

## **DIMENSIONAMENTO DE TANQUES DE SEDIMENTAÇÃO CONTÍNUOS PARA SEPARAÇÃO DE MICROALGAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL**

Vilson Locatelli Junior, locatellijr@gmail.com<sup>1</sup>  
Alberto Tadeu Martins Cardoso, tadeucc@ufpr.br<sup>2</sup>  
Alexandre Stall, alex.stall@gmail.com<sup>1</sup>  
André Bellin Mariano, andrebmariano@gmail.com<sup>1</sup>  
Fernando Cendon, billavc@gmail.com<sup>1</sup>  
Luiz Fernando Luz Junior, luzjr@ufpr.br<sup>2</sup>  
Luiz Francisco Corrêa Ghidini, luizxo@gmail.com<sup>1</sup>  
Victor Eduardo Gnoatto, victoredu@gmail.com<sup>1</sup>  
Jonas Torrens, jonastorrens@gmail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Jardim das Américas, C.P. 19011, Curitiba, PR, 81531-980, Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Paraná, Centro Politécnico, Jardim das Américas, C.P. 19011, Curitiba, PR, 81531-980, Brasil.

**Resumo:** A grande biodiversidade e variabilidade na composição bioquímica da biomassa de culturas de microalgas, sua alta produtividade e maior densidade energética, bem como a possibilidade de modificações genéticas e o estabelecimento de novas tecnologias de cultivo em grande escala, são os principais fatores que fazem com que as microalgas venham a ser comercialmente utilizadas. No processo de produção de biodiesel tendo como fonte de lipídeos as microalgas, bem como para outros fins, faz-se necessária uma etapa de separação destas de seu meio de cultivo. Com frequência utiliza-se a sedimentação como processo prévio de concentração de suspensões, aliada a metodologias que possibilitem a diminuição do tempo de decantação. Pode-se citar, como exemplo, a adição de agentes floculantes como polieletrólitos ou soluções básicas, que favorecem a formação de agregados celulares, facilitando assim o movimento descendente da partícula na suspensão. Como fator preponderante na escolha da operação unitária de sedimentação para tal processo de separação, há o fato de que o custo energético para a realização desta é muito baixo, o que justifica sua implementação nos moldes propostos pelo Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável, onde se desenvolveu este trabalho. Assim, para o dimensionamento de sedimentadores contínuos para espessamento de uma suspensão de microalgas do gênero *Scenedesmus*, previamente floculada por alteração de pH, mediram-se, em triplicata, os parâmetros de decantação (altura do sedimento em função do tempo) de suspensões de microalgas. Com estes parâmetros, aplicou-se o método para obtenção da área de secção transversal do sedimentador contínuo, para um processo com vazões de alimentação e retirada previamente determinadas. Valores próximos de 29,5 m<sup>2</sup> foram obtidos, considerando-se um fator de segurança de 100%.

**Palavras-chave:** biodiesel, microalgas, sedimentador, dimensionamento, *Scenedesmus*

### **1. INTRODUÇÃO**

No atual cenário de oferta de recursos energéticos, têm ganhado espaço as mais diversas alternativas provenientes de fontes renováveis, em detrimento ao uso de combustíveis fósseis, estes sabidamente causadores de sérios impactos ambientais. Inserida neste contexto destaca-se a biomassa de microalgas, como importante fonte de lipídeos para produção de biodiesel, bem como de subprodutos de grande valor agregado, aplicáveis à produção de fármacos, alimentos, entre outros. Microorganismos essencialmente aquáticos, as microalgas encontram-se em ambientes tanto de água doce quanto de água salgada, fazendo parte da micro-fauna destes, apresentando-se sob os mais diferentes aspectos físicos e morfológicos.

Para o emprego na elaboração de alimentos, bem como para a extração de alguma substância de interesse, é necessário primeiramente separar a biomassa do meio de cultura. O processo de separação envolve uma ou mais etapas sólido:líquido, como floculação, centrifugação e filtração, por exemplo (Molina Grima, 2004). Todos os processos

existentes para produção de biodiesel de microalgas incluem uma unidade de produção onde as células são cultivadas, seguida de uma separação destas do meio de cultivo e subsequente extração de lipídeos (Mata et al., 2010).

Gomide (1980) cita que, muito embora um sólido possa decantar sob a ação de uma força centrífuga, a decantação deve ser entendida como o movimento de partículas no seio de uma fase fluida, provocado pela ação da gravidade. Entende-se geralmente que as partículas são mais densas do que o fluido.

Foust et al. (1982), definem sedimentação como o processo de separação de uma solução diluída, pela ação gravitacional, até se ter um fluido límpido e uma lama com maior teor de sólidos. As operações de sedimentação industrial podem ser efetuadas ou descontinuamente ou continuamente em equipamentos denominados *tanques de decantação ou decantadores*, classificados por sua vez em *espessadores ou clarificadores*.

Outras formas de separação aplicáveis às microalgas em meio aquoso são citadas por Mata et al. (2010), incluindo centrifugação, filtração, ultra-filtração, algumas vezes com adição de uma etapa de floculação, ou uma combinação de floculação-flotação. A recuperação da biomassa pode ser um problema significativo devido ao pequeno tamanho das algas. Os meios de cultura são geralmente relativamente diluídos, portanto grandes volumes precisam ser tratados para a recuperação da biomassa (Molina Grima, 2003). Valores práticos de concentração de microalgas em fotobiorreatores tubulares são próximos a um grama a cada litro de meio de cultivo, podendo variar de acordo com as condições de crescimento, como temperatura, disponibilidade de nutrientes e período de exposição à energia luminosa.

De todos os aspectos da produção de algas, a separação da biomassa de suspensões pouco concentradas é um estágio crucial, tanto do ponto de vista econômico quanto tecnológico (Sukenic et al., 1988). A floculação é utilizada para agregar as células das microalgas, aumentando o tamanho efetivo das partículas e, conseqüentemente, facilitar a sedimentação, a recuperação por centrifugação ou a filtração (Molina Grima, 2003).

A decantação de sólidos finos pode ser realizada sem interferência mútua das partículas (decantação livre) ou com interferência (decantação retardada). De um modo geral, é a concentração de sólidos na suspensão que determina o tipo de decantação. As leis de Stokes e Newton, bem como as correlações empíricas para a decantação retardada, aplicam-se ao cálculo da velocidade de decantação. Todavia o projeto de decantadores é feito com base em ensaios de decantação realizados em laboratório, sendo a razão disto o desconhecimento das verdadeiras características das partículas. Os ensaios de laboratório permitem obter a *curva de decantação* da suspensão, sendo conduzidos de modo diferente quando se trata de suspensão diluída ou concentrada. As suspensões diluídas são decantadas com o objetivo de clarificar o líquido e o equipamento que se emprega é um *clarificador* (Gomide, 1980).

Embora o produto de interesse em questão seja a biomassa de microalgas, proceder-se-á o dimensionamento de um clarificador, visto que a solução de trabalho apresenta baixa concentração de material.

Estabeleceu-se que a forma mais prática e econômica de separação é por meio da floculação, seguida de sedimentação, flotação ou filtração (Bilanovic e Shelef, 1988). A recuperação da biomassa do meio de cultura vem a contribuir com 20 a 30% do total dos custos de produção da biomassa (Gudin e Therpenier, 1986).

Sendo a gravidade o principal agente motor do processo de sedimentação, tem-se um processo barato, e sem dispêndio de qualquer forma de energia, identificando-se às propostas do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável (NPDEAS). Logo, é dada a importância da realização do dimensionamento de um tanque de sedimentação contínuo para separação de microalgas, a ser alocado no processo de produção de biodiesel a partir desta fonte.

Assim, objetivando o emprego de processos de separação de microalgas do gênero *Scenedesmus* de seu meio de cultivo, para aplicação no NPDEAS, realizaram-se experimentos de sedimentação de biomassa previamente floculada por alteração de pH. Por meio destes, busca-se obter o valor da área de secção transversal de um sedimentador (clarificador) contínuo, adequado à capacidade produtiva do Núcleo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Conforme metodologia descrita por Gomide (1980), para o processo de dimensionamento de um decantador para soluções diluídas, denominado especificadamente de clarificador, é justa e suficiente a realização de um ensaio de decantação da amostra. Este ensaio fornece os dados necessários para traçar a curva de decantação, e o projeto é feito com base nesta curva.

### 2.1 Cultivo e Floculação

O cultivo das microalgas do gênero *Scenedesmus* ocorreu em tanques de 200 litros, expostos à luz solar em uma estufa, sob aeração por meio de inserção de ar no fundo do tanque. Este período corresponde ao ápice de concentração celular no meio. Após o período citado, coletou-se solução suficiente para a realização do ensaio de sedimentação.

Como metodologia auxiliar à decantação, fez-se uso de um processo de floculação das microalgas. Para isso, adicionou-se ao meio de cultivo uma quantidade suficiente de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1,0 M (molar) para que o meio atingisse pH próximo de 10,0. Sabe-se que nestas condições há formação de flóculos, resultando em aceleração do processo de sedimentação da biomassa.

O processo de cultivo descrito foi realizado pelo Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais – GIA – da Universidade Federal do Paraná.

## 2.2 Teste de Sedimentação

A condução de experimentos para obtenção de curvas de decantação difere para soluções concentradas ou diluídas. Em testes de sedimentação de soluções concentradas é perceptível a formação de interfaces e regiões de diferentes concentrações de sólidos. Foust et al. (1982) citam que em tais condições podem ser definidas até quatro diferentes zonas de concentração: líquido límpido, concentração uniforme, zona de dimensões e concentrações variáveis e sólidos grossos. Já na decantação de soluções diluídas não é possível tal diferenciação. As únicas fases perceptíveis são o depósito de sólidos ao fundo e a solução em si. Por este motivo, a obtenção da curva de decantação difere para os dois tipos de solução.

Se uma amostra previamente homogeneizada da suspensão for colocada num tubo de vidro graduado de secção constante e deixada em repouso, verifica-se que, decorrido certo tempo, as partículas mais grossas depositam-se no fundo do tubo. As mais finas continuam em suspensão. As partículas intermediárias distribuem-se em diversas alturas, de acordo com a sua granulometria. Em outras palavras, há uma verdadeira classificação espontânea das partículas ao longo do tubo. Cada partícula vai decantando com velocidade proporcional ao seu tamanho e a clarificação vai progredindo, mas não há uma linha nítida de separação entre a suspensão e o líquido clarificado. A única separação nítida que se nota é entre o sedimento sólido depositado no fundo e o resto da suspensão. Este comportamento é típico das suspensões diluídas (Gomide, 1980).

A velocidade de decantação pode ser obtida da curva de decantação. Durante o ensaio de decantação mede-se a altura ( $h$ ) dos sólidos depositados no fundo do cilindro graduado em diversos instantes durante a decantação e traça-se a curva  $Z$  vs  $\theta$ , onde  $Z$  = altura da suspensão no instante  $\theta$  contado a partir do início da decantação e  $Z_0$  = altura inicial da suspensão no cilindro graduado.

Para o cálculo da área de secção transversal,  $S$ , de um clarificador, divide-se a vazão volumétrica da suspensão alimentada,  $Q_A$ , pela velocidade de decantação,  $u$ , obtida por meio do experimento realizado.

$$S = \frac{Q_A}{u} \quad (1)$$

O projeto do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável prevê um fluxo de solução de microalgas de 400 l/h, o que nos dá o valor de  $Q_A$ .

Para a obtenção dos valores necessários ao dimensionamento, transferiu-se a solução contendo microalgas, já floculadas, para três provetas de 50 ml, devidamente graduadas com o auxílio de papel milimetrado (fixado exteriormente). Nestes, fez-se a leitura das alturas das soluções no início do processo, e das alturas de espessado depositadas nos fundos ao longo do tempo.

De acordo com Gomide (1980), no instante ' $\theta$ ' a altura dos sólidos depositados é ' $h$ '. Por conseguinte, todas as partículas que decantaram terão uma velocidade de decantação superior a  $(Z_0 - h) / \theta$ , onde  $Z_0$  é a altura inicial da solução. Decorrido um tempo ' $\theta_f$ ', a turbidez da suspensão será suficientemente pequena para se poder considerar terminada a clarificação. A altura dos sólidos depositados até esse instante será ' $h_f$ ' e a velocidade de decantação pode ser obtida como mostrado na Eq. (2).

$$u = \frac{(Z_0 - h_f)}{\theta_f} \quad (2)$$

Um coeficiente de segurança de 100% ou mais deve ser utilizado para atender a uma série de fatores imprevisíveis, como os escoamentos preferenciais, as diferenças locais de temperatura que causam turbulência e conseqüentemente reciclagem dos sólidos, os distúrbios causados por variações bruscas das condições de operação (alimentação ou retirada de lama ou o escorregamento de grandes massas de lama) e algumas vezes até mesmo reações químicas (Gomide, 1980).

Para a determinação da altura mínima do decantador ( $L$ ), basta que se realize um cálculo relacionando a área da secção transversal ( $S$ ) com a vazão ( $Q_A$ ) e o tempo de sedimentação do material ( $\theta_f$ ), tal qual exposto à Eq. (3).

$$L = \frac{Q_A \cdot \theta_f}{S} \quad (3)$$

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Coletados os dados de altura inicial da solução e altura do espessado em função do tempo, procederam-se os cálculos de velocidade de decantação e, posteriormente, de área de secção transversal de um sedimentador contínuo, para a vazão em questão de 400 l/h, ou seja,  $1,11 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para fins de facilitação da visualização dos resultados, os valores obtidos apresentam-se nas Tabs. (1) e (2), já em unidades convenientes aos cálculos efetuados.

**Tabela 1. Valores de altura (h) do espessado ao longo do tempo ( $\theta$ ), para cada medida 'n', nos experimentos A, B e C.**

n	$\theta$ (s)	h (m)		
		A	B	C
1	0	0	0	0
2	1800	0	0	0
3	3600	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$
4	7500	$3,5 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-3}$
5	9300	$4,0 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$
6	11100	$4,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
7	15300	$4,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$
8	18300	$4,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-3}$

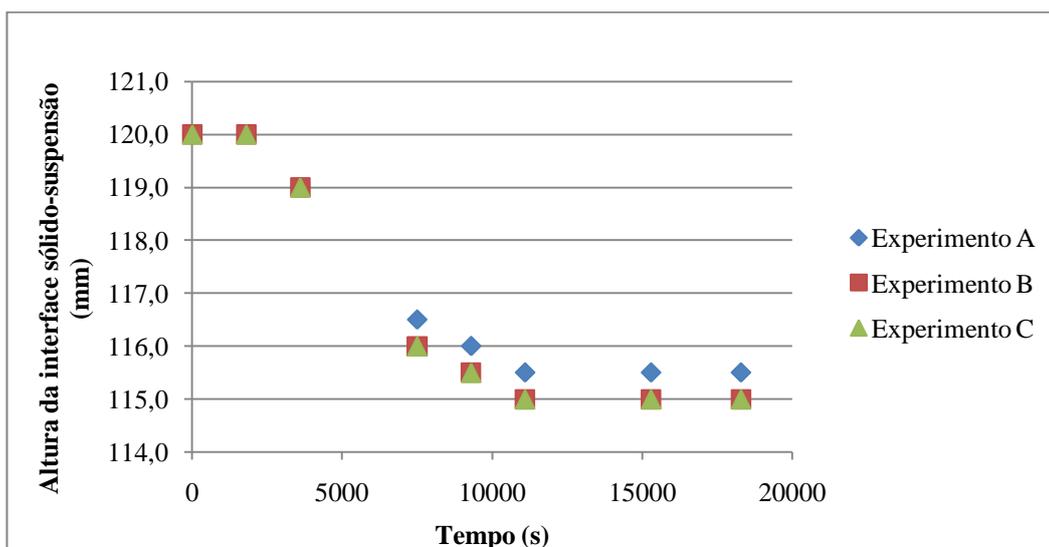
Para a construção da curva de decantação, faz-se necessária uma manipulação algébrica nos valores de altura de espessado (h), pois para tal faz-se uso dos valores de altura da suspensão (Z), como exposto a seguir.

**Tabela 2. Valores de altura (Z) da suspensão ao longo do tempo ( $\theta$ ), para cada medida 'n', nos experimentos A, B e C.**

n	$\theta$ (s)	Z (m)		
		A	B	C
1	0	$120,0 \times 10^{-3}$	$120,0 \times 10^{-3}$	$120,0 \times 10^{-3}$
2	1800	$120,0 \times 10^{-3}$	$120,0 \times 10^{-3}$	$120,0 \times 10^{-3}$
3	3600	$119,0 \times 10^{-3}$	$119,0 \times 10^{-3}$	$119,0 \times 10^{-3}$
4	7500	$116,5 \times 10^{-3}$	$116,0 \times 10^{-3}$	$116,0 \times 10^{-3}$
5	9300	$116,0 \times 10^{-3}$	$115,5 \times 10^{-3}$	$115,5 \times 10^{-3}$
6	11100	$115,5 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$
7	15300	$115,5 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$
8	18300	$115,5 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$	$115,0 \times 10^{-3}$

Pela análise das Tabs. (1) e (2) percebe-se que na medida de número 6 apresenta a última modificação de altura nos três experimentos, ou seja, pode-se considerar o tempo de 11100 segundos como o tempo final ' $\theta_f$ ' da decantação, a partir do qual a curva de decantação tornar-se-á uma reta. Assim, os valores de n=7 e n=8 podem ser desconsiderados nos cálculos de decantação, pois a mesma já ocorreu por completo, e os valores finais são então relativos a n=6.

De posse dos valores presentes na Tab. (2) é possível traçar-se a curva de decantação, já discutida anteriormente.

**Figura 1. Curva de decantação da suspensão de microalgas floculadas.**

Por meio dos valores presentes nas Tabs. (1) e (2), aplicados à Eq. (2), obtiveram-se os valores das velocidades de decantação para os experimentos A, B e C. Sabendo-se o valor da vazão de solução a ser sedimentada, aplicou-se a Eq. (1), obtendo-se os valores da área de secção transversal, S, para cada um dos experimentos realizados.

Como citado, um fator de segurança de 100% deve ser aplicado ao dimensionamento, prevenindo possíveis desvios do comportamento ideal do processo de decantação, além de eventuais falhas na condução dos experimentos em escala laboratorial. Tomou-se como convenção para a área já com o fator de segurança aplicado, a designação  $S'$ . Sabendo o valor da área, tomando como base um tanque de secção circular, calcularam-se também os valores dos diâmetros e alturas dos tanques, para os dois experimentos realizados.

Em suma, apresentam-se os valores dos resultados obtidos à Tab. (3).

**Tabela 3. Resultados dos experimentos A, B e C, com valores de velocidade de decantação ( $u$ ), área calculada ( $S$ ), área com fator de segurança ( $S'$ ) e respectivos diâmetro ( $\varnothing'$ ) e altura ( $L$ ) para um tanque de secção circular.**

Experimento	$u$ (m/s)	$S$ (m <sup>2</sup> )	$S'$ (m <sup>2</sup> )	$\varnothing'$ (m)	$L$ (m)
A	$7,55 \times 10^{-6}$	14,72	29,44	8,66	0,0838
B	$7,52 \times 10^{-6}$	14,78	29,57	8,68	0,0834
C	$7,52 \times 10^{-6}$	14,78	29,57	8,68	0,0834

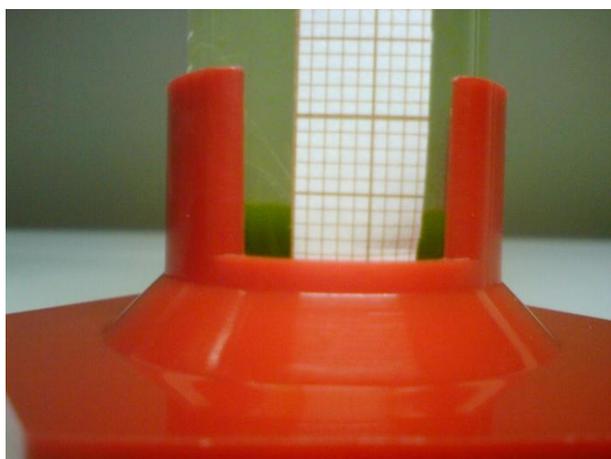
A altura ( $L$ ) é calculada para a área sem o fator de segurança de 100% ( $S$ ).

A Fig. (2) retrata os experimentos A, B e C em seus devidos recipientes, após o final do processo.



**Figura 2. Experimentos após o final do processo de sedimentação das microalgas.**

Percebe-se pela Fig. (2) que a quantidade de biomassa presente no fundo dos recipientes é pequena, consequência da baixa concentração mássica das soluções trabalhadas. Tal fato torna-se mais evidente ao observar-se uma aproximação de um dos recipientes, mostrada na Fig. (3).



**Figura 3. Biomassa depositada no fundo da proveta ao final da sedimentação.**

Ao se observarem os recipientes de cima, percebe-se uma má distribuição da biomassa no fundo do recipiente. Isso ocorre devido ao fato dos recipientes utilizados terem a região de ligação entre as paredes laterais e o fundo levemente

arredondada. Assim, os valores de  $h_f$  medidos não correspondem a uma altura homogênea de espessado na totalidade do fundo do recipiente.

Vale ressaltar que o processo de decantação de microalgas é um processo lento, devido ao reduzido diâmetro destas partículas, mesmo em condições pós-floculação. Além disso, sua densidade também é baixa, quando comparada a materiais comumente sedimentados, tal como minerais.

Finalmente, para que possa proceder-se à construção do clarificador, deve-se especificar uma determinada altura. Um simples cálculo envolvendo a Eq. (3) foi realizado, obtendo-se os valores de 'L' presentes na Tab. (3). Notoriamente são valores muito pequenos, pelo fato de ter-se uma grande área de secção transversal. Contudo, tal geometria – grande diâmetro e pequena altura – é característica do design dos sedimentadores, pois uma vez tendo menor altura para percorrer, a partícula chega antes ao fundo do mesmo, sendo o processo mais rápido. Sugere-se o emprego de uma altura de cerca de um metro para a construção do sedimentador, prevenindo possíveis problemas de operação que possam gerar acúmulo de solução, evitando assim a perda de material.

Como proposto, obtiveram-se três dimensionamentos para clarificadores contínuos para a decantação de microalgas, envolvidas no processo de produção de biodiesel. Embora aplicado o fator de segurança, que nos garante que não haverá sub-dimensionamento do equipamento, os resultados podem ter sido distorcidos pelo fato já mencionado da distribuição desigual da biomassa ao fundo do recipiente. Ideal seria a utilização de um vaso cujo ângulo entre as paredes e o fundo fosse de 90°, embora tal tipo de vidraria seja dificilmente encontrada, sendo necessária uma fabricação específica para este fim.

#### 4. CONCLUSÕES

A realização do experimento de sedimentação de microalgas do gênero *Scenedesmus* atendeu ao seu principal propósito, de obter valores reais para a possível construção de um clarificador contínuo, aplicável ao processo produtivo do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável. A literatura existente é rica em estudos acerca dos sedimentadores, porém foca principalmente em aplicações industrialmente desenvolvidas, tal como sedimentação de minerais, tratamento de efluentes, entre outros.

Como o processo de produção de microalgas para os fins citados, em grande escala, é uma técnica ainda em fase de desenvolvimento tecnológico, carece de valores comparativos para uma melhor avaliação da técnica aplicada neste trabalho.

Reconhece-se que ajustes devem ser feitos à realização do experimento, como no caso do uso de recipientes que traduzam melhor as condições de sedimentação no caso de um *scale-up* do processo.

Enfim, tem-se um primeiro trabalho para este tipo de processo aplicado à microalga *Scenedesmus*, possibilitando melhoras técnicas e evoluções à metodologia de dimensionamento, para possíveis comparações de valores.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Ao Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento de Energia Auto-Sustentável (NPDEAS), e ao Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais (GIA), da Universidade Federal do Paraná. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Nilko Metalurgia.

#### 6. REFERÊNCIAS

- Bilanovic, D. and Shelef, G., 1988, "Flocculation of Microalgae with Cationic Polymers – Effects of Medium Salinity", *Biomass*, Vol. 17, pp. 65-76.
- Foust, A. S., et al., 1982, "Princípios das Operações Unitárias", Guanabara Dois, Rio de Janeiro, Brasil, 670 p.
- Gomide, R., 1980, "Operações Unitárias: separações mecânicas", Vol. 3, Edição do Autor, São Paulo, Brasil, 199 p.
- Gudin, C. and Therpenier, C., 1986, "Bioconversion of solar energy into organic chemicals by microalgae", *Advances in Biotechnological Processes*, Vol. 6, pp. 73-110.
- Mata, T. M., et al., 2010, "Microalgae for biodiesel production and other applications: A review", *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Elsevier, Vol. 14, pp. 217-232.
- Molina Grima, E., et al., 2004, "Downstream processing of cell-mass and products", In: Richmond, A. (Ed.). *Handbook of microalgal culture: biotechnology and applied phycology*. Blackwell Science, Oxford, pp. 215-251.
- Molina Grima, E., et al., 2003, "Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics", *Biotechnology Advances*, Elsevier, Vol. 20, pp. 491-515.
- Sukenik, A., et al., 1988, "Flocculation of Microalgae in Brackish and Sea Waters", *Biomass*, Vol. 15, pp. 187-199.

#### 7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## SIZING OF CONTINUOUS SEDIMENTATION TANKS FOR SEPARATION OF MICROALGAE IN BIODIESEL PRODUCTION PROCESS

Vilson Locatelli Junior, locatelljr@gmail.com<sup>1</sup>  
Alberto Tadeu Martins Cardoso, tadeucc@ufpr.br<sup>2</sup>  
Alexandre Stall, alex.stall@gmail.com<sup>1</sup>  
André Bellin Mariano, andrebmario@gmail.com<sup>1</sup>  
Fernando Cendon, billave@gmail.com<sup>1</sup>  
Luiz Fernando Luz Junior, luzjr@ufpr.br<sup>2</sup>  
Luiz Francisco Corrêa Ghidini, luizxo@gmail.com<sup>1</sup>  
Victor Eduardo Gnoatto, victoredu@gmail.com<sup>1</sup>  
Jonas Torrens, jonastorrens@gmail.com<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Self-Sustainable Energy Research & Development, Mechanical Engineering Department, Federal University of Paraná, Centro Politécnico, Jardim das Américas, P. O. Box 19011, Curitiba, PR, 81531-980, Brazil.

<sup>2</sup>Chemical Engineering Department, Federal University of Paraná, Centro Politécnico, Jardim das Américas, P. O. Box 19011, Curitiba, PR, 81531-980, Brazil.

**Abstract:** *The great biodiversity and variability of biochemical composition of microalgae biomass, the use of genetic modifications and the establishment of new cultivation technologies for large-scale cultivation, are the main factors that contribute to the status of microalgae as a potential source of clean and renewable energy. In order to produce biodiesel using microalgae as feedstock, its necessary to separate the biomass from their culture medium. Sedimentation is usually used as a previous concentration method for liquid suspensions, and it is normally followed by other methodologies which accelerate the settling process. Flocculation, for example, improves cell aggregation with the addition of a flocculant agent (polyelectrolytes or alkaline solutions), increasing the downward movement of the particles. Due to its low energy consumption sedimentation appears among the best choices for microalgae biomass separation for the Center for Self-Sustainable Energy Research & Development, where the present work was developed. Therefore, for the sizing of a continuous sedimentation tank, which will be used for the separation of flocculated Scenedesmus microalgae biomass, the sedimentation parameters of a microalgae suspension was measured. Based on these parameters, a methodology for the estimation of cross-sectional area of the tank was applied, considering predefined inlet and outlet flows. Values around 29,5 m<sup>2</sup> was obtained, considering a security factor of 100%.*

**Keywords:** *biodiesel, microalgae, sedimentation, sizing, Scenedesmus*

### RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.