



| Tópicos Especiais em Química VIII<br>Princípios de Química Verde  |             |                               |
|---|-------------|-------------------------------|
| Código: PQ512   |             | Área de Concentração: Química |
| Carga Horária: 30   | Créditos: 2 |                               |
| <b>Responsáveis:</b> Prof. Dr. Antonio Carlos Ferreira Batista  |             |                               |
| <b>Objetivos:</b> apresentar e discutir os fundamentos da química verde, além de um breve histórico sobre seu surgimento e desenvolvimento, mostrando ainda aplicações dos princípios da química verde na indústria, no ensino e na pesquisa básica em química.   |             |                               |
| <b>Ementa:</b> Química verde pode ser definida como o desenho, desenvolvimento e implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ao ambiente. Este conceito, que pode também ser atribuído à tecnologia limpa, já é relativamente comum em aplicações industriais, especialmente em países com indústria química bastante desenvolvida e que apresentam controle rigoroso na emissão de poluentes e vem, gradativamente, sendo incorporado ao meio acadêmico, no ensino e pesquisa. Esta idéia, ética e politicamente poderosa, representa a suposição de que processos químicos que geram problemas ambientais possam ser substituídos por alternativas menos poluentes ou não poluentes. Tecnologia limpa, prevenção primária, redução na fonte, química ambientalmente benigna, ou ainda “green chemistry”, são termos que surgiram para definir esta importante idéia. “Green chemistry”, o termo mais utilizado atualmente, foi adotado pela IUPAC, talvez por ser o mais forte entre os demais, pois associa o desenvolvimento na química com o objetivo cada vez mais buscado pelo homem moderno: o desenvolvimento auto-sustentável. Utilizaremos a tradução literal, química verde, para o termo em inglês “green chemistry”. Os produtos ou processos da química verde podem ser divididos em três grandes categorias: i) o uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima; ii) aumento da eficiência de energia, ou a utilização de menos energia para produzir a mesma ou maior quantidade de produto; iii) evitar o uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas. Alguns autores procuraram, em seus trabalhos, definir os principais pontos ou os princípios elementares da química verde. Basicamente, há doze tópicos que precisam ser perseguidos quando se pretende implementar a química verde em uma indústria ou instituição de ensino e/ou pesquisa na área de química.<br>1. Prevenção. Evitar a produção do resíduo é melhor do que tratá-lo ou “limpá-lo” após sua geração.<br>2. Economia de Átomos. Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.<br>3. Síntese de Produtos Menos Perigosos. Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.<br>4. Desenho de Produtos Seguros. Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.<br>5. Solventes e Auxiliares mais Seguros. O uso de substâncias auxiliares (solventes, agentes de separação, secantes, etc.) precisa, sempre que possível, tornar-se desnecessário e, quando utilizadas, estas substâncias devem ser inócuas.<br>6. Busca pela Eficiência de Energia. A utilização de energia pelos processos químicos precisa ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e econômicos e deve ser |             |                               |



minimizada. Se possível, os processos químicos devem ser conduzidos à temperatura e pressão ambientes.

7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima. Sempre que técnica- e economicamente viável, a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não renováveis.

8. Evitar a Formação de Derivados. A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9. Catálise. Reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) são melhores que reagentes estequiométricos.

10. Desenho para a Degradação. Os produtos químicos precisam ser desenhados de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente.

11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição. Será necessário o desenvolvimento futuro de metodologias analíticas que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes. As substâncias, bem como a maneira pela qual uma substância é utilizada em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios.

#### **Bibliografia:**

1. Hjeresen, D.L.; Schutt, D.L.; Boese, J.M. *J. Chem. Educ.* **2000**, *77*, 1543.

2. Ver, por exemplo: Reed, S.M.; Hutchison, J.E. *J. Chem. Educ.* **2000**, *77*, 1627.

Pohl, N.; Clague, A.; Schwarz, K. *J. Chem. Educ.* **2002**, *79*, 727.

Harper, B.A.; Rainwater, J.C.; Birdwhistell, K.; Knight, D.A. *J. Chem. Educ.* **2002**, *79*, 729.

3. Ver, por exemplo: Sanseverino, A.M. *Quím. Nova* **2000**, *23*, 102.

Dupont, J. *Quím. Nova* **2000**, *23*, 825.

Sanseverino, A.M. *Quím. Nova* **2002**, *25*, 660.

4. Sanseverino, A.M. *Ciência Hoje* **2002**, *31*, 20.

5. Lenardão, E.J.; Freitag, R.A.; Dabdoub, M.J.; Batista, A.C.F.; Silveira, C.C. *Quím. Nova* **2003**, *26*, 123.