

# Química Verde

# Química Verde

Marcos Moisés Gonçalves

*sonhe, realize, seja*

# Produção Química:

*Prado, A.G.S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. Quím. Nova, 2003, v.26(5)*

# Produção Química:

Gera subprodutos tóxicos

= Meio ambiente e próprio homem  
expostos a estes xenobióticos

# Indústria Química

- Sofre cada vez mais pressão:  
ONGs, entidades governamentais,  
sociedade:

“Indústria deve aprimorar processos  
menos prejudiciais”

# Indústria Química

- Principal problema: grande volume de efluentes tóxicos por vários processos químicos

# Minimizando Contaminantes

- Emprego de reagentes alternativos
- Aumento da seletividade: maximizar uso do materiais de partida
- Usar catalisadores (para facilitar a separação do produto final da mistura)
- Reciclar reagentes e catalisadores

# Conceitos da química verde

- i) 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 uso de substâncias persistentes, bioacumulativas e tóxicas

***Lenardão, E.J. "Green chemistry" - Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa., Quím. Nova, 2003, v.26 (1).***

# Implantando QV na Indústria

*Anastas, P. T.; Warner, J.; Green Chemistry: Theory  
And Practice, Oxford University Press: Oxford, 1998*

# Como garantir processos verdes?

- Sabemos a verdade por trás dos fatos?
- Empresas que mais agridem o meio ambiente tem a ter um Marketing Verde Fofinho...
- Tem-se que esverdear profundamente a indústria química de transformação
- Devemos imitar a perfeição da natureza e seus ciclos dos elementos ambientais

*Fator E* - Quantidade de lixo/kg de produto

O fator E é um descritor do impacto provocado pela indústria ao obter seus produtos

Tipo de Indústria	Tonelagem de Produto	<i>Fator E</i>
Bulk Chemicals (commodities)	$10^4 - 10^6$	< 1 – 5
Indústria de Química Fina	$10^2 - 10^3$	5 - > 50
Indústria Farmacêutica	$10 - 10^3$	25 - > 100

# Implantando QV na Indústria

1. Prevenção: evitar a produção de resíduo é melhor que tratá-lo ou limpá-lo
2. Economia de átomos: novas rotas sintéticas  
incorporação máxima dos materiais de partida no produto final
3. Síntese e desenho de Produtos Químicos Menos Perigosos: utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente

# Implantando QV na Indústria

5. Solventes e Auxiliares precisam, sempre que possível, tornar-se desnecessários e, quando utilizados devem ser inócuos
6. Busca pela Eficiência de Energia: Energia dos processos químicos causa impactos ambientais e econômicos e deve ser minimizada. Se possível, processos químicos devem ser à temp. e pressão ambiente

# Implantando QV na Indústria

## **7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima**

Sempre que técnica e economicamente viável, evitar fontes não-renováveis

## **8. Evitar a Formação de Derivados**

Porque estas etapas requerem reagentes adicionais e geram resíduos

# Implantando QV na Indústria

**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

# Implantando QV na Indústria

**11. Análise em Tempo Real para Prevenção da Poluição.** Serão necessárias novas metodologias analíticas que viabilizem um monitoramento e controle dentro do processo, em tempo real, antes da formação de substâncias nocivas.

# Implantando QV na Indústria

**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.

# Reações livres de solventes

- Uso catalisadores sólidos juntamente com a irradiação microondas ou com a utilização de fluidos supercríticos, com o objetivo de se desenvolver de processos de reações orgânicas sem solventes orgânicos.

*Cave, G. W. V.; Raston, C. L.; Scott, J. L.; Chem. Commun. 2001, 2159.*

# Reações livres de solventes

- A utilização da água em condições extremas, temperaturas  $> 200$  °C, forma um fluido supercrítico, o qual permite a solubilização de moléculas apolares e de compostos orgânicos.

# Reações livres de solventes

- Esta solubilização permite o desenrolar das reações orgânicas, na ausência total de solventes orgânicos indesejáveis ao meio ambiente.

*Bandgar, B. P.; Uppalla, L. S.; Kurule, D. S.; Green Chem. 1999, 1, 243.*

# Microondas

- Recentes avanços nas sínteses orgânicas catalisadas por sólidos ácidos e básicos com a irradiação microondas permitem que muitas reações sejam feitas na ausência de quaisquer solventes orgânicos. O princípio destas reações é a irradiação microondas sobre os reagentes em conjunto com catalisadores sólidos.

# Microondas

- As reações orgânicas com catálise heterogênea têm sido muito aplicadas no contexto industrial. Estas reações são acompanhadas com sucesso devido ao fato que os catalisadores suportados em compostos porosos apresentam uma ótima dispersão dos sítios reativos, aumentando a seletividade e a eficiência das reações tradicionais

# Fluido Supercrítico

- A reatividade das moléculas usando o fluido supercrítico está baseada na alta temp.da água ou CO<sub>2</sub>, que se apresentam no estado supercrítico.

*Jessop, P.G.; Ikariya, T.; Noyori, R.; Chem. Rev. 1999, 99, 475.*

*Aleman, P.A.; Boix, C.; Poliakoff, M.; Green Chem. 1999, 1, 65.*

*Cooper, A.; Poliakoff, M.; Green Chem. 1999, 1, G167.*

*Wei, M.; Musie, G. T.; Busch, D. H.; Subramaniam, B.; J. Am. Chem. Soc. 2002, 124, 2513.*

# Fluido Supercrítico

- O aumento das constantes dielétricas no estado supercrítico também favorece as reações catalisadas por sólidos ácidos e básicos.

*Jessop, P. G.; Ikariya, T.; Noyori, R.; Chem. Rev. 1999, 99, 475.*

*Aleman, P. A.; Boix, C.; Poliakoff, M.; Green Chem. 1999, 1, Cooper, A.;  
Poliakoff, M.; Green Chem. 1999, 1, G167.*

*Wei, M.; Musie, G. T.; Busch, D. H.; Subramaniam, B.; J. Am. Chem. Soc.  
2002, 124, 2513*

# Fotocatálise

- Processos de foto-oxidações catalíticas mostram a grande potencialidade
- Processos usam materiais semi-condutores ( $\text{TiO}_2$  anatase) e solventes não tóxicos

# Fotocatálise

- A excitação deste semi-condutor é feita por luz uv <390 nm. O alto grau de oxidação tem sido demonstrado pela ativação fotocatalítica de aromáticos, hidrocarbonetos, bem como a destruição completa de poluentes ambientais.

*Higarashi, M. M.; Jardim, W. F.; Am. Lab. 2000, 32, 25.*

# Biocatálise

- O uso da atividade microbiana para catalisar reações químicas pode ser aplicado em diversas sínteses com sucesso.

# Biocatálise

- Alta régio e estéreo seletividade das bioconversões pode simplificar os processos industriais, aumentando o rendimento e diminuindo a geração de subprodutos.

*DeSantis, G.; Zhu, Z.; Greenberg, W. A.; Wong, K.; Chaplin, J.; Hanson, S. R.; Farwell, B.; Nicholson, L. W.; Rand, C. L.; Welner, D. P.; Robertson, D. E.; Burk, M. J.; J. Am. Chem. Soc. 2002, 124, 9024.*

*Petersen, M.; Kiener, A.; Green Chem. 1999, 1, 99.*

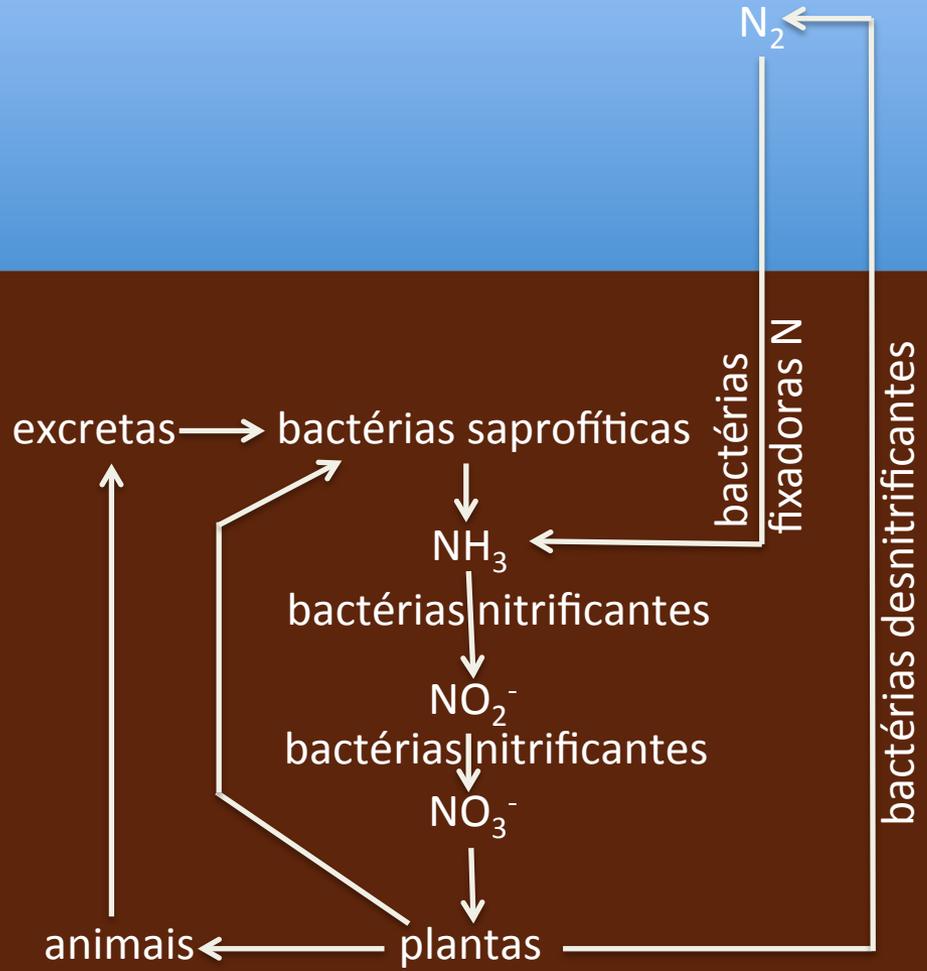
# Biocatálise

- Uma grande variedade de processos químico-enzimáticos tem sido desenvolvida em larga escala na modificação de N-heterociclos aromáticos. Compostos piridínicos são convertidos facilmente pela ação de microrganismos.

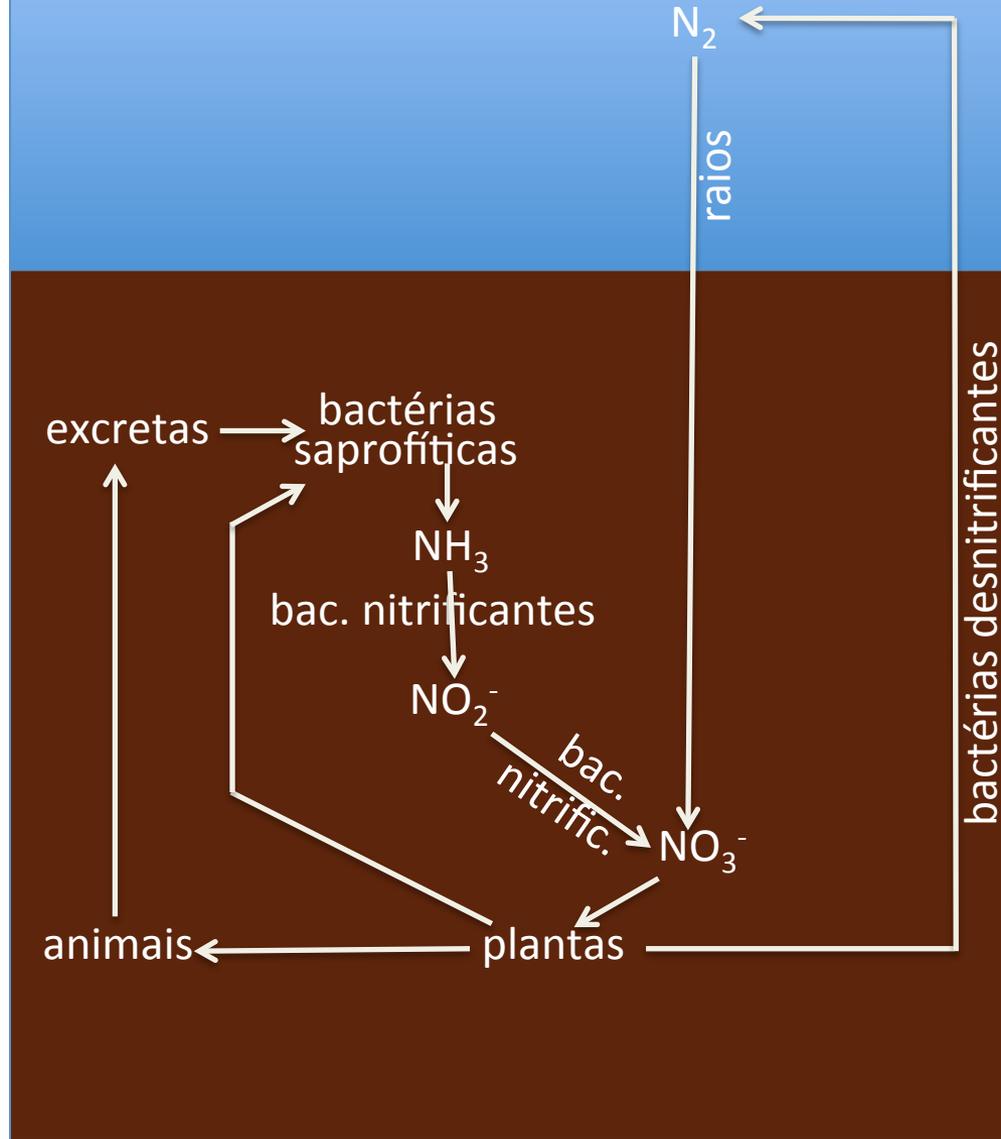
# O que é orgânico?

- Solo com organismos micro e macroscópicos vivos.

# ciclo do nitrogênio



# ciclo do nitrogênio



# CO<sub>2</sub> Supercrítico

- Lavanderia em Nova Iorque
- Extração de cafeína

# Lavandeira Ecológica

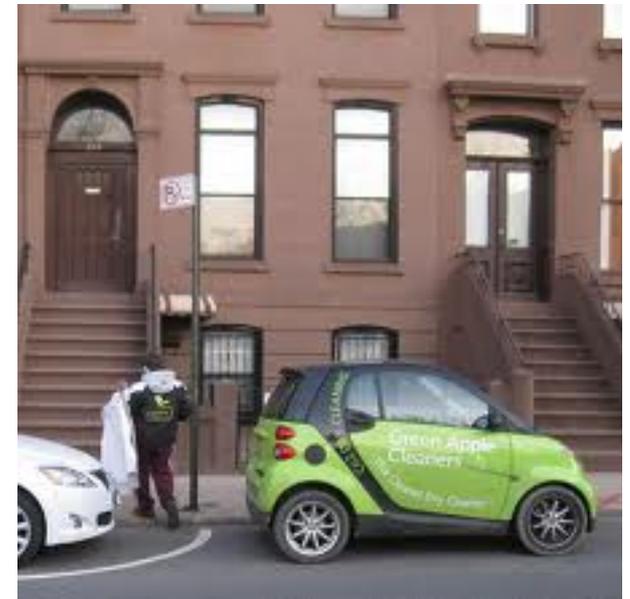
CO2

# Big Apple Cleaners

- Address: **1601 3RD AVE** City: **NEW YORK,**  
**NY** Zip Code: **10128** County: **Bronx County**



- Moving Season Monday: 20% Off Your Order @ Green Apple Cleaners
- We know you've been sweating through those clothes of yours this August. What better time to take advantage of this exclusive offer on dry cleaning! Green Apple Cleaners is New York's only dry cleaner exclusively using EPA approved green cleaning technologies.



# Chemical Free Dry Cleaning

Wednesday, December 28, 2011 at 10:06AM



# Chemical Free Dry Cleaning

## Wednesday, December 28, 2011 at 10:06AM

- <http://pravassa.com/blog/2011/12/28/chemical-free-dry-cleaning.html>
- Green Apple Cleaners | photo: Time Magazine
  
- Why should I avoid traditional dry cleaning?
  - PERC. Perc or perchlorethylene is highly effective in cleaning your clothes quickly and easily, but it is also quite efficient at polluting the air.
  - In high levels, it has been shown to cause symptoms including dizziness, fatigue, headaches, confusion, nausea and skin irritation.
  - EPA, in 1995, the International Agency for Research on Cancer (IARC) perc is “probably carcinogenic to humans.” Because perc is only one part of the cleaning process, ideally, it will be mostly removed by the time you retrieve your clean clothes. Unfortunately, there is no way to check this as perc does not have an odor.
  - So one of the risks you run is introducing this toxin to your home where it can penetrate throughout. The National Cleaners Association does not limit levels of perc usage in dry cleaners in most states and it is still the most popular cleaning solvent. Plus, think about what it is doing to the kind folks that clean your clothing!

# Chemical Free Dry Cleaning

## Wednesday, December 28, 2011 at 10:06AM

- What are my alternatives?
- Safer dry cleaning alternatives include wet cleaning and CO2 cleaning.
- CO<sub>2</sub> cleaning is a process in which carbon dioxide is pressurized to form a clear liquid and joined with soap (to replace the role of perc), then placed in a traditional dry cleaning machine. Carbon dioxide is nontoxic and nonflammable so it doesn't pose any health risks. And, according to a 2003 Consumer Report, this method showed optimal results compared to the other three.

•  
Written by Danielle E. Alvarez, an NYC based journalist who channels her healthier self on a daily basis.

Linden Schaffer - Admin | 1 Comment | Share Article

tagged CO2 dry cleaning, Danielle E. Alvarez, EPA, Perc, Wet dry cleaning in Blog

View Printer Friendly Version

Reader Comments (1)

Dry Ice Blasting (CO2 Blast Cleaning). Grit and Media Blast Cleaning using a variety of media ranging from (Aluminum Oxide, Soda, Black Beauty, Sponge, Glass Beads and many others. Power Wash Blast Cleaning up to 5,500 psi, with or without chemical additive, utilizing either hot or cold water. Hydro-Blasting up to 20,000 psi

- “Estes conceitos devem estar fixados em todos os estudantes de química com a intenção formar profissionais capacitados para os novos conceitos científicos e tecnológicos responsáveis pela sustentabilidade do planeta” ...

*Hjeresen, D. L.; Schutt, D. L.; Boese, J. M.; J. Chem. Educ. 2000, 77, 1543. Matlack, A.; Green Chem. 1999, 1, G19*

Grato...

Marcos Moisés Gonçalves