



## 5SSSinovador102

# RACEWAY PONDS COMO ALTERNATIVA PARA REMEDIAÇÃO DE CO<sub>2</sub> ATMOSFÉRICO

Angélica de Paoli Schmidt<sup>1</sup>, Lucas Fuchs de Souza<sup>2</sup>, Cristiano Poletto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: angelica.de.p.schmidt@gmail.com;

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: souza.lf@outlook.com.br;

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e-mail: cristiano.poletto@ufrgs.br

**Palavras-chave:** Microalgas; Raceway ponds; biocombustíveis de algas.

## Introdução

A qualidade do ar vem sendo impactada devido ao crescente aumento na frota de veículos e processos industriais. Nos grandes centros urbanos o aumento na concentração de poluentes atmosféricos, principalmente NO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, e CO<sub>2</sub>, estão sendo associados a diversos problemas de saúde, como doenças cardiovasculares e respiratórias, com efeitos agudos e crônicos.

Dessa forma, pode-se inferir que o petróleo é um dos principais vilões do meio ambiente, devido a sua grande utilização como fonte de energia não renovável. Entretanto, atualmente já existem diversas fontes de energias renováveis, mais conhecidas como biocombustíveis, sendo um deles o biodiesel produzido a partir da soja, milho, mamona e diversas outras fontes de óleos vegetais. Nessa perspectiva, as microalgas surgiram como uma nova fonte de biodiesel, as quais são organismos aquáticos, unicelulares e fotossintetizantes, possuindo como vantagens, para produção desse biocombustível, um crescimento acelerado e elevado rendimento, com algumas algas podendo chegar a 80% de óleo por peso seco. Dessa forma, possuem a capacidade de produzir no mínimo 30 vezes mais energia por hectare do que outras culturas terrestres, ou seja, possuem a vantagem de ocuparem pouco espaço para uma grande produção.

Atualmente existem duas técnicas principais para produção de microalgas em larga escala, que são o uso de raceway ponds e fotobiorreatores. Os sistemas abertos, ou raceway ponds, são basicamente um conjunto de canais onde ocorre a recirculação da biomassa e do meio de cultivo, em um sistema com chicanas, sendo que normalmente não se utilizam materiais transparentes para a sua construção, o que reduz o custo de investimento. O seu funcionamento ocorre de forma contínua, com aplicação da biomassa após o motor, que produz a recirculação, e retirada da biomassa imediatamente antes do motor. Em comparação com fotobiorreatores os raceway ponds são mais baratos, apresentando menores custos de construção e operação, e manutenção facilitada, como a retirada do acúmulo de biofilme nas paredes dos canais. Entretanto, a produtividade de biomassa nos sistemas abertos é menor, quando comparados aos fotobiorreatores, ocupam uma área maior e, devido aos problemas de contaminação com microrganismos, devem ser operadas em tempos reduzidos. Os fotobiorreatores consistem em colunas, com difusores de ar no fundo que possuem a função de incorporar o CO<sub>2</sub> e agitar o sistema. Esses tipos de reatores ocupam uma área reduzida, em relação ao seu volume, e permitem um maior controle da temperatura, pH, agitação, concentração de CO<sub>2</sub>, concentração O<sub>2</sub> e do efeito de fotoinibição, causado por períodos longos de exposição solar.

Apesar de não ser possível controlar, da forma mais eficaz, os parâmetros essenciais ao crescimento das microalgas, devido principalmente às condições ambientais, o sistema de raceway ponds é muito utilizado para este tipo de produção porque é muito econômico realizar a instalação e gerir o processo. Sendo assim, essa se torna a justificativa de escolha para um projeto da disciplina de Avaliação e Controle da Poluição Atmosférica, com objetivo de remediar um dos poluentes de maior atenção ambiental no mundo e em grandes cidades, como no caso de Porto Alegre.

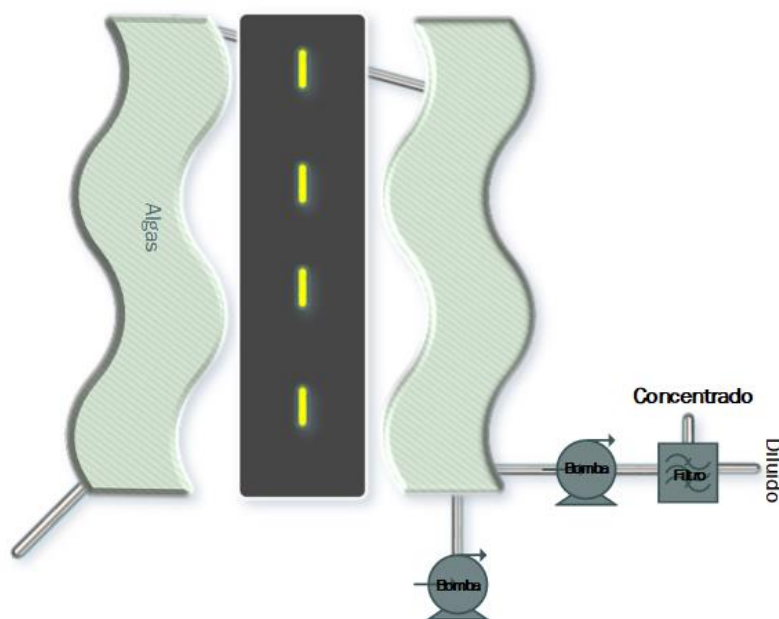
Porto Alegre é a capital do estado do Rio Grande do Sul no Brasil, com uma população estimada em 1.483.771 habitantes (IBGE), é uma cidade que ainda tem grandes fontes de CO<sub>2</sub>, principalmente na área central onde concentra-se a circulação de automóveis e ônibus, sem nenhum monitoramento na área central de qualidade de ar, com grande parte da população exposta aos poluentes que podem acarretar danos à saúde.

## Projeto

A espécie escolhida para o cultivo foi a alga *Chlorella minutissima*, de água doce, unicelular, que possui uma rígida parede celular e contém um alto teor de clorofila, comparado a qualquer outra alga. Além disso, essa microalga possui um teor de óleo, em percentual de peso seco, de 57%, sendo; dessa forma, uma das espécies de grande atenção para produção de biodiesel. Posto isto, a escolha desta espécie se justifica por dois motivos, o primeiro é que a cidade de Porto Alegre não possui fonte para água salgada, sendo sua principal fonte a água doce do lago Guaíba, e a utilização de um espécie de água doce não acarretaria em maiores custo de cultivo, e o segundo ponto seria seu elevado teor de óleo, o qual poderia tornar possível a

venda da biomassa gerada para produção de biodiesel.

Portanto se escolheu o método de cultivo raceway ponds, devido ao menor custo de construção, manutenção facilitada e por ser um sistema aberto, o que torna o sistema possível para a realidade do Brasil, onde se implementa projetos, porém não se faz manutenções preventivas. Dessa forma o CO<sub>2</sub> presente na atmosfera tenderá a se diluir na água e poderá ser utilizado por essas microalgas. Entretanto, como o método será implantado no centro da cidade de Porto Alegre algumas características do método serão modificadas, como o modo de agitação das algas e de circulação, porém o princípio de funcionamento será semelhante. Primeiramente, não será possível a utilização de tanques com chicanas, já que se planeja coloca-los nas calçadas, onde não poderão ocupar muito espaço, e não será possível a utilização de um motor com hélices para agitar o sistema, devido a possibilidade de furto e aumento na manutenção. Nesse sentido, propõe-se utilizar um bomba para proporcionar a circulação da água, onde a agitação se dará pela formatação de entrada e saída da água nos tanques, com a entrada inclinada na parede lateral do tanque, na parte inferior, e a saída na parte superior na parede lateral oposta, como indicado na Figura 1, com essa configuração esperasse que ocorra uma homogeneização da biomassa nos tanques.



**Figura 1:** Exemplificação de tanques, com formatação meramente ilustrativa.

A tubulação que se inicia no tanque inferior, a inclinação é de forma a garantir uma melhor circulação da água, assim como o formato do tanque em ondulações. No tanque à direita na Figura 1, há o sistema de filtração para retirada de biomassa, com o concentrado utilizado para venda e o diluído que é recirculado. A vantagem da utilização da filtração é de sua eficiência de colheita elevada, ideal para reduzidas frequências de manutenções, porém requer limpezas e ou trocas de membranas. O sistema também conta com uma segunda bomba em paralelo, para recircular parte das microalgas, de forma a garantir o funcionamento contínuo sem a necessidade de se obter novos organismos. No entanto deve-se atentar a potência da bomba e optar por uma com baixa rotação, para não causar a morte das algas, sendo a entrada e saída das tubulações na parte superior dos tanques, do final e começo do circuito.

A instalação das bombas para recirculação do diluído e algas para os tanques, deve ser dimensionada, assim como suas tubulações, por profissionais da área de hidráulica, para evitar o superdimensionamento e custos desnecessários. Como os tanques podem ser conectados ao longo de uma região, será necessário apenas uma bomba por região implantada, pois como o processo contará somente com CO<sub>2</sub> atmosférico o crescimento das algas será reduzido.

Em relação a configuração dos tanques e seu dimensionamento, deverá se optar por aquele que favoreça a circulação dentro do mesmo, como o perfil ondulado apresentado na Figura 1. Nesse sentido, é claro que deverá se realizar testes pilotos para se encontrar um sistema que garanta essa configuração de menor investimento e maior eficiência. Com relação a literatura encontra-se capacidades de tanques com dimensões de 3,8 m<sup>3</sup>, 25 m<sup>2</sup> e 0,15 m para a profundidade da cultura, que favorecem o crescimento das algas. Dessa maneira, os testes deverão partir de valores semelhantes para obtenção do sistema desejado.

Os tanques podem ser confeccionados de materiais poliméricos, como plásticos (PVC), pois como se usará tubulações para transferir as algas de um tanque para o outro, será necessário a utilização de ácidos, por exemplo, para a limpeza dos tanques e tubulações quando necessário. Dessa forma, a escolha do material deve levar em conta sua resistência ao produto

químico que será utilizado para limpeza. Como o sistema conta com a recirculação, no momento da limpeza para o fluxo nas membranas pode ser utilizado a filtração convencional (Dead End), pois assim não se gerará efluentes ácidos, sendo necessário posteriormente a correção do pH da água de recirculação e a limpeza ou troca da membrana, se necessário. O material escolhido também deverá apresentar superfícies lisas, com a finalidade de reduzir eventuais danos ao atrito das células e facilitar a limpeza. Desse modo, visando um material mais barato, pode-se optar por tanques de PVC.

Os efluentes industriais têm sido utilizados como meio de cultivo de microalgas. As vantagens são claras, diminuem-se os custos de produção de microalgas e ao mesmo tempo trata-se o efluente. A atmosfera contém somente 0,03-0,06% de dióxido de carbono o que provoca um crescimento algal muito lento, no entanto, os efluentes podem ser uma alternativa para recarga dos tanques, na realização da fotossíntese, crescimento celular e formação da biomassa das algas. Simultaneamente, também traz vantagens de remoção de fósforo, metais pesados, nitrogênio, dependendo da espécie da microalga, melhorando a qualidade de um efluente após um tratamento secundário. Autores sugerem que a melhor escolha para o tratamento de efluentes que utilizem microalgas é usar altas concentrações iniciais destes microrganismos para minimizar o tempo de retenção hidráulica. Nesse contexto, como forma de proporcionar nutrientes as algas podem-se utilizar o efluente de estações de tratamento de esgoto com concentrações mais elevadas de nutrientes.

### **Considerações Finais**

Com a implementação desse projeto espera-se que haja uma redução na concentração de CO<sub>2</sub> em locais de maior movimentação de veículos, mais especificamente no centro da cidade. Consequentemente, a partir da redução desse poluente espera-se uma redução nos casos de doenças respiratórias e cardiovasculares na Região Metropolitana de Porto Alegre, que compõe o maior conjunto de pessoas que frequentam a cidade. A partir dessa redução no número de doenças esperasse que haja uma redução no custo com saúde pública, o que configura uma maior economia dos gastos públicos tornando a implementação do projeto mais viável. Além desses possíveis benefícios que pode trazer esse projeto, espera-se que com a utilização de efluentes de estações de tratamento de esgotos, onde se tenha uma maior concentração de nutrientes, que haja uma economia no tratamento de esgotos, o qual não necessitará de uma etapa a mais para redução de nutrientes para o posterior descarte em corpos hídricos. Também possui uma maior produção de biodiesel quando comparado a agricultura, que utiliza grande extensão de áreas para uma menor produtividade de biodiesel em comparação com as microalgas, mesmo as que possuem baixo teor de óleo há uma maior produtividade de biodiesel e menor uso da terra. Nesse sentido, há uma clara economia no setor de saúde relacionado aos investimentos e também em saneamento básico, essa medida diminuirá ainda mais tais gastos, além dos gastos com o cultivo das espécies, já que não necessitará comprar nutrientes para repor.

### **Agradecimentos**

Os Autores gostariam de agradecer a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e ao Professor Dr. Cristiano Poletto, o qual ministra a disciplina de Avaliação e Controle da Poluição Atmosférica na UFRGS, pelo apoio e incentivo recebido para concepção do projeto.