



## RESUMO DE ATIVIDADES

Formulações “inteligentes”: sabonete que indicam a higiene correta das mãos e refrescos com percepção variável de sabor

Faculdade de Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas.

Aluno: Luis Henrique Vignado – RA: 173204

Orientador: Juliano Lemos Bicas

Coorientador: Gislaine Ricci

### Introdução

O cuidado pela higiene sempre foi uma preocupação mundial, mas como saber se lavamos bem nossas mãos? Como incentivar as crianças a lavarem as mãos? Todas as crianças gostam de coisas coloridas, ainda mais se elas podem mudar de cor. Por isso a ideia desse projeto, criar um sabonete líquido que auxilie nessa tarefa. Existem vários meios de se realizar esse projeto, um deles é adaptar o experimento do relógio de iodo ao sabonete. Esse experimento consiste em adicionar duas soluções inicialmente incolores e que ao passar do tempo, ela muda repentinamente de cor para um azul intenso. Variando a concentrações dos reagentes, é possível manipular o tempo que se deseja que a reação aconteça. Estudos indicam que nem todos dedicam ou prestam atenção no tempo. Deste modo, a ideia de criar um sabonete que indicasse o tempo para se enxaguar as mãos veio à tona<sup>1</sup>.

Outra ideia é baseada em um experimento químico chamado “garrafa azul”, que consiste em adicionar o indicador de oxirredução azul de metileno em solução alcalina com glicose. A solução inicialmente azul tende a se tornar incolor com o passar do tempo por causa da capacidade redutora da glicose. Ao agitar o recipiente, o oxigênio presente se dissolve na solução e reage com o indicador, voltando à cor azul e que posteriormente torna-se incolor novamente reiniciando o ciclo até a glicose ser consumida<sup>2</sup>. Outros indicadores como o verde brilhante e o índigo carmim funcionam de maneira similar e são utilizados como aditivos alimentares na indústria de alimentos, ou seja, o princípio pode ser incorporado a um suco, por exemplo, onde a mudança de cor altere a percepção do sabor do suco. As cores podem variar dependendo do indicador usado como azul, roxo, rosa, amarelo verde, vermelho, entre outros e alterando a concentração dos reagentes, a reação pode ser mais fácil, ideal para crianças, ou mais difícil, para adultos ou para lugares onde a higiene seja mais rigorosa. Além disso, os reagentes a serem usados são baratos, de fácil acesso e não são nocivos a saúde<sup>3</sup>.

Portanto, o objetivo deste projeto é criar um sabonete líquido que mude de cor e tentar expandir esta ideia para uma bebida (refresco) cuja coloração seja alterada

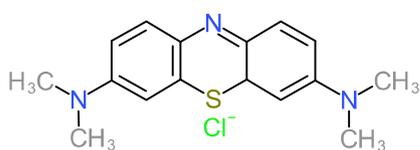


## Método 1 – Indicador Redox com azul de metileno

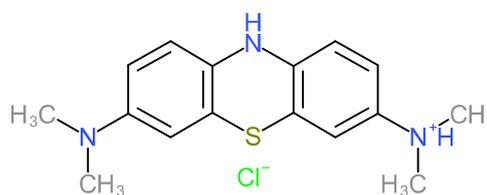
O experimento químico garrafa azul é uma demonstração muito comum de ser utilizado nas aulas de química devido a sua simplicidade de reagentes a auxílio no ensino da química, além do impacto visual de se proporcionar uma cor azul intensa muito bonita na solução. Não se sabe ao certo quem foi que descobriu esta reação, mas uma das primeiras aparições na literatura foi registrada por Campbell<sup>4</sup> em 1963 e que em seu artigo, formulou uma maneira de se preparar a reação, como pode ser visto na tabela 1.

A reação funciona da seguinte maneira:

Em um recipiente transparente, é adicionado água algumas gotas de solução 1% de azul de metileno, glicose e hidróxido de sódio, variações nas concentrações dos reagentes foram reportadas por Shakhashiri<sup>5</sup> e Vandaveer<sup>6</sup>. A glicose em meio básico tende a reduzir o azul de metileno (AM) que é um indicador redox, para sua forma incolor chamada Azul de leucometileno (LM), fazendo com que a solução que antes possuía uma cor azul intensa se tornasse transparente. Em seguida, a solução é agitada, possibilitando que o oxigênio da atmosfera se dissolva na solução e oxidando o LM e tornando a solução azul novamente. Com o passar do tempo, a glicose reduz o AM, reiniciando o ciclo.

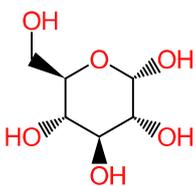


Azul de metileno

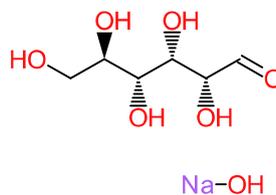


Azul de leucometileno (Incolor)

Para que a glicose se torne redutora, a solução deve estar com o pH por volta de 12 e com o passar de alguns dias, a solução se torna marrom devido a degradação da glicose. Esses dois fatores inviabilizam o uso em um sabonete líquido.



Glicose



Glicose em meio básico

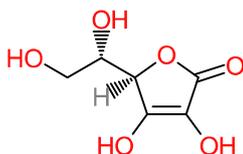


O artigo *Greening the Blue Bottle*, escrito por Wellman e Noble<sup>3</sup> foi de fundamental importância para esse projeto, os autores encontraram uma maneira de reproduzir o experimento da garrafa azul trocando a glicose em meio básico pelo ácido ascórbico como agente redutor, como pode ser comparada na tabela 1.

**Tabela 1. Formulação clássica e revisada do experimento da garrafa azul**

Clássica	Revisada
20 g glicose	2,4 g de ácido ascórbico
16 g NaOH	75 mg NaHCO <sub>3</sub>
1 mg azul de metileno	3 mg de azul de metileno
600 ml de água	1 g NaCl
	36 mg CuSO <sub>4</sub> . 5 H <sub>2</sub> O
	600 ml de água

Testes com concentrações muito altas não aumentavam a intensidade da cor, Wellman e Noble alertaram esse acontecimento no artigo, assim como essa nova formulação não produzia uma cor tão intensa como a original, sendo assim, testes práticos realizados com uma formulação de sabonete líquido não apresentavam cor significativa a ponto de ser notado. Além disso, o pH da formulação concentrada estava em torno de 2,6 devido ao ácido ascórbico, não ideal para cosméticos que deve ser superior a 3,5. Neutralizando a acidez da solução com carbonato de sódio ou bicarbonato de sódio, que são bases fracas, o pH aumentava para a normalidade, porém, o ácido ascórbico perdia o efeito redutor e a mudança de cor não era mais evidenciada.



Ácido ascórbico



Além disso, testes práticos com concentrações muito altas da formulação de Wellman e Noble no sabonete líquido (cerca de 10x mais concentrada) mostraram resultados negativos, deixando a mão azul 2 horas após a lavagem, como pode ser visto nas imagens abaixo. Isso se deve ao fato do LM, que é incolor devido a ação da vitamina C se complexar muito fortemente com o tecido (na microbiologia ele é usado para colorir células) e posteriormente foi oxidado pelo oxigênio da atmosfera, voltando a cor azul.



## Método 2 – Reação do relógio de iodo

Esta ideia tem como princípio não incentivar a lavagem das mãos, mas sim de informar e orientar o usuário do tempo ideal que se deve dedicar na lavagem das mãos. O sabonete, depois de um determinado intervalo de tempo, muda de cor, informando o instante em que se pode enxaguar as mãos. Deferentemente da ideia anterior, este sabonete é constituído de duas partes separadas, que quando fossem postas juntas, iniciariam a reação. Esse fato não apresenta dificuldades para a indústria de desenvolver um dispositivo que mantenha os dois sabonetes separados no mesmo recipiente e que ao ser acionado, eles sejam evacuados juntos. No laboratório, foi criado sem dificuldades um dispositivo que atende as exigências do projeto, como pode ser visto nas imagens abaixo.



A reação começa quando os dois componentes são misturados, o Iodeto ( $I^-$ ) ao entrar em contato com o agente oxidante, se torna iodo ( $I_2$ ), em seguida, o Iodo reage com o agente redutor, voltando a ser iodeto e recomeçando o ciclo. Assim que o agente redutor é completamente consumido, todos os íons de Iodeto tenderam a se tornar Iodo. O Iodo se complexará como o amido, tornando a solução com uma cor azul intensa.

Variando a concentração dos reagentes, pode estipular o tempo que a mudança de cor ocorrerá. Esta reação apresentou bons resultados devido à baixa quantidade de reagentes utilizados para se obter a reação no tempo necessário e dos reagentes não serem nocivos a pele ou a saúde (os reagentes são utilizados como aditivos alimentares).

Depois de dezenas de testes variando as concentrações dos reagentes, a fórmula encontrada para o sabonete pode ser vista na tabela 2:

**Tabela 2. Relação para se preparar o sabonete líquido**

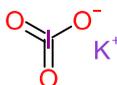
Recipiente 1:	Recipiente 2
- 1ml de $Na_2S_2O_3$ 0,12M;	- 1 ml de $KIO_3$ 0,1M
- 3,5 ml de água deionizada;	- 3,5 ml de água deionizada;
- 1,5 ml de lauril;	- 1,5 ml de lauril;
- 1g de amido.	- 1g de amido.



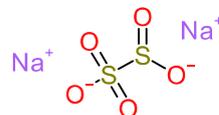
Ao se adicionar quantidades iguais dos dois sabonetes preparados, a reação produzia uma cor muito escura, ideal para o projeto.



Iodeto de potássio



Iodato de potássio



Metabissulfito de sódio



Antes



Depois

### Conclusão

O projeto do suco não apresentou bons resultados, pois os testes feitos com os corantes alimentares permitidos pela legislação não mostraram alteração de cor ao serem adicionados em soluções com agentes redutores fortes como ácido ascórbico na presença de íons de cobre ou glicose em meio básico (esses agentes redutores são utilizados nos experimentos da garrafa azul). Pelo fato de os corantes alimentares serem muito estáveis a haver poucos agentes redutores fortes que podem ser adicionados aos alimentos, isso torna o projeto muito limitado e muito improvável de dar certo. E mesmo que seja permitido a adição de outro corante menos instável ao alimento, como o azul de metileno, a solução de ácido ascórbico na presença de íons de cobre (que seria o agente oxidante mais ideal para ser adicionada ao suco) se deteriora muito rapidamente, produzindo uma cor amarronzada em poucos dias, o que impossibilita a realização do projeto. Porém, as chances para que o projeto do sabonete líquido se tornar viável são muito grandes, tendo em conta as várias possibilidades de reações, reagentes e métodos que poderiam torná-lo possível, como a micro encapsulação ou até mesmo o uso de enzimas oxidativas. Entretanto, devido a paralização provocada pela pandemia do corona-vírus, não foi possível dar continuidade e conduzir os experimentos.