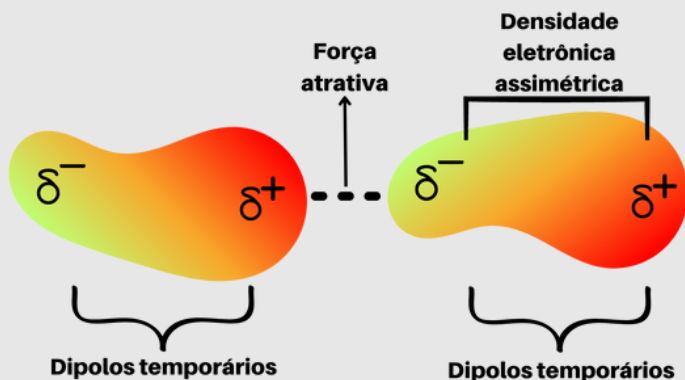
No caso da água, a ligação ocorre entre o hidrogênio de uma molécula de água com o oxigênio de outra molécula de água. A **Figura 9** representa as interações intermoleculares da água e a **Figura 10** de moléculas genéricas apolares.

Figura 9 - Representação esquemática das ligações intermoleculares entre as moléculas de água.



Fonte: As autoras (2023)

Figura 10 - Representação esquemática das ligações intermoleculares entre moléculas apolares.



Fonte: As autoras (2023)



Gabarito



Exercícios

Os agrotóxicos no meio ambiente

1- b) $6,25 \times 10^{-2} \text{ mol/L}$

2- a) 1 - 3 - 2 - 4

3- a) é uma reação de oxidorredução.

4- b) oxidam membranas mitocondriais, causando o envelhecimento celular.

As partículas e suas características

5- b) As partículas coloidais apresentam movimento contínuo e desordenado denominado movimento browniano.

6- d) Mistura homogênea, mistura heterogênea e mistura homogênea.

7- b) 0,2

Introdução à Química Orgânica

8- b) $\text{CH}_3-(\text{CH})_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_3$

9- c) insaturada, ramificada e homogênea.

10- c) átomos de carbono primários e secundários, e cadeia carbônica insaturada.

11- e) 3s e 2p

12- e) quinto período, grupo 15 ou 5A.

Poluentes Orgânicos Persistentes

13- 1. baixa polaridade.

14- c)

15- c) III.

16- e)

Agradecimentos

Ao Dr. Andrey Martinez Rebelo, pela revisão técnica em relação aos termos e uso dos agrotóxicos.

Apoio financeiro:



407774/2021-1

Bolsa de estudo:



Apoio:

Programa de
Pós-
Graduação em
Química



Referências

- ALVES, L. Forças Intermoleculares e Solubilidade. **Brasil Escola**, 2021. Disponível em: <<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/forcas-intermoleculares-solubilidade.htm>>. Acesso em: julho de 2021.
- BAIRD, C. Chemistry In Your Life. 2. ed. Nova York: **W. H. Freeman and Company**, 2006.
- BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A Química dos Agrotóxicos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.
- BRASIL, Ministério da Educação. Base nacional comum curricular. Brasília-DF: MEC, **Secretaria de Educação Básica**, p. 576, 2017.
- BRUNI, A. T. et al. Ser Protagonista: Química. 2. ed. São Paulo: **Edições SM**, 2013.
- CARVALHO, F. P. Agriculture, pesticides, food security and food safety. **Environmental Science & Policy**, v. 9, n. 7-8, p. 685-692, 2006.
- CLAYDEN, J.; GREEVES, N.; WARREN, S. Organic chemistry. **Oxford university press**, 2012.
- EL-SHAHAWI, M. S. et al. An overview on the accumulation, distribution, transformations, toxicity and analytical methods for the monitoring of persistent organic pollutants. **Talanta**, v. 80, n. 5, p. 1587-1597, 2010.
- ENEM 2009. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2009/dia1_caderno1_azul.pdf>. Acesso em: junho de 2023.
- ENEM 2010. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em: <https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2010/dia1_caderno1_azul.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

ENEM 2012. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2012/dia1_cader_no1_azul.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

ENEM 2014. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2014/2014_PV_i_mpresso_D1_CD1.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

ENEM 2015. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2015/2015_PV_i_mpresso_D1_CD1.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

ENEM 2016. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2016/2016_PV_i_mpresso_D1_CD4.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

ENEM 2020. Exame Nacional do Ensino Médio. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), **Ministério da Educação**. Disponível em:
<https://download.inep.gov.br/enem/provas_e_gabaritos/2020_PV_impreso_D2_CD5.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

GIRARD, J. E. Princípios de Química Ambiental. 2. ed. Tradução de: OLIVEIRA, M. J. de. Rio de Janeiro: **Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda**, 2013.

HASSAN, P. A.; RANA, S.; VERMA, G. Making sense of Brownian motion: colloid characterization by dynamic light scattering. **Langmuir**, v. 31, n. 1, p. 3-12, 2015.

HARRIS, D. C. Análise química quantitativa, ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008

KOCK-SCHULMEYER, M. et al. Occurrence and behavior of pesticides in wastewater treatment plants and their environmental impact. **Science of the Total Environment**, v. 458, p. 466-476, 2013.

KOTZ, J; TREICHEL, P; WEAVER, G. Química Geral: e reações químicas. 6. ed. Tradução de: VISCONTE, S. A. São Paulo: **Cengage Learning**, 2014.

LEKEI, E. E.; NGOWI, A. V.; LONDON, L. Farmers' knowledge, practices and injuries associated with pesticide exposure in rural farming villages in Tanzania. **BMC Public Health**, v. 14, p. 1-13, 2014.

MANAHAN, S. E. Química Ambiental. 9. ed. Tradução de: NONNENMACHER, F. Porto Alegre: **Bookman**, 2013.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: julho de 2023.

NAVARRO, S. et al. Removal of ten pesticides from leaching water at pilot plant scale by photo-Fenton treatment. **Chemical Engineering Journal**, v. 167, n. 1, p. 42-49, 2011.

PITANGA, Â. F. et al. Adaptação Metodológica de Processos Oxidativos Avançados (POAs) na degradação de corantes para aulas experimentais de Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 4, p. 373-377, 2017.

PUC/MINAS 2019. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais**. Disponível em: <<https://www.pucminas.br/formas-ingresso/vestibular/Documents/2019-prova-caderno-1.pdf>>. Acesso em: junho de 2023.

PUC/RIO 2012. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/2012-2/download/provas/administracao_tarde.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

PUC/RIO 2015. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/2015/download/provas/VEST2015PUCRio_GRUPO_5_13102014_completo.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

PUC/RIO 2016. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**. Disponível em: <https://www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/2016-2/download/provas/VEST2016-2_PUCRioProva_G4_20160619.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

PUC/RIO 2023. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro**. Disponível em: <<https://www.puc-rio.br/vestibular/repositorio/provas/2023/download/2o%20DIA%20-%20TARDE%20-%20GRUPO%203.pdf>>. Acesso em: junho de 2023.

PUC/RS 2018. **Vestibular da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul**. Disponível em: <https://www.pucrs.br/estudenapucrs/wp-content/uploads/sites/236/2020/09/Mat-Fis_QUI-Bio_LE_2018-1.pdf>. Acesso em: junho de 2023.

REBELO, R. M.; CALDAS, E. D. Environmental Risk Assessment of Aquatic Systems Affected by Pesticide Use. **Química Nova**, v. 37, p. 1199-1208, 2014.

SÁNCHEZ, M.; RUIZ, I.; SOTO, M. The Potential of Constructed Wetland Systems and Photodegradation Processes for the Removal of Emerging Contaminants—A Review. **Environments**, v. 9, n. 9, p. 116-145, 2022.

SUN, S. et al. Pesticide Pollution in Agricultural Soils and Sustainable Remediation Methods: a Review. **Current Pollution Reports**, v. 4, p. 240-250, 2018.

TUDI, M. et al. Agriculture Development, Pesticide Application and Its Impact on the Environment. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 3, p. 1112-1135, 2021.

UEL/PR 2007. **Vestibular da Universidade Estadual de Londrina**. Disponível em:

<<https://www.cops.uel.br/v2/download.php?>

Acesso=YzImNzU2YTBiMWIzYTM4MDZiM2RmN2FiYWZzZDdkMWEwMWNhZTM3ZDM5MjI3ZGYxYjg0ODNINDEyODIjNTIjNTM4Mzk2YjNkZDBINmRmNDg3OWExMjBiMdBmYWNmMmZjYjdkZjIYjdkOGQ0OTZhMGMzM2UwNjgzOGIxM2IzMzc1ODY0NWZmZINjI3YzRhYzY3NDZIODJINmZiODY4Yw==>. Acesso em: junho de 2023.

VILELA, A.; COSME, F.; PINTO, T. Emulsions, Foams, and Suspensions: The Microscience of the Beverage Industry. **Beverages**, v. 4, n. 2, p. 25-41, 2018.

ZARBIN, A. J. G. O fantástico grande-pequeno mundo. 2020. Disponível em:

<<http://www.quimica.ufpr.br/paginas/lpq/o-fantastico-grande-pequeno-mundo/>>. Acesso em: junho de 2021.

ZIKANKUBA, V. L. et al. Pesticide regulations and their malpractice implications on food and environment safety. **Cogent Food & Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 1-15, 2019.

