



Química verde

Essencial

- Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde, avaliando as implicações na sustentabilidade social, económica e ambiental.

Palavras-chave

- Indústria química.
- Ambiente.
- Sustentabilidade.
- Química verde.
- Economia atómica.



Química verde

O crescente uso da indústria química na sociedade atual levantou problemas de aparecimento de:

Aparecimento de **resíduos**;

Lançamento de **poluentes** para o ambiente;

Consumo de recursos.

A **química verde** aparece como tentativa de minimizar o impacto da indústria química.



Química verde

Princípios

- 1. Prevenção** – É mais barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los depois de serem produzidos;
- 2. Economia de átomos** – As metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas de modo a incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final;
- 3. Síntese segura** – Deve-se desenvolver metodologias sintéticas que utilizem e gerem substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente;
- 4. Desenvolvimento de produtos seguros** – Deve-se projetar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem danos ao ambiente;

Química verde

Princípios

- 5. Uso de solventes e auxiliares seguros** – A utilização de substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes precisa ser evitada ao máximo; quando inevitável a sua utilização, estas substâncias devem ser inócuas ou facilmente reutilizadas;
- 6. Busca pela eficiência de energia** – Os impactos ambientais e económicos causados pela geração da energia utilizada em um processo químico precisam de ser considerados. É necessário o desenvolvimento de processos que ocorram à temperatura e pressão ambiente;
- 7. Uso de fontes de matéria-prima renováveis** – O uso de biomassa como matéria-prima deve ser incentivado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos;
- 8. Evitar a formação de derivados** – Processos que envolvem intermediários com grupos bloqueadores, proteção/desproteção, ou qualquer modificação temporária da molécula por processos físicos e/ou químicos devem ser evitados;

Química verde

Princípios

- 9. Catálise** – O uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos;
- 10. Produtos degradáveis** – Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após sua utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se em produtos inócuos;
- 11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição** – A monitorização e controle em tempo real, dentro do processo, deverá ser viabilizado. A possibilidade de formação de substâncias tóxicas deverá ser detetada antes de sua geração;
- 12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes** – A escolha das substâncias, bem como sua utilização em um processo químico, devem procurar a minimização do risco de acidentes, como vazamentos, incêndios e explosões.

Química verde

"...invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas."

IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

"...a química verde é uma área de química e engenharia química focada na concepção de produtos e processos que minimizam o uso e a geração de substâncias perigosas."

https://pt.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica_verde, acedida em 06/02/2018.

Economia atômica, *EA*

Um dos princípios da química verde é a **redução de resíduos** (produtos indesejados/desnecessários)!

A **economia atômica, *EA***, mede o grau de incorporação dos átomos dos reagentes no produtos da reação:

$$EA = \frac{m_{\text{produto desejado}}}{m_{\text{reagentes}}}$$

Ou, em função da estequiometria da reação $aA + bB \rightarrow cC + dD$, em que o produto desejado é o C:

$$EA = \frac{c M(C)}{a M(A) + b M(B)}$$

Se o valor de ***EA* for igual a 1** isso indica que todos os reagentes se transformaram num único produto – **a economia atômica é máxima!** Nesse caso **não há produção de resíduos**.

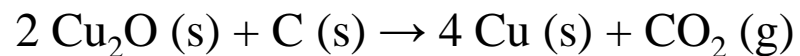
Multiplicando a *EA* por 100 obtemos a **economia atômica percentual, (%)*EA***:

$$(\%)EA = \frac{m_{\text{produto desejado}}}{m_{\text{reagentes}}} \times 100 \quad \text{ou} \quad (\%)EA = \frac{c M(C)}{a M(A) + b M(B)} \times 100$$

Aplicar...

$$EA = \frac{m_{\text{produto}}}{m_{\text{reagentes}}}$$

■ Considere a reação de obtenção de cobre traduzida pela seguinte equação química



Calcule a economia atômica teórica da reação.

Resolução

Massas molares: $M(\text{Cu}_2\text{O}) = 143,10 \text{ g mol}^{-1}$
 $M(\text{C}) = 12,01 \text{ g mol}^{-1}$
 $M(\text{Cu}) = 63,55 \text{ g mol}^{-1}$

Massa de reagentes: $m_{\text{reagentes}} = (2 \text{ mol} \times 143,10 \text{ g mol}^{-1}) + (1 \text{ mol} \times 12,01 \text{ g mol}^{-1}) = 298,21 \text{ g}$

Massa de átomos incorporados no produto (Cu): $m_{\text{produto desejado}} = 4 \text{ mol} \times 63,55 \text{ g mol}^{-1} = 254,20 \text{ g}$

Economia atômica: $EA = 0,852 (\equiv 85,2\%)$

Essencial

- Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde, avaliando as implicações na sustentabilidade social, económica e ambiental.
-

Palavras-chave

- Indústria química.
 - Ambiente.
 - Sustentabilidade.
 - Química verde.
 - Economia atómica.
-

Formulário

$$EA = \frac{m_{\text{produto desejado}}}{m_{\text{reagentes}}}$$

Bibliografia

- J. Paiva, A. J. Ferreira, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, "Novo 11Q", Texto Editores, Lisboa, 2016.
- D. reger, S. Goode, E. Mercer, "Química: Princípios e Aplicações", 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010, Lisboa.
- M. A. F. A. C. Ramos, "Química Verde – potencialidades e dificuldades da sua introdução no ensino básico e secundário", Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2009.
- https://pt.wikipedia.org/wiki/Qu%C3%ADmica_verde, acedida em 06/02/2018.
- <https://www.epa.gov/greenchemistry>, acedida em 06/02/2018.
- J. Paiva, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, "11 Q – Física e Química A – Química", Texto Editores, Lisboa, 2022.