

Uma perspectiva *Verde* da Química na Sala de Aula. Síntese de aromas com catalisadores sólidos

A *Green* Perspective of Chemistry in the Classroom. Synthesis of flavors with solid catalysts

DOI:10.34117/bjdv7n6-629

Recebimento dos originais: 07/05/2021

Aceitação para publicação: 25/06/2021

José Eduardo dos Santos Félix Castanheiro

Doutor em Engenharia Química pela Universidade NOVA de Lisboa, Portugal
MED- Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento,
Departamento de Química, Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora,
7000-671 Évora, Portugal
jefc@uevora.pt

RESUMO

O objectivo deste trabalho consiste na síntese de diferentes ésteres, a que correspondem diferentes aromas, utilizando materiais sólidos como catalisadores (zeólitos). Com este trabalho é introduzida a Temática da Química Verde na sala de aula, através da catálise heterogénea, como ferramenta necessária para um desenvolvimento sustentável. A actividade experimental desenvolvida permitirá a integração de conceitos adquiridos nas diferentes unidades do programa de Químicas do 12ºAno.

Palavra-chave: Química Verde, esterificação, aromas, catalisadores sólidos

ABSTRACT

The aim of this work is the synthesis of different esters, which correspond to different aromas, using solid materials as catalysts (zeolites). With this work, the Green Chemistry Theme is introduced in the classroom, through heterogeneous catalysis, as a necessary tool for sustainable development. The experimental activity developed will allow the integration of concepts acquired in the different units of the Chemistry program of the 12th year.

Keywords: Green Chemistry, esterification, flavors, solid catalysts

1 INTRODUÇÃO

A “Química Verde” pretende o desenvolvimento de produtos e processos químicos que sejam “amigos do ambiente”. Existem doze princípios da Química Verde de forma a tornar os processos mais sustentáveis (Afonso, 2005; Anastas, 1998):

1. Prevenção. Os resíduos são hostis para o meio ambiente. Deve-se desenvolver métodos com o objetivo de diminuir a formação de resíduos. É melhor evitar/prevenir a formação de subprodutos do que tratar estes compostos após a sua geração.

2. Economia de átomos. A economia de átomos é calculada dividindo-se a massa molecular do produto desejado pela soma da massa de todas as substâncias produzidas na(s) equação(ões) estequiométrica(s) envolvida(s) no processo. Deve-se desenvolver métodos de síntese que permitam maximizar a incorporação dos átomos dos reagentes no produto final desejado.

3. Síntese de Produtos Menos Perigosos. Com este princípio pretende-se que na síntese de um composto químico deve, sempre que seja possível, aproveitar e produzir substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade para a saúde humana e para o ambiente.

4. Desenho de Produtos Seguros. Os produtos químicos deverão ser desenvolvidos de tal modo que realizem a função desejada, sempre que possível, e que não sejam tóxicos.

5. Solventes e Auxiliares Seguros. Sempre que possível, evitar a utilização de solventes. No caso de ser necessário a utilização de compostos auxiliares, deve-se substituir as substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) por substâncias que sejam inócuas.

6. Eficiência de Energia. Devido ao impacto no ambiente e na economia, a utilização de energia nos processos químicos deve ser minimizada. Os processos químicos devem ser levados a cabo à temperatura e pressão ambiente, sempre que seja possível.

7. Utilização de Matéria-Prima Renovável. Sempre que possível deve-se usar matéria-prima renovável em substituição de fontes não renováveis. Os produtos e subprodutos de processos químicos deverão ser reutilizados (sempre que possível).

8. Evitar a Formação de Derivados. A formação de derivados (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada. Estas etapas requerem reagentes adicionais e consequentemente podem produzir subprodutos indesejáveis.

9. Catálise. Sempre que possível, substituir os catalisadores homogêneos por catalisadores heterogêneos. A utilização de catalisadores sólidos permite não apenas a reutilização e reciclagem do material catalítico, como também a redução da quantidade de resíduos formados, pois há uma redução na formação de sais inorgânicos.

10. Degradação Limpa. Os produtos químicos precisam ser delineados de tal forma que, depois da sua função, se originem compostos inócuos e não perdurem no ambiente.

11. Análise Contínua do Processo. Deve-se proceder ao desenvolvimento de metodologias analíticas que permitem a monitorização do processo em tempo real. Sempre que possível, deve-se fazer um controlo do processo, em tempo real, de forma a evitar a formação de compostos nocivos.

12. Química Intrinsecamente Segura na Prevenção de Acidentes. Os compostos usados nos processos químicos deverão ser escolhidos de forma a minimizar os acidentes, tais como explosões e incêndios.

Um dos doze princípios em que a Química Verde assenta é a catálise, que recomenda a utilização de materiais sólidos em substituição dos atuais catalisadores homogéneos, tornando o processo mais limpo, mais seletivo e com possibilidade de reciclar e reutilizar o catalisador. Os catalisadores heterogéneos podem ser de vários tipos, como por exemplo, zeólitos, argilas sílicas, carvões ativados, óxidos de metais.

Os zeólitos são aluminossilicatos cristalinos constituídos por tetraedros de SiO_4 e AlO_4^- , sendo as cargas negativas do tetraedro AlO_4^- compensada por catiões de metais alcalinos (Guzik, 2018). Estes metais alcalinos podem ser substituídos por outros catiões através de permuta iónica. As principais aplicações dos zeólitos são em adsorção e em catalise. A utilização dos zeólitos em adsorção está associada à seletividade geométrica; à elevada capacidade de adsorção elevada a pressão baixa por causa das dimensões dos poros serem pequenas e também devido à seletividade energética. Os zeólitos têm sido usados também na secagem e purificação dos gases, bem como na separação de hidrocarbonetos. Os zeólitos têm sido utilizados em diversos processos químicos como catalisadores heterogéneos, devido aos canais e cavidades destes materiais terem dimensões moleculares. Desta forma, os zeólitos podem regular o acesso aos centros ativos. Os zeólitos apresentam seletividade de forma para os reagentes (só moléculas com uma dimensão inferior aos canais/cavidades conseguem chegar ao centros ativos); seletividade de forma para os produtos (só produtos com uma dimensão inferior aos poros conseguem sair do sistema poroso dos zeólitos) e seletividade de forma para o estado de transição (ocorre quando um intermediário ou o estado de transição de uma dada reação não é possível ocorrer na proximidade do centro ativo devido a impedimentos estereoquímicos) (Guisnet, 2004). As principais aplicações industriais dos zeólitos em catalise são: *cracking* catalítico; hidroisomerização; *hidrocracking*; isomerização de hidrocarbonetos em aromáticos; produção de aromáticos a partir de alcanos leves, produção de gasolina a partir de metanol, dismutação do tolueno (Sousa, 2020; Guisnet, 2004)

O atual programa de Química de 12º Ano em Portugal prevê a realização de uma Atividade Prático-Laboratorial correspondente à “*Identificação e síntese de substâncias com aromas e sabores especiais*”, a qual está inserida na *Unidade 3 – Plásticos, vidros e novos materiais* (Martins, 2004). A síntese de ésteres resulta da reacção entre um ácido carboxílico e um álcool, utilizando geralmente como catalisador, ácido sulfúrico concentrado (catalisador homogéneo). Como na *Unidade 1 - Metais e ligas metálicas* são introduzidos os conceitos catálise, catalisadores heterogéneos e na *Unidade 2 – Combustíveis, energia e Ambiente* é referida a utilização de zeólitos no *cracking* catalítico. o trabalho aqui proposto permite combinar alguns conteúdos das unidades 1 e 2 na síntese de ésteres. O tema “Química Verde” na sala de aula, no ensino secundário, poder ser introduzido pela realização de uma Atividade Prático-Laboratorial (Sousa, 2019). Assim, o objetivo deste trabalho consiste na síntese de diferentes ésteres (Tabela 1) utilizando zeólitos, como catalisadores.

Tabela 1. Aromas resultantes da reação entre diferentes ácidos carboxílicos e álcoois.

Ácido Carboxílico	Álcool	Éster	Aroma
Ácido acético	Álcool isoamílico	Acetato de isoamilo	Banana
Ácido acético	Álcool octílico	Acetato de octilo	Laranja
Ácido butírico	Álcool etílico	Butanoato de etilo	Ananás
Ácido butírico	Álcool pentílico	Butanoato de pentilo	Alperce

2 PARTE EXPERIMENTAL

Num balão de duas tubuladuras adicione 5 mL de ácido carboxílico e 5 mL de álcool. Posteriormente, pese 0,2 g de zeólito USY e adicione ao balão. Adicione também ao balão uma barra magnética. Coloque o balão num banho de água a 90°C e ligue a agitação da placa de aquecimento. Agite a mistura durante 1 hora. Após esta etapa, arrefecer o balão e filtrar a mistura. Coloque o conteúdo para um copo que contenha uma solução concentrada em cloreto de sódio. Deixe decantar a mistura. A fase superior é o éster.

3 CONCLUSÃO

A implementação deste trabalho em contextos de educação formal e/ou em contextos de divulgação científica permitirá aos alunos identificar e sintetizar ésteres (aromas), verificar que o catalisador utilizado tradicionalmente neste tipo de reações (ácido sulfúrico), que é uma fonte de resíduos, pode ser substituído por um catalisador sólido, o qual pode ser separado com facilidade da mistura reacional e ser reutilizado.

Com este trabalho os alunos poderão verificar que a síntese de um éster na presença de um catalisador heterogéneo permite a reutilização deste, diminuindo o impacto ambiental associado aos catalisadores homogéneos (neste caso ácido sulfúrico). Desta forma, a síntese de ésteres com catalisadores sólidos (zeólitos) torna o processo mais “Amigo do Ambiente” contribuindo para um desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

- Afonso C., Crespo J.; Green Chemistry Processes, Wiley, 1st Edition, 2005.
- Anastas, P.T.; Warner, J.C.; Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- Guisnet, M.; Ribeiro, F.R.; Zeólitos. Um nanomundo ao serviço da catálise. Fundação Calouste Gulbenkian, 1ªedição, 2004.
- Guzik, A. F.; Hierarchical zeolites: Synthesis and catalytic properties. Microporous and Mesoporous Materials, Vol. 259, p. 33-45, 2018.
- Martins, I.P.; Costa, J.A.L.; Lopes, J.M.G.; Simões, M.O.; Ribeiro-Claro, P.; Simões, T.S. Programa de Química de 12^o Ano (https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Secundario/Documentos/Programas/quimica_12.pdf.) Consultado em 17/4/2021.
- Santos, C.S., Caiana, R.R.A.; Silva, B.B.M.; Macedo, V.K.S.A.; Medeiros, H.I.R.; Oliveira, R.J.; Lima, J.A.C.; Silva, J.F.; Aplicação e estudo da reciclabilidade da zeólita beta na reação de alilação e elucidção estrutural do 1-(4-NITROFENIL)BUT-3-EN-1-OL por técnicas espectroscópicas. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n. 8, p. 55412-55425 aug. 2020.
- Sousa, A.C.; Silva, C.E.; Costa, T.T. Ações de extensão no ensino médio: química verde e desenvolvimento sustentável. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 6, p. 6834-6844, jun. 2019.