

XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE *Chlorella sp.* Beijerinck (1890) ISOLADA DO RIO TOLEDO-PR EM EFLUENTE DE LATICÍNIO

**Guilherme Miola de Castro⁽¹⁾; Juliana Taborda⁽²⁾; Juliane Alessandra Soares Cavaliere⁽³⁾;
Sabrina Arens Endler⁽⁴⁾; Jean Colombari Neto⁽⁴⁾; Cleber Antonio Lindino⁽⁵⁾; Nyamien Yahaut
Sebastien⁽⁶⁾**

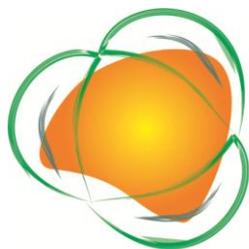
⁽¹⁾ Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: guilherme.mdc@hotmail.com. ⁽²⁾ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: juli_hc@hotmail.com. ⁽³⁾ Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná, Brasil. E-mail: juliany-44@hotmail.com. ⁽⁴⁾ Acadêmicos do curso de Bacharelado em Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná, Brasil. E-mails: sabrina.a.e@hotmail.com; jean.c_neto@yahoo.com.br. ⁽⁵⁾ Professor Dr. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná. E-mail: lindino99@yahoo.com.br. ⁽⁶⁾ Professor Dr. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Toledo, Paraná. E-mail: nyamien@hotmail.com.

Eixo Temático: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

RESUMO – O objetivo deste estudo foi avaliar a potencialidade e a eficiência do efluente agroindustrial de um pequeno laticínio em Toledo-PR, como meio alternativo de cultivo de *Chlorella sp.*, por meio da sua produtividade e da curva de crescimento. O experimento foi constituído de três tratamentos, em erlenmeyers de 1000 mL, em triplicata, contendo 900 mL de solução água destilada + efluente e 100 mL de inóculo de *Chlorella sp.*: T1: com 30% efluente; T2: 50% efluente; T3: 70% efluente e o T4, com 100% de efluente, em bancadas com iluminação artificial, sem fotoperíodo, com temperatura média de 27°C. O crescimento celular foi acompanhado por contagem em câmara de Neubauer diariamente e analisadas as densidades celulares máximas (DCM). Foram realizados cálculos de produtividade (P), taxa de crescimento (k) e taxa de duplicação celular (r). Em todos os tratamentos houve crescimento celular com maior duração, cerca de 6 dias, caracterizando uma fase de adaptação ao crescimento, com subsequente crescimento exponencial. O pH permaneceu levemente alcalino durante todo o período, com faixa ideal para o crescimento observada entre 8,20 a 8,54. A maior produtividade observada foi no tratamento T2, entre o sétimo e o nono dia. O aumento de “k” foi diretamente proporcional ao aumento de “r”. O efluente de laticínio pode ser utilizado como meio alternativo para cultivo de microalgas clorofíceas, sendo a diluição de 50% a recomendada por apresentar a maior DCM observada dentre os demais tratamentos, assim como os maiores valores de produtividade e das taxas de crescimento e duplicação celular.

Palavras-chave: Biorremediação. Nutrientes. Microalgas. Agroindústria.

ABSTRACT – The aim of this study was to evaluate the potential and the agro-industrial effluent efficiency of a small dairy in Toledo-PR, as an alternative means of *Chlorella sp.* cultivation. Through its productivity and growth curve. The experiment



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

was conducted three times in 1000 ml Erlenmeyer flasks in triplicate containing 900 ml of distilled water and the effluent solution + 100 ml of inoculum *Chlorella* sp. : Q1: 30% effluent; T2: 50% effluent; T3: 70% effluent and T4, with 100% effluent, countertops floodlit without photoperiod, with an average temperature of 27°C. Cell growth it was monitor by counting in a Neubauer chamber and analyzed daily maximum cell densities (MCD). It was realize the calculations of Productivity (P), growth rate (k) and cell duplication rate (r). In all treatments, there was more cell growth duration, about 6 days, featuring an adaptation phase growth, and subsequent exponential growth. The remained slightly alkaline pH throughout the period, with the ideal range for growth observed between 8.20 to 8.54. The greatest yield was observe in the treatment T2, between the seventh and ninth day. The increase "k" is directly proportional to the increase of "r". Effluent from dairy products could be use as alternative means for microalgae Chlorophyceae cultivation, and the dilution 50% of the recommended has the highest MCD observed among the other treatments, as well as the greatest yields and growth rates and cell replication

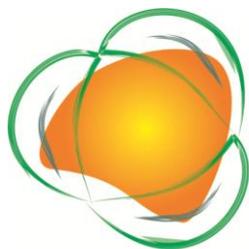
Key words: Bioremediation. Nutrients. Microalgae. Agrobusiness.

Introdução

As microalgas compreendem um grupo heterogêneo de seres, geralmente microscópicos, autótrofos ou heterótrofos, unicelulares, formadores de colônias, e com reduzida ou nenhuma diferenciação nas suas células (SCHMITZ; MAGRO; COLLA, 2012). São organismos cosmopolitas, encontrados em praticamente todos os ambientes aquáticos, tanto continentais quanto marinhos e com tolerância significativa quanto à temperatura, radiação, turbidez, oxigênio e dióxido de carbono (ANDRADE; COLOZZI FILHO, 2014a). Mesmo não tendo valoração taxonômica, envolve diversos microorganismos fotossintéticos com presença de clorofila ou outros pigmentos (DERNER *et al.*, 2006).

As microalgas possuem fundamental importância ambiental por serem base da cadeia alimentar aquática, sendo essenciais ao equilíbrio do ecossistema e por serem altamente sensíveis à distúrbios ambientais provocados por atividades antrópicas (CHELLAPPA; LIMA; CÂMARA, 2007). Além disso, apresentam potencialidades significativas de aplicação econômica na alimentação humana e animal, potenciais terapêuticos, no tratamento de efluentes, na produção de bioenergia e, em ensaios ecotoxicológicos (ABDEL-RAOUF; AL-HOMAIDAN; IBRAHEEM, 2012; BRENNAN; OWENDE, 2010; GONZÁLEZ; CAÑIZARES; BAENA, 1997; HU, 2004; OLIVEIRA, M. M.; BASTOS; NEVES, 2011; PRIYADARSHANI; RATH, 2012).

Segundo Andrade e Colozzi Filho (2014a), o alto custo dos reagentes químicos sintéticos na produção de microalgas se torna onerosa, o qual restringe o processo de cultivo. Diante de tal problema, os meios alternativos surgem como uma solução substitutiva aos meios sintéticos, procurando encontrar condições favoráveis ao crescimento das algas para tornar o substrato eficiente e minimizar os custos do processo (MOREIRA, 2007).



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Diversos estudos vêm sendo realizados nos últimos anos para potencializar a utilização de meios alternativos para cultivo de microalgas. Dentre eles, podem ser citados o adubo orgânico (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 1993), efluentes de laticínio (GONZÁLEZ; CAÑIZARES; BAENA, 1997), efluentes de suinocultura naturais (FIORESI; SIPAÚBA-TAVARES, 2008; TRAVIESO *et al.*, 2006) e sintéticos (BERTOLIN *et al.*, 2005), efluentes de bovinocultura biodigerido (OLIVEIRA, A. C. DE, 2013), águas residuárias de aterro sanitário e vinhaça (ANDRADE; COLOZZI FILHO, 2014b).

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a potencialidade e a eficiência do efluente agroindustrial de um pequeno laticínio como meio alternativo de cultivo de *Chlorella sp.* no município de Toledo-PR, por meio da produtividade e da curva de crescimento desta microalga.

Material e Métodos

A cepa isolada da microalga *Chlorella sp.* foi obtida do Laboratório de Limnologia, Ecotoxicologia e Biomanipulação – LEB, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, campus de Toledo, Paraná, Brasil. A alga foi originalmente isolada do Rio Toledo, no mesmo município e o efluente obtido da lagoa de polimento de uma pequena agroindústria do ramo de laticínios, localizada no município de Toledo.

O delineamento experimental foi constituído de três tratamentos, em erlenmeyers de 1000 mL, em triplicata, contendo 900 mL de solução água destilada + efluente e 100 mL de inóculo de *Chlorella sp.*: T1: com 30% de efluente e 70% de água destilada; T2: 50% de efluente e 50% de água destilada; T3: 70% de efluente e 30% de água destilada e; T4: 100% de efluente.

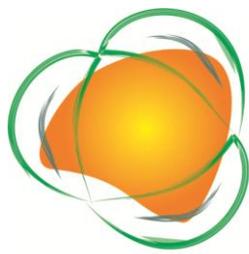
O estudo foi realizado no LEB/UNIOESTE, em estruturas com duas bancadas, com sistemas de iluminação artificiais, sem fotoperíodo, por meio de lâmpadas fluorescentes de 20W e temperatura controlada entre 25 e 30°C, com média de 27°C. O crescimento da referida microalga, por meio da sua densidade celular (DC), foi acompanhada por contagem direta em câmara de Neubauer (SIPAÚBA-TAVARES; ROCHA, 2001).

A cinética de crescimento microalgal foi acompanhado cineticamente pelas equações de taxa de crescimento descritas por Lourenço (2006): $r = (\ln(N/N_0))/(t-t_0)$, na qual N é a densidade celular ($\times 10^4$ cel.mL⁻¹) no tempo t (dia) e N_0 a densidade celular ($\times 10^4$ cel.mL⁻¹) no tempo t_0 (dia), e; as duplicações diárias (k , dia⁻¹), obtidas através da razão do r pelo logaritmo natural de 2,0.

A análise estatística foi realizada por meio de análise de variância pelo teste de Tukey, a nível de 5% de significância, no programa estatístico Sisvar[®].

Resultados e Discussão

A fase exponencial da cultura de *Chlorella sp.* iniciou-se entre 4 a 5 dias após o início do experimento. No tratamento T1, com 30% de efluente, o ápice de crescimento foi verificado com 9 dias, com DC de 87×10^4 células.mL⁻¹. No T2, contendo volume de 50% de efluente, foi verificado o máximo crescimento algal de



XIII Congresso Nacional de MEIO AMBIENTE de Poços de Caldas

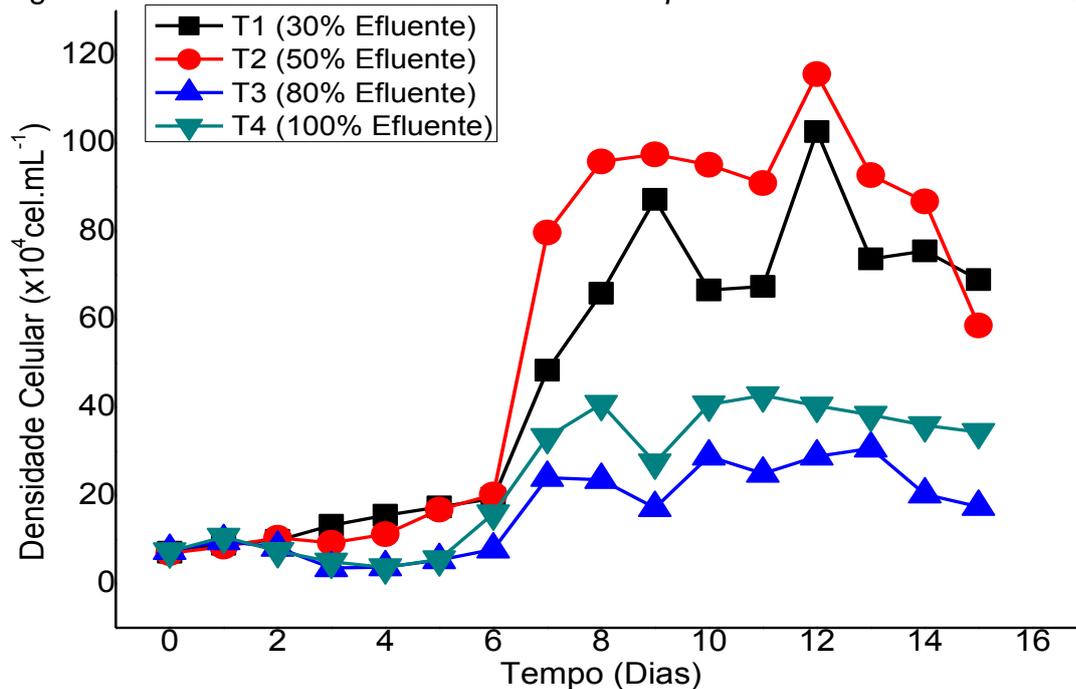
www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

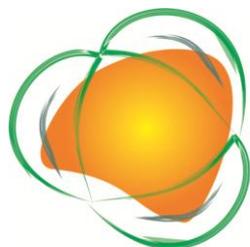
todos os tratamentos, com 116×10^4 células.mL⁻¹ aos 12 dias de experimento. Já no T3 e no T4, não houve crescimento significativo, com densidades celulares máximas (DCM) de 31×10^4 células.mL⁻¹ em 13 dias e 43×10^4 células.mL⁻¹ em 11 dias, respectivamente (Figura 1).

Figura 1: curvas de crescimento de *Chlorella sp.* nos diferentes tratamentos.



Na curva de crescimento acima, em todos os tratamentos, verificou-se crescimento celular com duração um pouco mais longa, cerca de 6 dias, caracterizando uma fase de adaptação ao crescimento. Este comportamento foi semelhante ao encontrado por Min et al. (2011), no cultivo de *Chlorella sp.* em esgotos sanitários, nos quais encontraram fase de adaptação da alga ao efluente doméstico. Segundo Lourenço (2006), esta fase na qual as algas estão se adaptando ao novo meio de cultura, pode durar de alguns dias, horas ou até mesmo não apresentar esta fase, como verificado por Macagnan (2011) em experimento com *Scenedesmus sp.* em efluentes de cervejaria, nos quais não foi verificada esta etapa. Segundo Sebastien e Granja (2006), a duração desta etapa de indução está sujeita à algumas condições como a idade do inóculo, concentração celular do meio de cultura e fatores abióticos, como pH, temperatura e CO₂. A fase exponencial, observada a partir do 7º dia, teve duração de 5 dias, considerando uma fase estacionária entre o 9º e o 10º dia e, no dia seguinte ocorrendo a DCM principalmente no T1 e no T2.

Com relação ao pH, os resultados apresentaram caráter levemente alcalino em todos os tratamentos durante todo o tempo de experimento, sendo o menor valor em 7,54 no T1 em 15 dias e, o maior de 8,74, no T3 no primeiro dia, sendo o pH ideal encontrado na fase exponencial de crescimento entre 8,20 a 8,57 no T2, tratamento com a maior DC observada, permanecendo na faixa de crescimento ideal



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

para a maioria das algas elencada por Becker (1994) e por Richmond (1986), de 6,5 a 10. Este aumento verificado pode estar relacionado com o consumo de gás carbônico no meio de cultivo pois, na medida que o fornecimento de CO₂ faz acidificar o meio, seu consumo tende a alcalinizá-lo, ocorrendo desequilíbrio entre as formas de carbonato e hidrogeno carbonato no sistema tampão, influenciando diretamente na forma de carbono disponível no meio de cultivo (CO₂, CO₃²⁻ ou HCO₃⁻) (ANDRADE; COLOZZI FILHO, 2014a).

Nas análises estatísticas mostradas na Tabela 2, houve efeito significativo dos resultados de pH sobre as diferentes diluições de efluente de laticínio. As médias de pH dos meios com 80% (T3) e 100% (T4) de efluente foram estatisticamente semelhantes entre si, porém, diferentes quando comparadas com os tratamentos com os meios com 50% (T2) e 30% (T1) de efluente, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

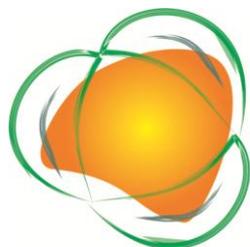
Tabela 2: Análise estatística das médias de pH do meio de cultivo de *Chlorella sp.* em relação aos tratamentos.

| Tratamento | Médias ¹ |
|------------|---------------------|
| 1 | 7,88 a |
| 2 | 8,19 b |
| 3 | 8,45 c |
| 4 | 8,54 c |

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, considerando o valor nominal de 5% de significância.

As maiores produtividades observadas no presente trabalho foram observadas nos tratamentos T2 e no T4, entre o sétimo e o nono dia, variando entre 10,05 x 10⁴ cel.mL⁻¹ a 11,11 x 10⁴ cel.mL⁻¹ e, 10,01 x 10⁴ cel.mL⁻¹ a 11,07 x 10⁴ cel.mL⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

A Tabela 3 também mostra as taxas de crescimento (r) e de duplicações diárias (k) de *Chlorella sp.* ao longo dos dias de experimento. Pode-se observar que, em todos os tratamentos, esta alga duplicou-se mais de uma vez ao dia durante o primeiro dia de experimento e reduzindo sua duplicação nos dias subsequentes até o final da fase de adaptação, entre o quarto e quinto dia. A partir disso, com a fase exponencial, observou-se a duplicação das células entre o sétimo e o décimo segundo dia, com conseqüente aumento da densidade celular. Para a taxa de crescimento, ela acompanha a tendência de variação das taxas de duplicação celular da microalga, flutuando amplamente ao longo do tempo (LOURENÇO, 2006), ou seja, conforme aumenta a taxa de duplicação celular, aumenta também a taxa diária de crescimento da microalga.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

Tabela 3: Resultados de produtividade (P), Taxa de crescimento diário (r) e, taxa de duplicações diárias (k)

| Tempo (Dias) | P ($\times 10^4$ cel.ml $^{-1}$) | | | | r (dia $^{-1}$) | | | | k (dia $^{-1}$) | | | |
|--------------|------------------------------------|-------|-------|-------|------------------|------|------|------|------------------|------|------|------|
| | T1 | T2 | T3 | C | T1 | T2 | T3 | C | T1 | T2 | T3 | C |
| 1 | 1,85 | 1,49 | 2,25 | 3,32 | 1,26 | 1,21 | 1,30 | 1,45 | 1,82 | 1,75 | 1,88 | 2,10 |
| 2 | 1,34 | 1,73 | 0,39 | 1,55 | 0,69 | 0,75 | 0,55 | 0,71 | 0,99 | 1,08 | 0,80 | 1,03 |
| 3 | 2,04 | 0,77 | -1,28 | 0,65 | 0,62 | 0,44 | 0,16 | 0,42 | 0,89 | 0,64 | 0,23 | 0,61 |
| 4 | 2,10 | 1,08 | -0,92 | 0,99 | 0,55 | 0,40 | 0,13 | 0,38 | 0,79 | 0,58 | 0,18 | 0,56 |
| 5 | 2,06 | 1,96 | -0,40 | 1,89 | 0,49 | 0,48 | 0,15 | 0,46 | 0,71 | 0,70 | 0,21 | 0,66 |
| 6 | 2,04 | 2,21 | 0,06 | 2,15 | 0,45 | 0,48 | 0,18 | 0,46 | 0,66 | 0,70 | 0,25 | 0,66 |
| 7 | 5,90 | 10,39 | 2,37 | 10,34 | 0,97 | 1,64 | 0,46 | 1,56 | 1,40 | 2,36 | 0,67 | 2,25 |
| 8 | 7,35 | 11,11 | 2,02 | 11,07 | 1,16 | 1,72 | 0,40 | 1,64 | 1,67 | 2,49 | 0,57 | 2,36 |
| 9 | 8,90 | 10,05 | 1,08 | 10,01 | 1,36 | 1,56 | 0,26 | 1,48 | 1,97 | 2,25 | 0,37 | 2,14 |
| 10 | 5,96 | 8,81 | 2,15 | 8,77 | 0,94 | 1,37 | 0,39 | 1,30 | 1,35 | 1,97 | 0,56 | 1,88 |
| 11 | 5,49 | 7,63 | 1,60 | 7,60 | 0,86 | 1,19 | 0,31 | 1,13 | 1,24 | 1,72 | 0,44 | 1,63 |
| 12 | 7,96 | 9,06 | 1,79 | 9,03 | 1,20 | 1,39 | 0,32 | 1,32 | 1,73 | 2,00 | 0,47 | 1,90 |
| 13 | 5,12 | 6,60 | 1,79 | 6,57 | 0,80 | 1,03 | 0,32 | 0,98 | 1,15 | 1,48 | 0,46 | 1,41 |
| 14 | 4,89 | 5,70 | 0,92 | 5,67 | 0,76 | 0,89 | 0,20 | 0,85 | 1,09 | 1,29 | 0,28 | 1,22 |
| 15 | 4,13 | 3,44 | 0,67 | 3,42 | 0,65 | 0,56 | 0,16 | 0,53 | 0,93 | 0,81 | 0,23 | 0,77 |

Os resultados mostram que, no tratamento T2 e no T4, uma célula de *Chlorella sp.* se duplicou quase três vezes durante a fase exponencial. Esse comportamento pode ser explicado pela alta velocidade de duplicação celular de *Chlorella* em condições favoráveis de cultivo pois, uma célula-mãe pode originar 4, 8 ou, raramente, 16 células-filhas assexuadamente e, o formato circular ou ovoide da célula facilita a reprodução, podendo completar este ciclo em menos de 24 horas, o que pode ter acontecido (BECKER, 1994; RICHMOND, 2004; BICUDO; MENEZES, 2006).

Conclusões

De acordo com os resultados apresentados, o efluente de laticínio pode ser utilizado como meio alternativo para cultivo de microalgas clorofíceas, incluindo a *Chlorella sp.* sendo indicada a diluição de 50% deste efluente como a que apresentou maior densidade celular durante o período do experimento, assim como nas taxas de crescimento e de duplicação celular.

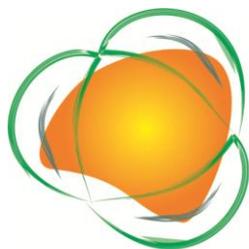
Agradecimentos

Agradecimentos à UNIOESTE, pela cessão do espaço, equipamentos e reagentes para a realização do trabalho, à CAPES/CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e à direção do laticínio pela cessão do efluente.

Referências Bibliográficas

ABDEL-RAOUF, N.; AL-HOMAIDAN, A. A.; IBRAHEEM, I. B. M. Microalgae and wastewater treatment. Saudi Journal of Biological Sciences, v. 19, n. 3, p. 257–275, 2012.

ANDRADE, D. S.; COLOZZI FILHO, A. Microalgas de águas continentais: Potencialidades e



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

desafios do cultivo. Londrina: IAPAR, 2014a.

ANDRADE, D. S.; COLOZZI FILHO, A. Produção de biomassa e coprodutos. 1. ed. Londrina: IAPAR, 2014b.

BECKER, E. W. Microalgae: biotechnology and microbiology. 1. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1994.

BERTOLIN, T. B. P. et al. Cultivo da cianobactéria *Spirulina platensis* a partir de efluente sintético de suíno. Ciênc. agrotec., v. 29, n. 1, p. 118–125, 2005.

BICUDO, C. E. D. M.; MENEZES, M. Gêneros de algas de águas continentais do Brasil: chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: RiMa, 2006.

BRENNAN, L.; OWENDE, P. Biofuels from microalgae—A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 14, n. 2, p. 557–577, fev. 2010.

CHELLAPPA, N. T.; LIMA, A. K. A. DE; CÂMARA, F. R. DE A. Riqueza de Microalgas em Viveiros de Cultivo Orgânico de Camarão em Tibau do Sul, Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Biociências, v. 5, p. 120–122, 2007.

DERNER, R. B. et al. Microalgas, produtos e aplicações. Ciência Rural, v. 36, p. 1959–1967, 2006.

FIORESI, T. B.; SIPAÚBA-TAVARES, L. H. Cultivo de *Ankistrodesmus gracilis* (Chlorophyta) em laboratório à base de esterco suíno. Biotemas, v. 21, n. 1, p. 7–16, 2008.

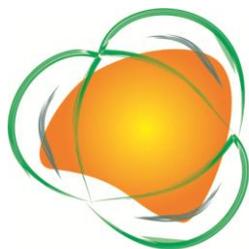
GONZÁLEZ, L. E.; CAÑIZARES, R. O.; BAENA, S. Efficiency of ammonia and phosphorus removal from a Colombian agroindustrial wastewater by the microalgae *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus dimorphus*. Bioresource Technology, v. 60, p. 259–262, 1997.

HU, Q. Industrial Production of Microalgal Cell-mass and Secondary Products – Major Industrial Species *Arthrospira (Spirulina) platensis*. In: RICHMOND, A. (Org.). Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology. London: Blackwell Science, 2004. p. 264–272.

LOURENÇO, S. O. Cultivo de microalgas marinhas: princípios e aplicações. São Carlos: RiMa, 2006.

MACAGNAN, D. C. Tecnologia no tratamento de águas residuárias. 2011. 28 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

MIN, M. et al. Cultivating *Chlorella sp.* in a pilot-scale photobioreactor using centrate wastewater for microalgae biomass production and wastewater nutrient removal. Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 165, n. 1, p. 123–137, 2011.



XIII Congresso Nacional de **MEIO AMBIENTE** de Poços de Caldas

www.meioambientepocos.com.br

XIII CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS

21, 22 E 23 DE SETEMBRO DE 2016

MOREIRA, E. G. Crescimento e propriedades nutricionais de *Chaetoceros muelleri* Lemmerman para aquicultura: comparação entre diferentes meios de cultivo. 2007. 63 f. 63 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2007.

OLIVEIRA, A. C. DE. Produção de biomassa de microalgas *Scenedesmus sp.* em efluente de bovinocultura biodigerido. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2013.

OLIVEIRA, M. M.; BASTOS, J. C.; NEVES, M. H. C. B. Toxinas de cianobactérias e microalgas marinhas: um desafio para a ecotoxicologia aquática. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, v. 4, n. 1, p. 57–80, 2011.

PRIYADARSHANI, I.; RATH, B. Commercial and industrial applications of micro algae – A review. Journal of Algal Biomass Utilization, v. 3, n. 4, p. 89–100, 2012.

RICHMOND, A. Handbook of microalgal mass culture. Boca Raton: CRC Press, 1986.

SCHMITZ, R.; MAGRO, C.; COLLA, L. Aplicações ambientais de microalgas. Revista CIATEC-UPF, v. 4, p. 48–60, 2012.

SEBASTIEN, N. Y.; GRANJA, R. P. Cultivo de *Scenedesmus*: um alimento vivo para manutenção de organismos planctônicos e implementação na dieta humana. Varia Scientia, v. 5, p. 113–121, 2006.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Cultivo em larga escala de organismos planctônicos para alimentação de larvas e alevinos de peixes: I - Algas clorofíceas. Biotemas, v. 6, n. 1, p. 93–106, 1993.

SIPAÚBA-TAVARES, L. H.; ROCHA, O. Produção de plâncton (fitoplâncton e zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos. São Carlos: RiMa, 2001.

SOROKIN, C.; KRAUSS, R. W. The Effects of Light Intensity on the Growth Rates of Green Algae. Plant physiology, v. 33, n. 2, p. 109–113, 1958.

TRAVIESO, L. et al. Batch mixed culture of *Chlorella vulgaris* using settled and diluted piggy waste. Ecological Engineering, v. 28, n. 2, p. 158–165, 2006.