

Biorefinarias de microalgas

Alberto Reis & Luísa Gouveia

Laboratório Nacional de Energia e Geologia, I.P., Unidade de Bioenergia,
Estrada do Paço do Lumiar 22, 1649-038 Lisboa, Portugal

E-mail: luisa.gouveia@lneg.pt ; alberto.reis@lneg.pt

As microalgas autotróficas são organismos fotossintéticos, que graças à sua “maquinaria fotossintética” são capazes de transformar a energia luminosa em energia química com a produção de compostos orgânicos.

Os propósitos económicos de produção de biomassa microalgal têm-se alterado ao longo das últimas décadas: após a fase inicial de produção de SCP (*single cell protein*) para alimentar um mundo carente de alimentos e posteriormente como suplemento de alimentação humana, pretendeu-se a obtenção de compostos de química fina, “alimentos dietéticos”, bem como compostos terapêuticos, em aquacultura e recentemente o seu uso como vetor energético. Podem ser usadas para “nutracêuticos” ou “alimentos funcionais” (ex. carotenóides, antioxidantes, ácidos gordos polinsaturados, polissacáridos, vitaminas, fitoesteróis, minerais ou outros aditivos alimentares); cosméticos; biomateriais; moléculas bioactivas com aplicações em agricultura e medicina humana e veterinária e de processos; tratamento de esgotos; bio-sorção de metais pesados; biofertilização e acondicionador de solos para a agricultura; biomassa algal para alimentação animal e humana; algas fixadoras de CO₂ para obviar o problemático efeito de estufa e bioenergia.

A grande vantagem das microalgas é não competirem com as culturas alimentares uma vez que não necessitam de terrenos aráveis (podem usar terrenos marginais tais como desertos e salinas), não necessitam de água potável (podem usar águas

salobra, salgada, residual e efluentes vários), o seu crescimento é mais rápido, têm maior produtividade de biomassa, maior mitigação de CO₂ (podem ser usadas fontes poluentes, ex. cimenteiras, estações termo-eléctricas), melhor manipulação das culturas, a colheita não é sazonal, possibilidade de obtenção de créditos de carbono e possibilidade de co- aproveitamento de todos os metabolitos.

Apesar do enorme potencial das microalgas como fonte energética, a sua utilização para este fim não é ainda economicamente viável, dado o relativo elevado custo de produção (para muitos autores na ordem de 5000 €/ton), bem afastado do máximo desejável para a obtenção de biocombustíveis (700 €/ton). Daí a necessidade de extrair, fraccionar e valorizar todos os compostos de elevado valor acrescentado numa perspectiva integrada, usando o conceito de biorefinaria. Até hoje, a biotecnologia microalgal propunha processos mono-produto ou mono-aplicação, desprezando ou ignorando a(s) fracção(ões) e/ou serviços remanescente(s).

As biorefinarias baseadas em microalgas podem assim incluir uma vasta gama de produtos e indústrias relacionadas e enormes benefícios para a sociedade [1] (Figura 1). Para tal os métodos de colheita de biomassa, ruptura celular e extracção de metabolitos deverão ser eficientes sem serem de tal maneira agressivos que possam degradar alguma das fracções a serem aproveitadas.

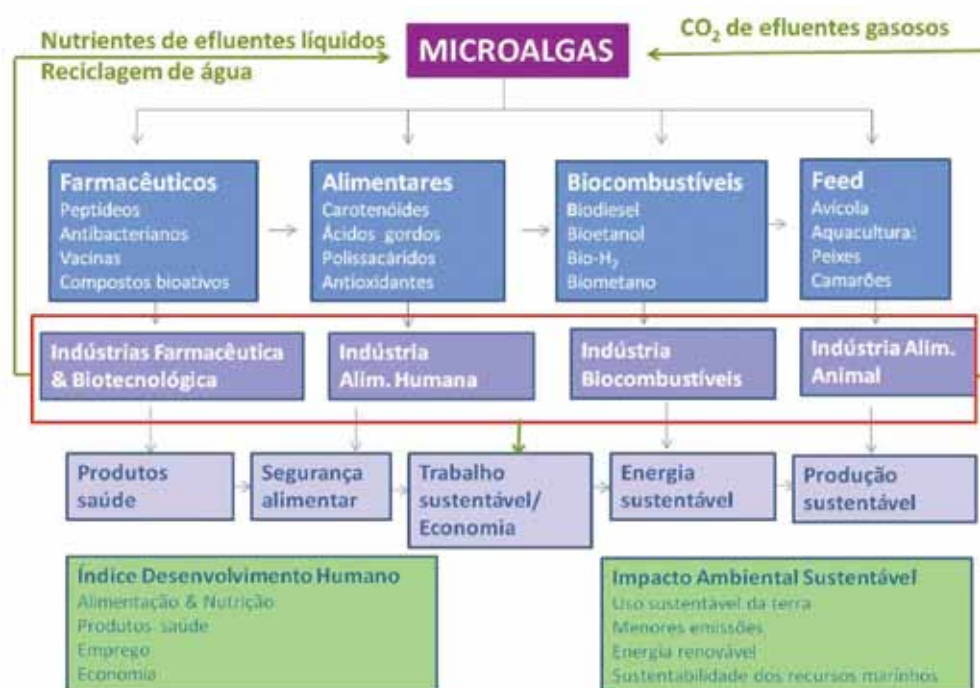


Figura 1- Exemplo de uma refinaria de microalgas, as indústrias relacionadas e os benefícios para a sociedade (adaptado de Subhadra, 2010).

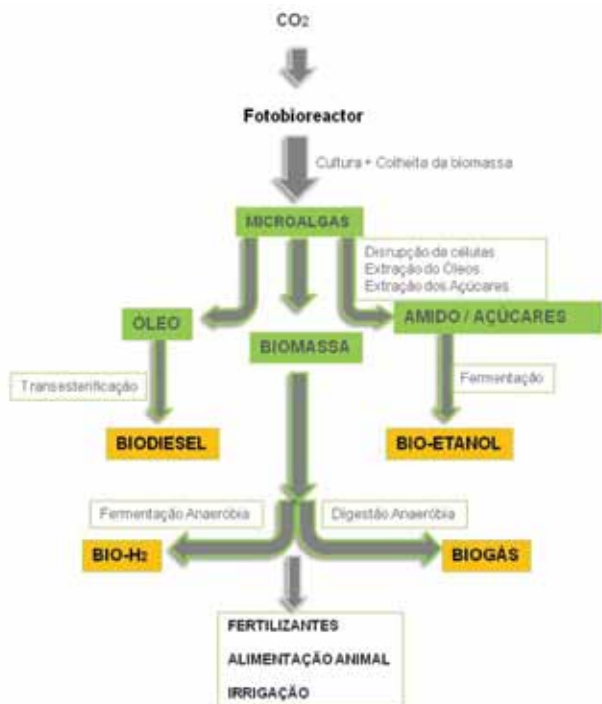


Figura 2- Conceito do projeto FCT “Microalgas- matéria prima sustentável para a produção de biocombustíveis (biodiesel, bioetanol, bio-H2 e biogás)”(PTDC/PTDC/AAC-AMB/100354/2008) <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/392/>

Já foram publicados muitos trabalhos de revisão de Biorefinarias de microalgas que incluem a produção de biocombustíveis e co-produtos (ex. [2-5]). As aplicações que têm sido revistas incluem a produção de biodiesel, bioetanol, biogás e biohidrogénio e co-produtos tais como ácidos gordos polinsaturados omega-3, fertilizantes, plásticos, proteínas recombinantes e pigmentos (ex. luteína e astaxantina).

Como exemplo, refere-se a biorefinaria descrita por [6]), baseada na microalga marinha *Nannochloropsis* sp. onde foi efetuada a extração por solventes supercríticos de pigmentos (para alimentação animal/humana), óleos (para biodiesel) e a partir dos resíduos de biomassa após as extrações foi efetuada uma fermentação com a produção de biohidrogénio.

A Unidade de Bioenergia do LNEG tem desenvolvido investigação na área das biorefinarias de microalgas fruto da experiência acumulada de várias décadas de I & D em diversos produtos de origem microalgal atrás referidos. Como exemplos de linhas de investigação em curso nesta área surgem dois projectos nacionais e várias publicações.

O Projecto FCT “Microalgas-Matéria prima sustentável para a produção de biocombustíveis (biodiesel, bioetanol, bio-H2 e biogás)”(PTDC/PTDC/AAC-AMB/100354/2008) (Figura 2) (<http://www.lneg.pt/iedt/projectos/392/>) refere-se a uma Biorefinaria de Microalgas autotrófica onde são extraídos os óleos (para Biodiesel) e/ou os açúcares (para Bioetanol) e dos resíduos da biomassa obtém-se Bio-Hidrogénio (por fermentação anaeróbica) e/ou Biogás (por digestão anaeróbica). A biomassa residual pode ainda ser usada como fertilizante, para alimentação animal e/ou irrigação de solos.

O Projecto FCT “SIMBIOALGA - Nova abordagem simbiótica para a produção integrada e verdadeiramente sustentável de microalgas dirigida para uma plataforma de biorefinaria” (FCOMP-01-0124-FEDER-013935) (Figura 3) (<http://www.lneg.pt/iedt/projectos/393/>) tem como principal objetivo o desenvolvimento dum sistema fechado, sustentável, eco-

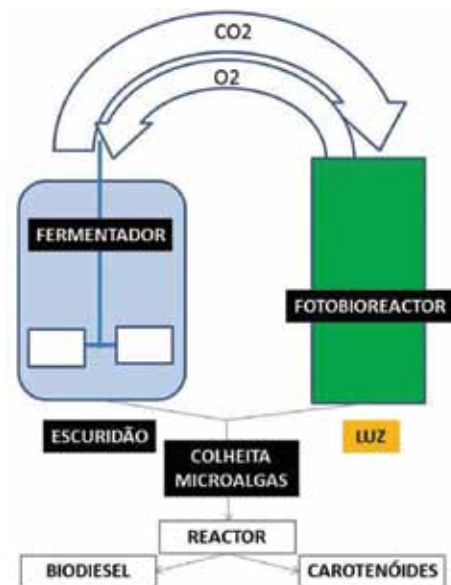


Figura 3- Conceito do projeto FCT SIMBIOALGA - Nova abordagem simbiótica para a produção integrada e verdadeiramente sustentável de microalgas dirigida para uma plataforma de biorefinaria (FCOMP-01-0124-FEDER-013935) <http://www.lneg.pt/iedt/projectos/393/>

nomicamente viável e de fácil ampliação de escala para a produção microbiana de óleo para biodiesel a partir de microalgas auto e heterotróficas utilizando uma abordagem simbiótica inovadora: interligação dos gases de saída e entrada de um fotobioreactor fechado e dum fermentador, com fornecimento de CO₂ limpo e estéril necessário para a fotosíntese em fotobioreactor a partir da respiração de culturas de elevada densidade celular em fermentadores e o oxigénio necessário para a fermentação aeróbica em fermentadores a partir de fotobioreactores. O sistema simbiótico assegura benefícios mútuos e a sua produtividade foi significativamente superior à soma das produtividades dos sistemas em separado com diminuição dos custos de produção de biomassa e biocombustíveis [7].

Referências

- [1] Subhadra BG (2010) Sustainability of algal biofuel production using integrated renewable energy park (IREP) and algal biorefinery approach. *Energy Policy* 38: 5892–90.
- [2] Subhadra BG, Grinson-George (2011) Algal biorefinery based industry: an approach to address fuel and food insecurity for a carbon-smart world. *J Sci Food Agric* 91: 2–13.
- [3] Mussgnug JH, Klassen V, Schlüter A, Kruse O (2010) Microalgae as substrates for fermentative biogas production in a combined biorefinery concept. *Journal of Biotechnology* 150: 51–56.
- [4] Brennan L, Owende P (2010) Biofuels from microalgae - A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14: 557–577.
- [5] Koller M, Salerno A, Tuffner P, Koinigg M, Böchzelt H, Schober S, Pieber S, Schnitzer H, Mittelbach M, Braunegg G (2012) Characteristics and potential of micro algal cultivation strategies: a review. *Journal of Cleaner Production*. doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.044.
- [6] Nobre B, Villalobos BF, Barragán BE, Oliveira AC, Batista AP, Marques PASS, Sovotó H, Palavra AF, Gouveia L (2012) Extraction of microalgal oils and pigments and biohydrogen production from biomass leftover. *Bioresource Technology* (em publicação). Special Issue: Biorefinery
- [7] Santos CA, Ferreira ME, Lopes da Silva, T, Gouveia L, Novais JM, Reis A (2011) A symbiotic gas exchange between bioreactors enhances microalgal biomass and lipid productivities: taking advantage of complementary nutritional modes. *J Ind Microbiol Biotechnol* 38: 909–917.