

The search for energy sources that alleviate the dependency on fossil fuels is one the greatest challenges of humankind. The environmental damages that result of many decades of gas emissions from burning oil, natural gas, and mineral coal are evident, revealed by the high levels of atmospheric CO₂ and by the ocean acidification, for instance. Two fundamental routes will help to reduce the dependence on fossil fuels: the development of machines and engines with more efficient consumption of fuel and the production of renewable sources of energy, such as biofuels.

Brazil is probably the country with the highest potential to produce biofuels. The Brazilian success in the production of ethanol since the 1970's is a world landmark. The recent growth of biodiesel production in Brazil from different sources (e.g., soybeans, bovine fat) is encouraging. New matrixes to produce biodiesel have been tested all over the world. Microalgae represent a world hope to generate advanced biofuels, allying a (potential) huge scale and very high productivity.

In theory, microalgae can triplicate their biomass in 24 hours, depending on the species. This high growth rate combined to high accumulation of triglycerides allow the estimates that some microalgae could generate dozens of thousands of liters of biodiesel / ha per year. Microalgae do not follow seasonal crop harvest regimes (they can be harvested on daily basis), they make biofixation of CO₂, occupy small physical areas, and can be cultivated in salty or brackish waters, avoiding the competition with scarce water resources for human consumption of irrigation. Fertile lands are unnecessary, since the cultivation includes ponds or photobioreactors, which are independent of the soil characteristics. There is no conflict with land use for agriculture, deforestation of pristine biomes is avoided, and there is the possibility to generate valuable co-products in parallel to biofuel production.

Despite these stimulating arguments, no company produces biofuel from microalgae at commercial scale. Several hurdles still have to be overcome, such as the cost and the efficiency of the separation of the cells from the liquid medium, the accumulation of more triglycerides by the microalgae, the reduction of costs of the systems for mixing the cultivation and dissolution of CO₂, and the scarce availability of water in key regions, among others. All technical problems put together and the high intensity of manpower result in high costs of production of biofuels from microalgae. Probably it is not possible yet to produce 1 liter of microalgae biodiesel for less than US\$ 9.00, a value that makes the incorporation of microalgae to the world matrix of biofuel to be economically impossible, using the current technology.

Due to the Brazilian tradition on biofuels, there is a tremendous international expectation on the participation of Brazil in the production of biofuels from microalgae. Several Brazilian groups have been working on the challenge of creating solutions to make feasible the cultivation of microalgae to generate biofuels. In the previous issue of *Engenharia Térmica*, two good examples of the Brazilian effort to develop microalgae production can be evaluated by the readers. Ribeiro et al. offered a mathematical analysis of the growth of *Phaeodactylum tricornutum*, a fast-growing marine microalga, in a closed system for cultivation - a photobioreactor. Torrens et al. evaluated the properties of different kinds of biodiesel generated from microalgae and their theoretical gas emissions in engines, based on the characteristics of their fatty acid composition. These initiatives are important and very welcome. Hopefully, these promising results will stimulate the development of the field in the country, attract more researchers to the subject, and inspire the cooperation among multidisciplinary Brazilian teams.

Sergio O. Lourenço
Universidade Federal Fluminense, Brazil
Departament of Marine Biology

A busca por fontes de energia que aliviem a dependência de combustíveis fósseis é um dos maiores desafios da humanidade. Os danos ambientais resultantes de muitas décadas de emissões de gases provenientes da queima de petróleo, gás natural e carvão mineral são evidentes, manifestados através dos elevados níveis de CO₂ na atmosfera e na acidificação dos oceanos, por exemplo. Duas frentes fundamentais deverão auxiliar a reduzir a dependência de combustíveis fósseis: o desenvolvimento de máquinas e motores mais eficientes e a produção de fontes renováveis de energia, como os biocombustíveis.

O Brasil é provavelmente o país com o maior potencial do mundo para produzir biocombustíveis. O sucesso brasileiro na produção de etanol a partir de cana-de-açúcar desde os anos 1970 é um marco mundial. O crescimento recente na produção de biodiesel no Brasil a partir de diversas matrizes, como soja e sebo bovino, são animadores. Novas matrizes para produzir biodiesel vêm sendo testadas em todo o mundo. Microalgas representam uma esperança mundial para geração de biocombustíveis avançados, aliando uma (potencial) imensa escala e altíssima produtividade.

Microalgas podem triplicar sua biomassa em 24 horas, dependendo da espécie. Em tese, estas elevadíssimas taxas de crescimento, aliadas à acumulação natural de altas concentrações de triglicerídeos, permitem estimar que algumas microalgas podem gerar dezenas de milhares de litros de biodiesel / ha ao ano. Microalgas não seguem regimes de safras (a coleta é diária), realizam biofixação de CO₂, ocupam pequenas áreas físicas e podem ser cultivadas em águas salobras ou salgadas, evitando a competição por recursos hídricos escassos para consumo humano e irrigação. Terras férteis são desnecessárias, pois o cultivo envolve o uso de tanques ou fotobiorreatores, os quais são independentes das características do solo. Não há conflito com o uso da terra para fins agrícolas, evita-se o desmatamento em biomas íntegros e há também a possibilidade de geração de coprodutos valiosos em paralelo à produção de biocombustíveis.

Apesar destes argumentos estimulantes, nenhuma empresa produz biodiesel a partir de microalgas em escala comercial. Vários óbices ainda precisam ser solucionados, como o custo e a eficiência do processo de separação das células do meio líquido, a acumulação de mais triacilglicerídeos pelas microalgas, o abatimento dos custos com os sistemas de agitação dos meios de cultivo, e dissolução de CO₂, e a limitação dos recursos hídricos em áreas-chave, dentre outros. Todos os problemas técnicos juntos e a grande intensidade da mão de obra fazem com que os custos de produção de biocombustíveis a partir de microalgas sejam altos. Provavelmente ainda não é possível 1,0 l de biodiesel a partir de microalgas por menos de R\$ 15,00, um valor que torna economicamente impossível a incorporação de microalgas na matriz mundial de biocombustíveis no presente, usando as tecnologias atuais.

Devido à grande tradição brasileira em biocombustíveis, há uma grande expectativa internacional quanto à participação do Brasil na produção de biocombustíveis a partir de microalgas. Vários grupos brasileiros vêm se dedicando ao desafio de desenvolver soluções para viabilizar o cultivo de microalgas para geração de biocombustíveis. No fascículo anterior de *Engenharia Térmica* dois bons exemplos do esforço brasileiro para desenvolver a produção de microalgas podem ser apreciados pelos leitores. Ribeiro et al. oferecem uma análise matemática do crescimento de *Phaeodactylum tricornutum*, uma microalga marinha de crescimento rápido, em um sistema fechado de cultivo, um fotobiorreator. Torrens et al. avaliaram as propriedades de diferentes tipos de biodiesel gerados a partir de microalgas e suas emissões teóricas de gases mediante queima em motores, com base nas características de seus ácidos graxos. Estas iniciativas são importantes e muito bem-vindas. Que estes resultados promissores estimulem o desenvolvimento desta especialidade no País, atraiam mais pesquisadores para o tema e inspirem a cooperação entre equipes brasileiras multidisciplinares.

Sergio O. Lourenço
Universidade Federal Fluminense, Brasil
Departamento de Biologia Marinha