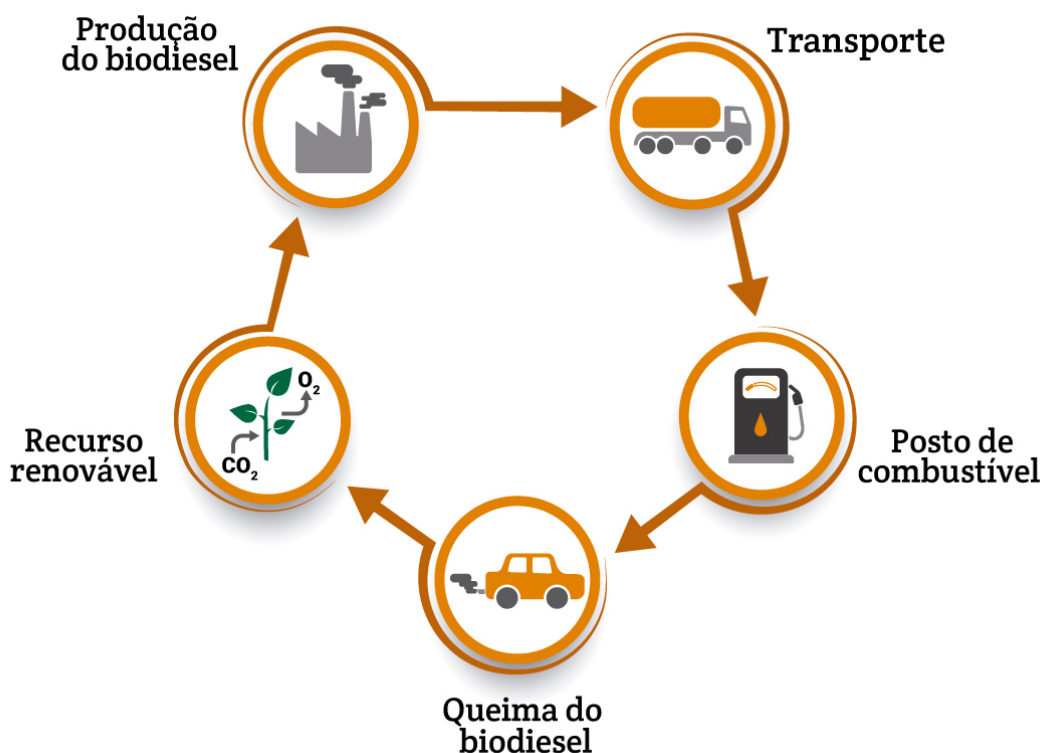


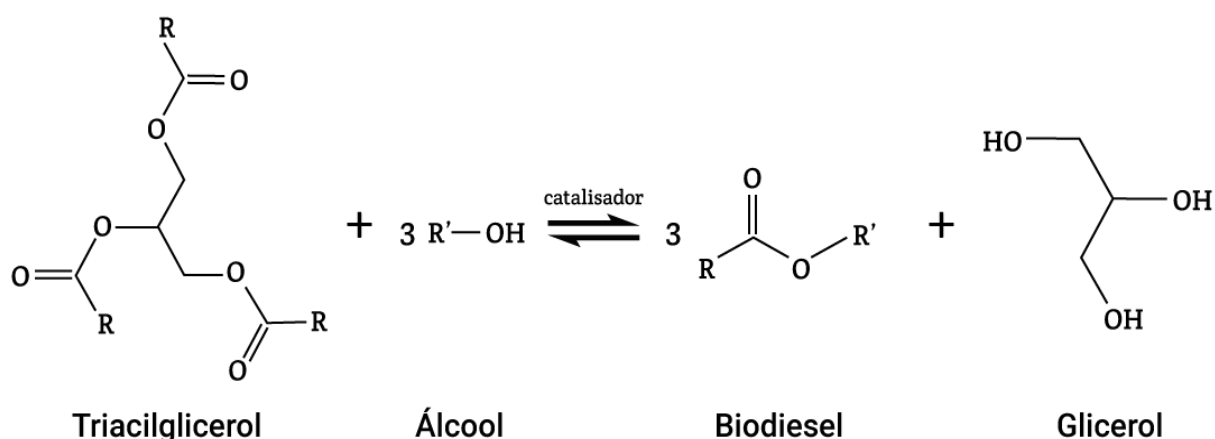
Síntese de um combustível alternativo: biodiesel

Patricia Link Rüntzel e Carlos Alberto Marques



O biodiesel é produzido a partir de fontes renováveis de matéria-prima, como girassol, soja, algodão, amendoim, canola, dentre outros. Também pode ser produzido a partir de óleo vegetal residual, matéria-prima que quando descartada incorretamente causa diversos problemas ambientais, como a contaminação dos lençóis freáticos e do solo. O princípio 7 da Química Verde aponta para o uso de matérias-primas renováveis. Para a síntese química do biodiesel, além da fonte de matéria-prima renovável, também é necessário uma base como catalisador e um álcool como reagente estequiométrico. Os catalisadores geralmente usados para promover a reação de transesterificação são bases fortes, como hidróxido de sódio e hidróxido de potássio (BOTELHO, 2010). Em especial o princípio 6 da Química Verde, aponta que é preferível o uso de catalisadores a reagentes estequiométricos. O álcool usado em excesso costuma ser o metanol ou etanol. O etanol é menos tóxico do que o metanol e o biodiesel etílico é mais facilmente biodegradado do que o biodiesel metílico. Isso vai ao encontro do princípio 3 (*Sínteses menos perigosas*) e do princípio 10 (*planificação para a degradação*). Ressalta-se aqui, que o etanol é uma matéria-prima renovável produzida no Brasil (BOTELHO, 2010).

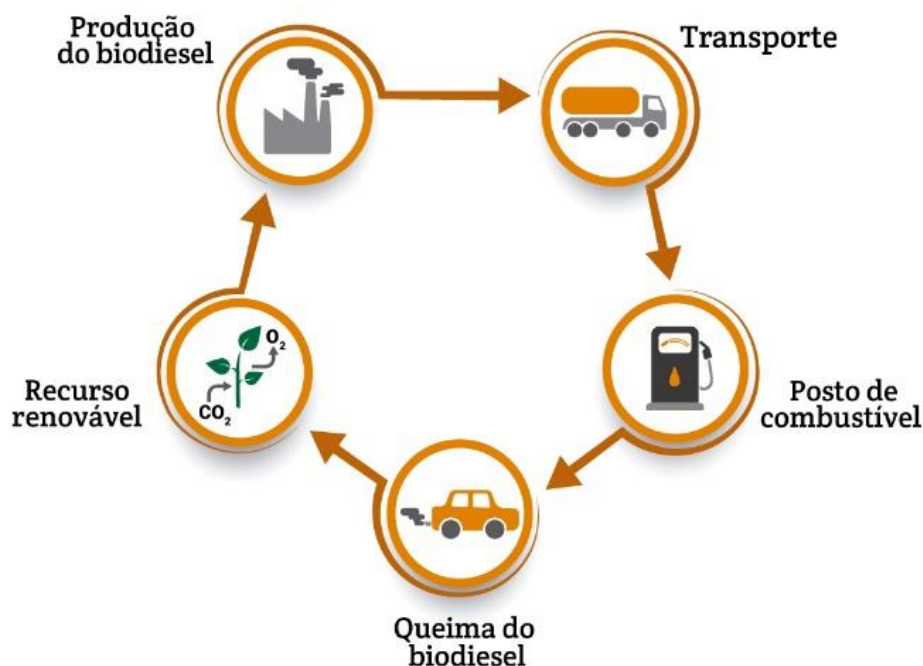
Figura 1: Reação química de transesterificação do biodiesel.



No Ambiente Temático Virtual de Química Verde (ATV-QV), o enfoque será na modificação do reagente estequiométrico. O excesso de álcool é um dos principais fatores que interferem no rendimento da reação de transesterificação para obtenção do biodiesel e depende do tipo de álcool utilizado (metanol ou etanol) (BOTELHO, 2010). No ATV-QV, busca-se estimular a investigação da verduza química da fabricação de biodiesel, através da comparação do uso dos reagentes metanol e etanol. Para sua síntese, utiliza-se como matéria-prima renovável óleo de soja. Sugere-se explorar os aspectos associados a segurança dos produtos químicos, através das fichas de segurança dos produtos químicos (FISPQ), problematizando aspectos de segurança ao meio ambiente e a saúde humana.

O uso do biodiesel como alternativa ao diesel tem recebido considerável atenção. De acordo com a Figura 2, o biodiesel é produzido a partir de recursos renováveis, como a soja e o girassol. A matéria-prima é então, encaminhada para uma usina de produção de biodiesel. O biodiesel é transportado para os postos de combustíveis e vendido como combustível alternativo ao diesel de petróleo. Os carros liberam CO₂ e o ciclo continua com o cultivo de matérias-primas renováveis para absorver o dióxido de carbono. O gás carbônico produzido na sua combustão é quase que totalmente fixado durante o cultivo das oleaginosas (CORDEIRO *et al.* 2011, p.478).

Figura 2: Ciclo do biodiesel.



“Por ter origem vegetal, as emissões de CO₂ produzidas na queima do biodiesel contribuem para o ciclo de carbono na natureza, já que as plantas que o produziram consomem CO₂ no processo de fotossíntese” (MOTA; PESTANA, 2011, p.417). Assim, a emissão deste gás poluente ocorre em proporções menores que as de um carro movido a gasolina.

Princípios da Química Verde¹ abordados através da síntese do biodiesel:

- **P1 – Prevenção:** *é melhor prevenir a formação de resíduos do que ter de tratá-los, depois de se terem criado, para eliminar suas propriedades tóxicas.*
Destaca-se a glicerina ou glicerol, produzida no processo de fabricação do biodiesel por transesterificação. Principal co-produto da produção de biodiesel, a produção de glicerina pode ser utilizada na produção de plásticos. “Diversas

¹ MACHADO, A. A. S. C. **Introdução às Métricas da Química Verde:** uma visão sistêmica. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

formas de aproveitamento desses resíduos têm sido utilizadas para diminuir o impacto ambiental que eles poderiam causar caso fossem descartados diretamente no meio ambiente, além de agregar valor econômico à cadeia de produção do biodiesel” (MOTA; PESTANA, 2011).

- **P3 – Sínteses menos perigosas:** *Sempre que possível, os métodos sintéticos devem ser planejados de modo a usar e produzir substâncias tóxicas (ou pouco tóxicas) para a saúde humana e a ecofesra.*

Em relação ao reagente estequiométrico usado para a produção de biodiesel, o etanol mostra-se menos tóxico que o etanol.

- **P7 – Uso de matérias-primas renováveis:** *a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não-renováveis.*

O óleo de soja é uma fonte de matéria-prima renovável e o etanol (reagente em excesso) é derivado da cana-de-açúcar (matéria-prima renovável). No Brasil, é utilizado principalmente o etanol, um álcool obtido da cana-de-açúcar. Nesse caso, se o álcool utilizado para a transesterificação for o etanol, pode-se considerar o biodiesel com 100% de fonte renovável. Enquanto que para o metanol, a mesma ponta se apresenta parcialmente vermelha, pelo fato do mesmo não ser derivado de matéria-prima renovável.

- **P9 – Catalisadores:** *devem se preferir reagentes catalíticos (tão seletivos quanto possível) a reagentes estequiométricos.*

O uso de catalisadores pode reduzir a quantidade de reagentes e aumentar a eficiência energética. Várias compostos químicos têm sido propostos como catalisadores para a produção do biodiesel. No ATV-QV tabalhamos com o hidróxido de potássio.

- **Planificação para a degradação:** *os produtos químicos devem ser planejados a nível molecular, de modo que no fim do seu uso não persistam no meio ambiente e se decomponham em produtos de degradação inócuos.*

Destaca-se neste princípio, que o biodiesel é facilmente biodegradável. O biodiesel etílico é mais facilmente biodegradado do que o biodiesel metílico.

Sugestões de conteúdos de Química a serem abordados na perspectiva da Química Verde:

- **Cálculo estequiométrico:** através de cálculos estequiométricos, pode-se explorar a influência da proporção molar álcool:triacilgliceróis na reação de transesterificação. Destaca-se que industrialmente a proporção molar é maior que 3:1 (álcool:triacilgliceróis).

Do ponto de vista teórico da reação de transesterificação, cada 1 mol de triacilgliceróis reage com 3 mols de metanol ou de etanol para formar 3 mols de ésteres metílicos ou etílicos de ácidos graxos e 1 mol de glicerol. Entretanto, do ponto de vista da produção industrial de biodiesel, essa proporção molar teórica de 3:1 (álcool:triacilgliceróis) não é suficiente para promover uma conversão satisfatória dos óleos e gorduras em biodiesel. Na prática, a reação de transesterificação deve ser conduzida utilizando um excesso molar de álcool, para que sejam atingidas boas taxas de conversão (BOTELHO, 2010, p.60).

- **Funções orgânicas e nomenclatura:** apresentação dos ésteres e álcoois e demais grupos funcionais presentes na síntese do biocombustível.
- **Reações de transesterificação:** reação de transesterificação no contexto de produção e uso de um combustível alternativo.
- **Propriedades físicas e químicas:** relacionar as fórmulas estruturais de diferentes compostos orgânicos envolvidos na reação química de síntese do biodiesel às suas respectivas temperaturas de ebulição e temperatura de fusão.
- **Reações de combustão completa e incompleta de compostos orgânicos:** relacionar o aumento da concentração de gás carbônico (um dos gases responsáveis pelo aumento do efeito estufa) na atmosfera e a motivação por fontes de energia renováveis. O conteúdo de reações de combustão dos compostos orgânicos também pode ser abordado, relacionando ao ciclo de produção e uso do biodiesel.
- **Propriedades organolépticas:** em relação aos ésteres, sugere-se abordar os ésteres responsáveis pelo aroma dos alimentos. Pode-se ainda fazer relação com o aroma de banana.

- **Ciclo de vida do biodiesel:** comparar a produção e uso do biodiesel ao óleo diesel.

Destaca-se, que ao final do processo de construção da Estrela Verde, uma nova questão de reflexão é apresentada. Nesse sentido, o professor pode aprofundar o debate da Química Verde em sala de aula sobre a produção do biodiesel:

- **Página de construção da Estrela Verde referente ao uso do metanol no processo de produção de biodiesel:**



“O uso de matérias-primas renováveis para a produção de biodiesel traz apenas benefícios para o meio ambiente?”

- **Página de construção da Estrela Verde referente ao uso do etanol no processo de produção de biodiesel:**



“Quais os impactos ambientais que o glicerol pode causar se for descartado diretamente no meio ambiente? O glicerol produzido no processo de fabricação do biodiesel pode ser reaproveitado?”

Referências

AGOSTINHO, F.; SICHE, R. Hidden costs of a typical embodied energy analysis: Brazilian sugarcane ethanol as a case study. *Biomass and bioenergy*, v.71, p.69-83, 2014.

BOTELHO, C. A. V. A.; **Viabilidade técnica e aspectos ambientais do biodiesel etílico de óleos residuais de fritura**. 2010. 123f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, 2010.

CORDEIRO, C. S.; SILVA, F. R.; WYPYCH, F.; RAMOS, L. R. Catalisadores heterogêneos para a produção de monoésteres graxos (Biodiesel). *Química Nova*, v.34, nº3, p.477-486, 2011.

MACHADO, A. A. S. C. **Introdução às Métricas da Química Verde**: uma visão sistêmica. 1. ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2014.

MOTA, C. J.A.; PESTANA, C. F. M. Co-produtos da Produção de Biodiesel. *Revista Virtual de Química*, v.3, nº5, p.416-425, 2011.