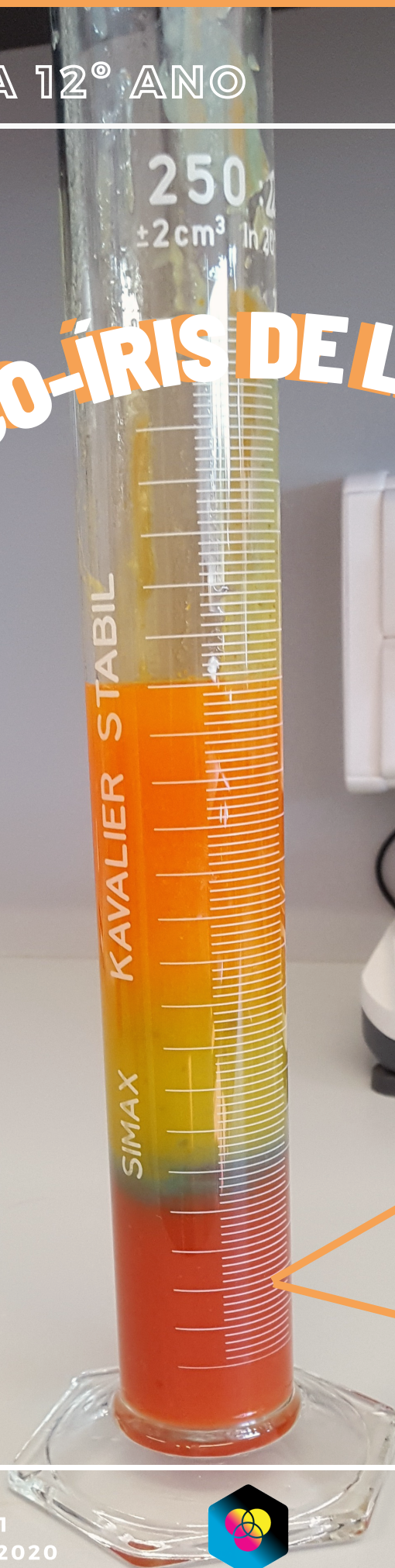
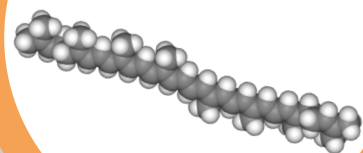


"ARCO-ÍRIS DE LICPENO"



LICOPENO



Ano letivo 2020/21
15 de Outubro de 2020



Ana Moreira N° 11364
João Magalhães N° 11375

ÍNDICE

Fase pré-Laboratorial

Introdução.....	3
Fundamentação teórica	4

Fase laboratorial

Material.....	9
- Cuidados de segurança a considerar.....	10
Procedimento experimental.....	11
- Fluxograma.....	12
- Alterações ao protocolo proposto.....	13
Registo de dados.....	14
- Possíveis causas de erro.....	14

Fase pós-Laboratorial

Tratamento de dados.....	15
Conclusão.....	17
Fontes e referências bibliográficas.....	18
Anexos.....	19

FASE PRÉ- LABORATORIAL



INTRODUÇÃO

Objetivo geral: verificar a existência de licopeno no ketchup pela reação colorimétrica de adição de bromo.

A concretização plena desta atividade laboratorial, compreende como objetivo primordial a verificação da existência de licopeno no ketchup. Para tal, será necessário adicionar água de bromo (constituída por: brometo de sódio- $NaBr$; ácido clorídrico- HCl ; hipoclorito de sódio- $NaClO$) ao ketchup verificando-se uma reação de halogenação. Se o hidrocarboneto previamente mencionado for constituinte do ketchup, experimentalmente, será possível observar uma reação colorimétrica na qual faixas com cores distintas, formar-se-ão, a diferentes alturas, ao longo de uma proveta. Resultando daí um arco-íris de licopeno.

Objetivos específicos:

- Consolidar técnicas experimentais e aprimorar conhecimentos do trabalho laboratorial;
- Preparar corretamente soluções de diferentes reagentes;
- Depreender os fundamentos teóricos que explicam as diferentes faixas de cor que serão observadas no decorrer desta atividade laboratorial relacionando-as com os dados registados;
- Interpretar a posição das bandas colorimétricas ao longo da proveta;
- Executar de forma eficiente e meticulosa o protocolo experimental planejado, respeitando as normas de segurança estabelecidas;



FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O **licopeno** ($C_{40}H_{50}$), composto orgânico com características antioxidantes, está presente na maior parte dos frutos e vegetais que apresentam coloração vermelha e, por isso, também está presente no ketchup (reagente a utilizar). Por possuir ligações covalentes duplas entre átomos de carbono é um **hidrocarboneto insaturado** denominado **alceno**. Este apresenta uma cadeia carbônica aberta composta por **11 ligações duplas conjugadas, 2 isoladas** e ainda **radicais metilo** (fig. 1):

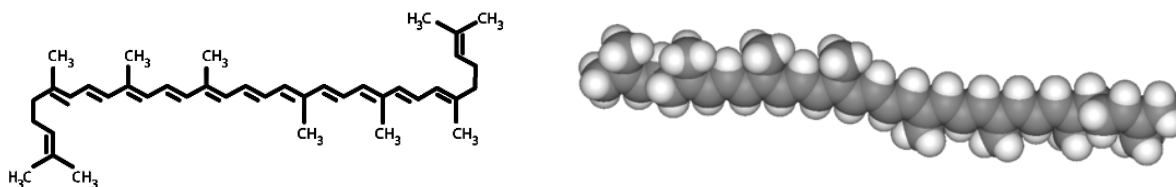


Figura 1: Forma estrutural do licopeno

Ligações duplas conjugadas é a designação para uma **cadeia de ligações duplas e simples alternadas**. As orbitais p atômicas que originam as **ligações pi moleculares***, de cada uma das 11 ligações duplas conjugadas, estão muito próximas podendo-se sobrepor umas às outras. Esta **deslocalização eletrônica** permite ao composto obter **várias estruturas de Lewis para a mesma molécula**. A este fenómeno da química quântica dá-se o nome de **ressonância** e as moléculas nas quais este se verifica designam-se por **híbridos de ressonância**, como é o exemplo do licopeno (fig. 2).

*constitui uma das ligações presentes em cada ligação covalente dupla. Uma ligação dupla é constituída por uma ligação sigma e por uma ligação pi.

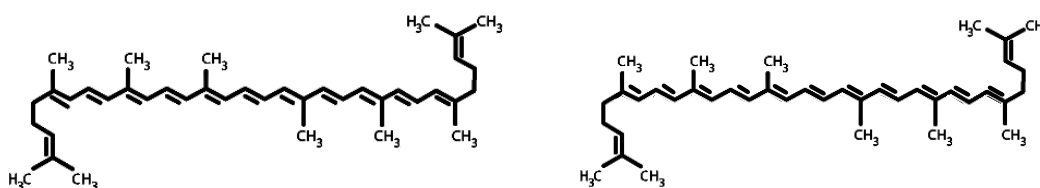


Figura 2: Licopeno- híbrido de ressonância: estruturas de ressonância

É de notar que nas várias formas de ressonância de um híbrido, **os átomos não mudam de posição e a carga total da molécula não varia**, apenas ocorre uma deslocação eletrónica dos eletrões de valência ao passarem de uma estrutura para a outra. Assim, todo o sistema de ligações conjugadas forma uma única **orbital molecular** (fig. 3), **na qual os eletrões de valência se podem deslocar livremente sem abandonar a estrutura.**

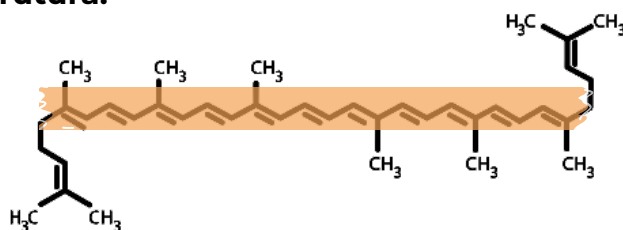


Figura 3: Esquema representativo da orbital molecular formada pelas ligações conjugadas do licopeno

A presença do sistema de ligações conjugadas confere à molécula a capacidade de **absorver as radiações correspondentes a todas as cores exceto a radiação da cor vermelha**. Esta será refletida e por isso, interpretada pelo nosso cérebro como cor vermelha (fig. 4). Logo, aos nossos olhos, os produtos que contém **licopeno na sua constituição apresentam uma tonalidade exorbitante vermelha**, como é o exemplo do ketchup (fig. 5).

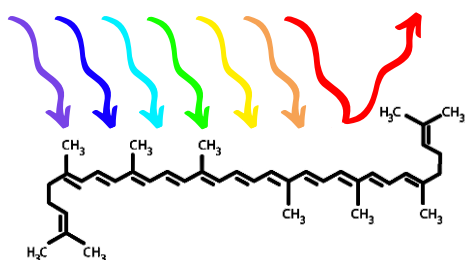


Figura 4: Reflexão da radiação correspondente à cor vermelha e absorção das restantes



Figura 5: Tonalidade vermelha do ketchup (reagente a utilizar)

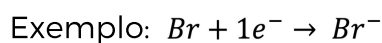
Os hidrocarbonetos, dos quais é exemplo o licopeno, podem ter **átomos de hidrogénio substituídos**, por exemplo, por **radicais orgânicos** ou por elementos do grupo 17 (**halogéneos**) da tabela periódica (fig. 6), formando **compostos orgânicos halogenados**.

TABELA PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Halogêneos

Figura 6: Identificação do grupo 17 (halogêneos) da tabela periódica

Os átomos dos elementos que constituem as substâncias desta família têm **7 elétrons de valência** originando facilmente iões **mononegativos** (iões halogenetos ou haletos):



A **facilidade de captar elétrons diminui ao longo do grupo**, porque ao aumentar o número de níveis de energia do átomo, a atração do núcleo sobre o elétron a captar torna-se cada vez menor (fig. 7).

A reatividade dos halogêneos diminui ao longo do grupo.

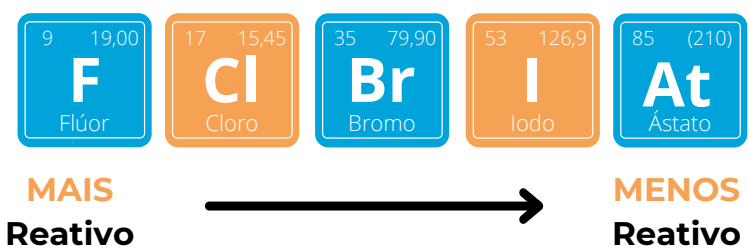


Figura 7: Esquematização dos halogêneos segundo o seu grau de reatividade

A **força que um átomo possui para atrair elétrons** de uma ligação covalente designa-se por **eletronegatividade**, e esta está relacionada com o raio atômico do mesmo. Quando consideramos os elementos pertencentes à mesma família (grupo), como é o caso dos halogêneos, verificamos que com o aumento do número atômico aumenta o número de níveis de energia. Tal irá provocar um maior afastamento entre o núcleo e o nível de valência aumentado, conseqüentemente, o raio atômico ao longo do grupo. Como **a eletronegatividade diminui com o aumento do raio atômico** (fig. 8):

A eletronegatividade dos halogéneos diminui ao longo do grupo.

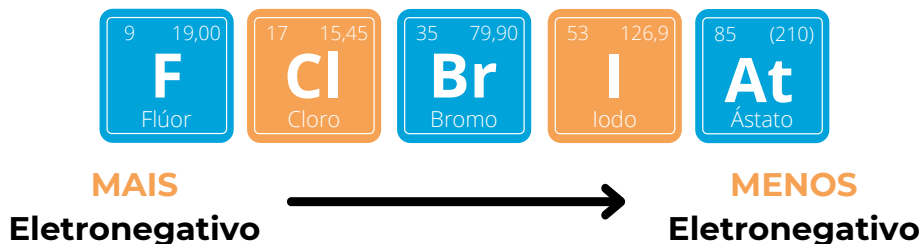


Figura 8: Esquemática dos halogéneos segundo o seu grau de eletronegatividade

Nesta atividade laboratorial, os **átomos de hidrogénio serão substituídos por átomos de bromo**, isto é, irá ocorrer a **bromação do licopeno**. No caso, o bromo, sob a forma da água de bromo, utilizado na reação será obtido a partir de um processo que combina hipoclorito de sódio (lixívia), ácido clorídrico e brometo de sódio ou de potássio.

Ao adicionar os átomos de bromo ao sistema de ligações conjugadas, previamente referido, estes irão **quebrar as ligações duplas destruindo o sistema de ressonância** (fig. 9). Ao interromper o processo de deslocalização eletrónica, os compostos bromados do licopeno não apresentarão o vermelho característico, mas sim um tom muito claro, próximo de branco.

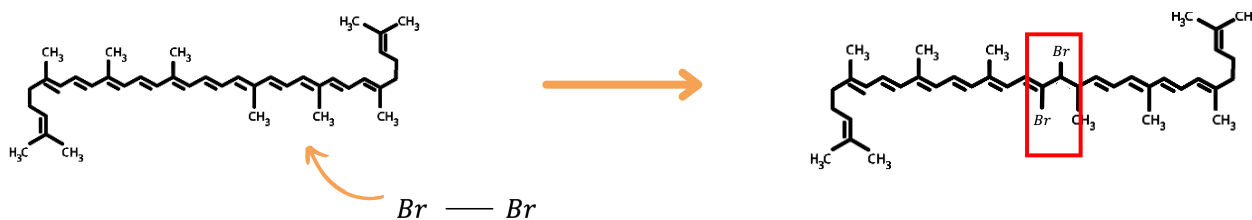


Figura 9: Esquema representativo da bromação do licopeno

Etapas do processo de bromação (fig. 10):

- 1º **aproximação** (a molécula de bromo aproxima-se da molécula do licopeno);
- 2º formação do **complexo de transferência de carga** (um dos átomos de bromo interage com a ligação dupla);
- 3º **rompimento da ligação dupla e ligação de um** dos átomos de bromo à molécula de licopeno;
- 4º **ligação do outro** átomo de bromo à molécula de licopeno.

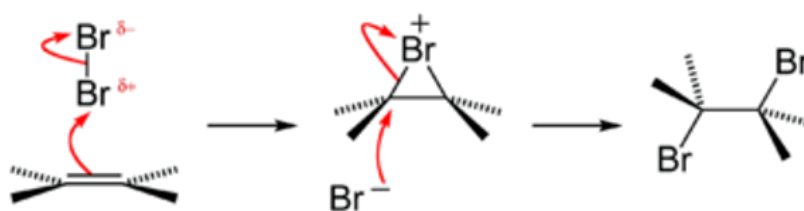
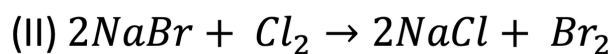
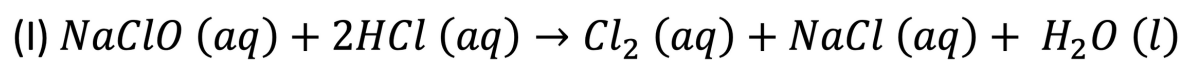


Figura 10: Esquema das etapas do processo de bromação

As reações que ocorrem podem ser descritas pelas seguintes equações:



(III) A reação na qual ocorre a bromação do licopeno foi previamente evidenciada e descrita na figura 9 deste relatório.

Nota: As reações supramencionadas serão detalhadamente analisadas na fase pós-laboratorial, mais precisamente, no tratamento de dados.

FASE LABORATORIAL



MATERIAL



Figura 11: Materiais e reagentes utilizados

Material

Gobelé de (100 ± 5) mL

Gobelé de (200 ± 25) mL

2 provetas graduadas de $(50,00 \pm 0,50)$ mL

Proveta graduada de (250 ± 2) mL

Pipeta de $(10,00 \pm 0,05)$ mL

Macro controlador (ou pipetador)

Conta-gotas

Vidro de relógio

Espátula

Vareta de vidro

Balança digital $(\pm 0,5)$ g

Reagentes

Ketchup

Brometo de sódio ($NaBr$)

Solução aquosa de ácido clorídrico (HCl) de concentração $0,1 \text{ mol/dm}^3$

Solução aquosa de hipoclorito de sódio (lixívia) ($NaClO$)

Água destilada (H_2O)

CUIDADOS DE SEGURANÇA A CONSIDERAR:



Figura 12: Hipoclorito de sódio (lixívia)

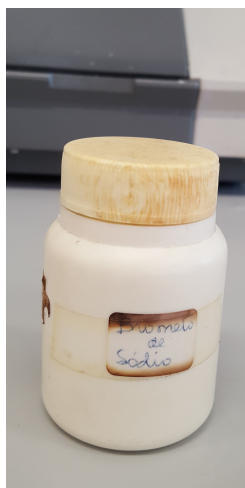
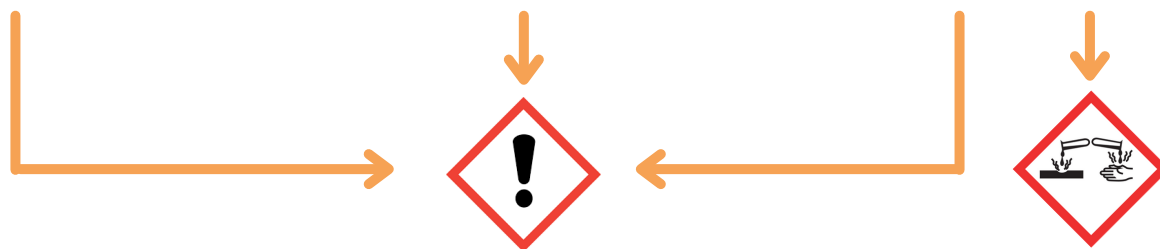


Figura 13: Brometo de sódio



Figura 14: Ácido clorídrico



Reagente nocivo ou irritante

Reagente corrosivo

O manuseamento do ácido clorídrico, requer, como toda a linhagem de reagentes químicos, a integração de cuidados a considerar, aquando da sua manipulação. Com vista a reduzir possíveis danos gerados pelo uso deste reagente corrosivo, é crucial atender ao uso de materiais de proteção: luvas, óculos e bata de forma a evitar o contacto desta solução com a pele, olhos e vestuário. Para além de corrosiva, esta substância é também nociva assim como o hipoclorito de sódio e o brometo de sódio. O que implica que, no momento da utilização destes reagentes, seja imprescindível o uso da hotte, tendo em vista evitar a inalação de vapores provenientes destas substâncias.



PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Preparação da água de bromo:

- Pipetamos $(42,80 \pm 0,05)$ mL da solução aquosa de ácido clorídrico de concentração $0,1 \text{ mol/dm}^3$ para o gobelé de (100 ± 5) mL (figura 15);
- Com o auxílio da proveta de $(50,00 \pm 0,50)$ mL, medimos $(30,00 \pm 0,50)$ mL de hipoclorito de sódio (figura 16), vertemos este volume para o gobelé anteriormente mencionado (figura 17);
- Utilizando a vareta de vidro, homogeneizamos a solução (figura 18);
- Pesamos $(4,4 \pm 0,5)$ g de brometo de sódio (figura 19), transferimo-lo para o gobelé onde foi previamente adicionada a solução aquosa de ácido clorídrico e de hipoclorito de sódio (figura 20);
- Homogeneizamos a solução resultante com a vareta de vidro (figura 21);
- Medimos $(128,00 \pm 0,50)$ mL de água destilada, através da proveta de $(50,00 \pm 0,50)$ mL (figura 22), e transferimo-la para o gobelé de (200 ± 25) mL (figura 23);
- À água destilada, adicionamos a solução previamente preparada no gobelé de (100 ± 5) mL (figura 24) e em seguida rotulamos a solução como “Água de Bromo” (figura 25);

2. Preparação da solução de ketchup:

- Adicionamos (60 ± 2) mL de Ketchup à proveta de (250 ± 2) mL (figura 26);
- Diluímos o ketchup, anteriormente adicionado à proveta, com água destilada com o objetivo de o tornar menos espesso (figura 27) (figura 28);

3. Adicionamos aproximadamente 5mL de água de bromo à proveta que continha a solução diluída de ketchup e homogeneizamos a solução delicadamente com a vareta de vidro (figura 29);

4. Continuamos a adicionar a água de bromo e voltamos a homogeneizar a solução (figura 30) (figura 31);

5. Registamos o que se sucedeu (figura 32) (registo 1).

FLUXOGRAMA

Todas as figuras presentes no fluxograma têm como fonte o nosso telemóvel pessoal.



Figura 15

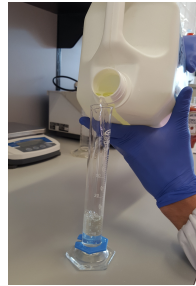


Figura 16

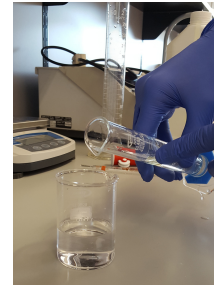


Figura 17

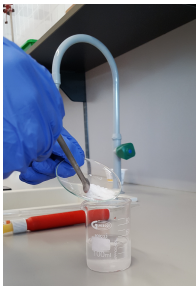


Figura 20

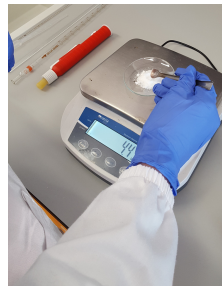


Figura 19

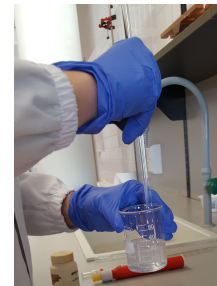


Figura 18

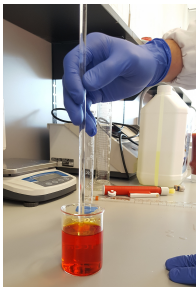


Figura 21



Figura 22



Figura 23

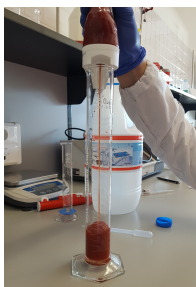


Figura 26



Figura 25

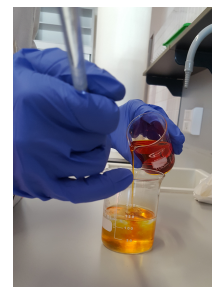


Figura 24

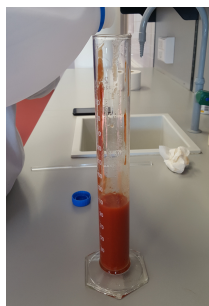


Figura 27



Figura 28

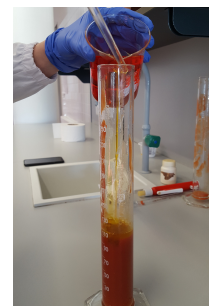


Figura 29

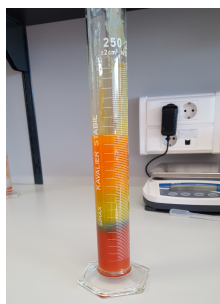


Figura 32

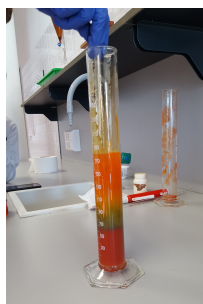


Figura 31

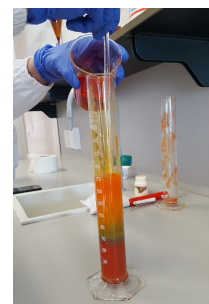


Figura 30

ALTERAÇÕES AO PROTOCOLO PROPOSTO

O protocolo-guião que nos orientou no decorrer desta atividade experimental, patenteava a utilização do reagente brometo de potássio. No entanto, devido à inexistência do mesmo no laboratório e ponderando o leque de opções que estavam disponíveis, optamos por utilizar o brometo de sódio tendo em conta que ambos apresentavam o ião brometo (Br^-) cujo faz parte da reação principal da atividade. Para além disso, no momento da execução da experiência sentimos necessidade de diluir o ketchup de forma a torna-lo menos espesso para facilitar a mistura da água de bromo com o mesmo permitindo uma melhor visualização das bandas de cor, o que não era mencionado no protocolo de referência.



REGISTO DE DADOS

➔ **Registo 1:** faixas com cores distintas, que se formaram a diferentes alturas, ao longo de uma proveta: Arco-íris de licopeno



Sequência de cores observadas

Amarelo alaranjado

Verde

Azul

Vermelho

POSSÍVEIS CAUSAS DE ERROS

Dada a pouca rigorosidade associada ao procedimento experimental desta atividade verificamos que as causas de erro que possam estar acopladas ao trabalho desenvolvido em nada interferiam no objetivo geral planificado para esta atividade. Contudo, erros de leitura, má calibração da balança e deficiente diluição do ketchup poderiam provocar uma alteração no aspeto dos resultados obtidos em comparação com os esperados.

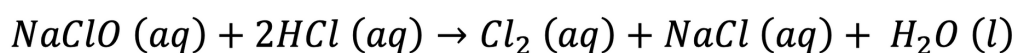
FASE PÓS- LABORATORIAL



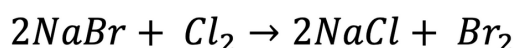
TRATAMENTO DE DADOS

➔ Explicação das reações que ocorrem durante a atividade laboratorial:

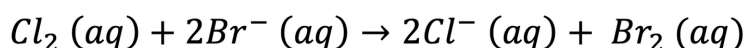
A primeira reação que ocorre deve-se à mistura da solução aquosa de ácido clorídrico com o hipoclorito de sódio, que dá origem ao cloro aquoso:



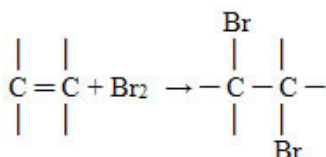
Em seguida, a adição de brometo de sódio ao cloro aquoso, previamente obtido, provocou uma reação de deslocamento. Isto porque, como evidenciado na fundamentação teórica, o cloro é mais reativo do que o bromo e assim, este irá deslocar o bromo. Ou seja, o ião negativo Br^- , entra em contacto com a molécula de Cl_2 e transfere o eletrão para o cloro, formando uma molécula de bromo e um ião cloreto:



Eliminando os iões espectadores:



Por fim, no momento em que é adicionada a água de bromo ao licopeno, ocorre a bromação do mesmo. E assim, como anteriormente mencionado, o bromo ataca as ligações duplas do alceno, sendo estas destruídas diminuindo o número de ligações duplas conjugadas, sendo quebrado o sistema de ressonância.



→ Explicação das camadas de cor observadas ao longo da proveta:

Interpretação da presença da cor **vermelha** na proveta:

A faixa de coloração vermelha é o resultado do licopeno, presente no ketchup, que não reagiu com a água de bromo e, por isso, manteve a sua cor característica. Isto porque, como não teve qualquer interação com o bromo, o seu sistema de ligações conjugadas não sofreu alterações e desta forma continuou a absorver as radiações correspondentes a todas as cores exceto a radiação vermelha, como é perceptível na figura 4 da fundamentação teórica.

Interpretação da presença da cor **azul** na proveta:

Como foi previamente referido, a bromação conduz ao rompimento de ligações duplas conjugadas sendo quebrado o sistema de ressonância. Assim, a molécula já não apresenta o seu vermelho característico por ser apenas capaz de absorver radiações de menor comprimento de onda deslocando-se para a zona do violeta, tornando-se por fim incolor. A bromação envolve a formação de um composto complexo intermédio (designado por complexo de transferência de carga) que resulta na transferência de carga elétrica entre o bromo (aceitador) e a molécula de licopeno (dador). Sempre que uma ligação pi (as ligações pi são mais fracas que as ligações sigma) é rompida, os carbonos que estavam a fazer essa ligação passam a estar disponíveis para aceitar os átomos de bromo. Na ligação entre os carbonos e o bromo, forma-se um composto cíclico intermédio positivo (ião bromónio), como exemplificado na figura 10 da fundamentação teórica. Tal confere a cor azul ao licopeno e, por isso, observamos uma banda com esta cor na proveta.

Interpretação da presença da cor **amarela alaranjada** na proveta:

A água de bromo, como verificamos anteriormente, resulta de um processo que combina o hipoclorito de sódio (lixívia), ácido clorídrico e brometo de sódio ou de potássio. Como o bromo está presente nesta solução, a mesma exibe uma coloração amarela alaranjada e uma vez que esta é menos densa que o ketchup, encontra-se na camada superior da proveta. Desta forma é possível compreender o facto de, no topo da proveta, estar presente uma faixa de coloração amarela alaranjada.

Interpretação da presença da cor verde na proveta:

Como está supramencionado, a água de bromo que não reagiu apresenta uma cor amarela alaranjada e o complexo de transferência de carga revela-se com uma coloração azul. Assim, a mistura de ambos, originou uma camada intermédia de cor verde.

Em conclusão, a razão para ser possível observar esta gradação de cores (vermelho, azul, verde e amarelo alaranjado), que remetem para a ideia de um arco-íris, deve-se à espessura de ketchup que é suficiente para a manter. Desta forma, a partir dos textos acima apresentados, podemos concluir que a reação colorimétrica que se sucedeu comprova a presença de licopeno no ketchup.



CONCLUSÃO

Após a consumação desta atividade laboratorial verificamos que cumprimos de forma exemplar o escopo principal ao qual nos propusemos. Visto que, por meio de uma reação colorimétrica, conseguimos comprovar a existência do hidrocarboneto licopeno no ketchup. Reação esta que, por apresentar uma gradação de camadas de cores distintas constituída por vermelho, azul, verde e amarelo alaranjado, nos remete para a ideia de um arco-íris. Para além disso, aperfeiçoamos técnicas e avultamos a nossa visão acerca da relação do trabalho laboratorial com a cor, expandindo assim a prática experimental para diversas situações no nosso quotidiano.

FONTES E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS FREQUENTADAS

- Caderno diário de 11º ano
- Caderno diário de 10º ano
- DANTAS, Maria; RAMALHO, Marta - Manual de química 10ºano "Novo jogo de partículas", Textos Editores, LDA, 1ª Edição, 4ª Tiragem, ISBN 978-972-47-5314-0-1, Lisboa, Portugal, 2018
- GUZMÁN, Maribel - "ARCO IRIS DE JUGO DE TOMATE, UNA COLOREADA E INSTRUCTIVA DEMOSTRACIÓN", Pontificia Universidad Católica del Perú, Opto. de Ciencias, Sección Química. 109, Vol. X. No I. Junio de 1996, revista de química, consultado em 20/01/2021, disponível em <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/5578/5574>
- Autor desconhecido - "O Nerd da Química - Arco-íris de Licopeno (oxidorredução, bromação e FÍSICA QUÂNTICA!)", canal de youtube, consultado em 21/01/2021, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=OW9MzxxP-VM>
- DIAS, Diogo - MANUAL da QUÍMICA "Experimento: o arco-íris de licopeno", blog digital, consultado em 21/01/2021, disponível em <https://www.manualdaquimica.com/experimentos-quimica/experimento-arco-iris-licopeno.htm>
- FOGAÇA, Jennifer - Canal do educador "ARCO-ÍRIS DE LICOPENO", blog digital, consultado em 21/01/2021, disponível em <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/arco-iris-licopeno.htm>
- Autor desconhecido - OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE
- NAPERPECTIVA DO PROFESSOR PDE, volume II, ISBN 978-85-8015-079-7, caderno digital, consultado em 24/01/2021, disponível em http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unioeste_qui_pdp_eridelto_xavier_de_quadros.pdf

ANEXOS

1. Adicionar 42,8 mL de solução aquosa de ácido clorídrico ($0,1 \text{ mol/dm}^3$) a um gobelé de 100mL;
2. Adicionar 30,0 mL da solução aquosa de hipoclorito de sódio ao mesmo gobelé;
3. Pesar 4,4 g de brometo de potássio e transferir para o gobelé onde já tinham sido adicionadas a solução aquosa de hipoclorito de sódio e a de ácido clorídrico;
4. Homogeneizar a solução resultante com a vareta de vidro;
5. Medir 128,0 mL de água destilada e transferir para um gobelé de 200mL;
6. À água destilada, adicionar a solução preparada no gobelé de 100 mL;
7. Adicionar 60 mL de ketchup a uma proveta de 250 mL;
8. Primeiramente adicionar aproximadamente 10 mL da água de bromo à proveta que contém o ketchup e mexer delicadamente;
9. Adicionar aos poucos a água de bromo restante e ir misturando, novamente, de forma delicada - observar e registrar o que aconteceu.