

### Mais alguns detalhes sobre reatores e biorreatores

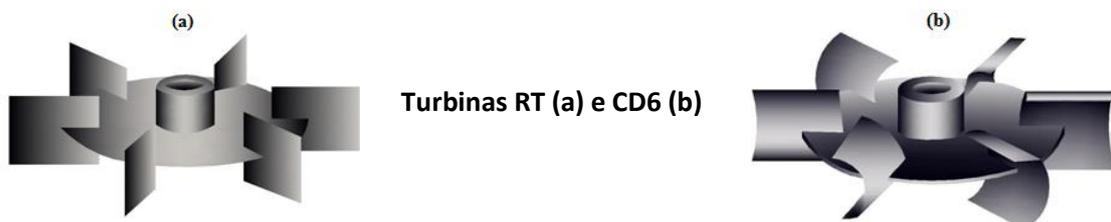
**1)** A aplicação de múltiplos impelidores aumenta a eficiência do sistema de agitação. Entre as significativas vantagens da operação com múltiplos impelidores, estão: **a)** uma maior energia entregue ao fluido; **b)** um menor efeito de cisalhamento decorrente da distribuição da intensidade de agitação entre os impelidores e **c)** no caso de biorreatores, a melhora na circulação do sistema bifásico (gás-líquido) que atua, favoravelmente, na taxa de transferência de massa e portanto, no tempo de processamento.

**2)** A eficiência do sistema de agitação depende do tempo de mistura ou de processamento ( $\theta$ ) e da potência consumida ( $P$ ). Assim, ela poderia ser representada pela relação  $[1/(P \cdot \theta)]$ . Na comparação de situações diferentes, passa a influir na eficiência, o diâmetro do vaso ( $T$ ) além da altura do líquido em seu interior ( $H$ ) e a relação ligada a ela seria  $[(P \cdot \theta \cdot T)/H]^{-1}$ .

No caso de múltiplos impelidores, resultados experimentais mostraram que, quanto menor o número de loops de circulação de fluido, maior a eficiência, pois, reduz-se a interferência entre impelidores. O comportamento da circulação do fluido depende, fortemente, do diâmetro do impelidor e do espaçamento entre eles.

**3)** A taxa de transferência de massa ( $k_L a$ ) é influenciada pelas geometrias do biorreator e do impelidor; pela intensidade de agitação; pelas propriedades físico-químicas e reológicas do meio de cultura e pela vazão de gás.

Por muitas décadas, a **turbina Rushton (RT)**, de fluxo radial, foi utilizada para reduzir o tamanho das bolhas de gás e com isso, aumentar a área interfacial e a taxa de transferência de massa. Hoje associa-se a essa turbina algumas desvantagens: a baixa capacidade de distribuição do gás e a parcela da potência desperdiçada para vencer a resistência oferecida pela depressão atrás das pás. A **turbina de 6 pás côncavas (CD-6 ou Scaba ou Smith)**, também geradora do necessário fluxo radial, minimiza o inconveniente da turbina Rushton ao reduzir as dimensões e conseqüentemente, a depressão causada pelas cavidades ou bolsões atrás das pás. Desta forma, propicia um aumento na eficiência pela redução da potência requerida.

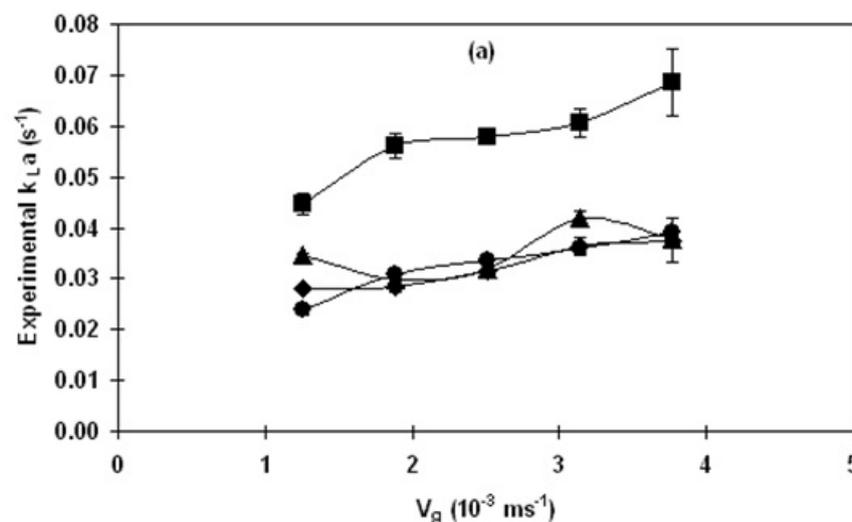
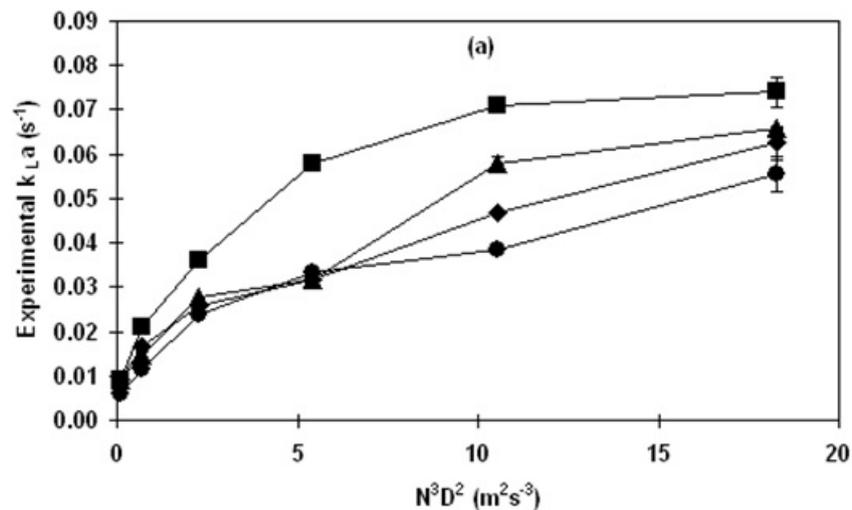


4) Pesquisadores da Faculdade de Biotecnologia da Universidade Putra Malasia testaram o comportamento dessas duas turbinas inseridas no mesmo eixo com quatro arranjos:

**RT-RT; CD6-CD6; RT-CD6 e CD6-RT**

onde a primeira notação corresponde ao impelidor mais baixo.

Os gráficos a seguir mostram a influência desse arranjo, da rotação e do diâmetro da turbina ( $N^3 D^2$ ) e da velocidade superficial do gás ( $V_g$ ) no coeficiente ou taxa de transferência de massa ( $k_{L,a}$ ) em meio aquoso e para todas as vazões de ar testadas.



■ CD6-CD6 ▲ RT-CD6 ◆ RT-RT ● RT-RT ● CD6-RT

Fonte Journal of Applied Sciences Research, 6(3): 234-244, 2010



Em ambos os gráficos, a combinação dual CD6 mostrou-se vantajosa em decorrência de uma melhor distribuição, preponderantemente para cima, das bolhas no líquido. Outra vantagem desse arranjo apareceu no menor consumo de potência.

De modo geral a combinação CD6-CD6 apresentou um coeficiente de transferência de massa de 5 a 49% mais alto do que aquele obtido com a combinação RT-RT que tem uma distribuição de bolhas preponderantemente para baixo.

**5)** Os reatores, além do sistema de agitação, possuem uma superfície de troca de calor, normalmente, externa: a jaqueta integral, o dimple ou a serpentina meia-cana.

Em particular nos biorreatores há uma reação exotérmica e esse calor gerado pela atividade metabólica das células precisa ser retirado. Ele depende da taxa de crescimento das células, da quantidade delas por energia liberada, da concentração da biomassa e do volume útil do reator.

Conhecer essa quantidade de calor é importante, pois, com ela é possível determinar a área requerida para a superfície de troca de calor, seja ela qual for. Essa área é vinculada ao coeficiente global de transferência de calor e a diferença de temperatura média logarítmica entre a água de resfriamento e o meio de cultura. Com essa mesma quantidade de calor chega-se a necessária vazão de água de resfriamento.

É importante a definição da geometria do vaso, já que, quanto maior seu diâmetro, menor é o coeficiente global e maior a área da superfície de troca de calor necessária. O diâmetro do reator também influi na quantidade da chaparia e no número de zonas de fluido estagnado no interior do vaso.

Somente com um projeto adequado pode-se reduzir os custos de fabricação e operacionais do biorreator, compatibilizar todos esses parâmetros e ter a certeza de um trabalho seguro no menor tempo possível de processamento.

**6)** Para projetos, cursos ou palestras, por gentileza, entre em contato através de meu e-mail [pcrazuk@gmail.com](mailto:pcrazuk@gmail.com) ou pelo telefone (14) 98118-1949.

**Dr. Paulo Cesar Razuk**

**Engenheiro Mecânico e Professor Titular aposentado do**

**Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP – Campus de Bauru – SP**

**Diretor da empresa PCRAZUK ENGENHARIA MECÂNICA E TÉRMICA**

