

## II-199 - ANÁLISE DA BIORREMEDIAÇÃO DE VINHAÇA MEDIANTE APLICAÇÃO DE BIOFERTILIZANTE COMERCIAL

### **Gabriela Mercuri Quitério<sup>(1)</sup>**

Bióloga pelo Centro Universitário Hermínio Ometto. Mestranda em Tecnologia e Inovação pela Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

### **Ana Paula Justiniano Rego<sup>(1)</sup>**

Tecnóloga em Saneamento Ambiental e Mestranda em Tecnologia e Inovação pela Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

### **Érika Rabello Moretti<sup>(1)</sup>**

Mestranda em Tecnologia e Inovação e Tecnóloga em Saneamento Ambiental pela Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

### **Peterson Bueno de Moraes<sup>(1)</sup>**

Professor doutor da Divisão Tecnológica de Saneamento Ambiental da Faculdade de Tecnologia - FT/UNICAMP. Consultor em tratamento de efluentes. Áreas de pesquisa: Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuárias, Engenharia Eletroquímica e Engenharia Sanitária.

### **Cassiana Maria Reganhan Coneglian<sup>(1)</sup>**

Bióloga pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Mestre e Doutora em Microbiologia Aplicada pela Universidade Estadual Paulista (UNESP/RIO CLARO). Docente da Faculdade de Tecnologia (FT/UNICAMP)

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Paschoal Marmo, 1888 - Jd. Nova Itália – Limeira – SP - CEP:13484-332 – Brasil- Tel: (19) 21133332 – e-mail: [gabimquiterio@yahoo.com.br](mailto:gabimquiterio@yahoo.com.br)

## RESUMO

O aumento da população e a maior atividade industrial fizeram com que a poluição do ambiente atingisse níveis alarmantes. Além de contaminação por detritos pouco biodegradáveis, como plásticos e detergentes, soma-se o problema dos resíduos de industriais e, também, dos resíduos agroindustriais, como a vinhaça, resultante da produção de etanol em grande escala. Objetivando reduzir os impactos da vinhaça no solo quando descartada em excesso, este trabalho verificou a possibilidade de aumento da taxa de biodegradação da vinhaça no solo a partir da adição do biofertilizante líquido comercial Microgeo. Os experimentos foram realizados mediante o método respirométrico de Bartha que avalia a geração de CO<sub>2</sub> por um período de 30 dias, com aplicação de 3 concentrações distintas do biofertilizante. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas do solo e ensaios de toxicidade aguda com o organismo-teste *Daphnia similis*.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vinhaça, biofertilizante, biodegradação, método respirométrico de bartha.

## INTRODUÇÃO

O agronegócio no Brasil vem crescendo devido ao aumento da capacidade produtiva, da produtividade e do investimento em tecnologia de ponta. Nos últimos anos, poucos países tiveram crescimento no comércio internacional do agronegócio quanto o Brasil, sendo um dos líderes mundiais na produção e exportação de vários produtos agropecuários, como café, sucos de frutas, açúcar e álcool.

Introduzida no Brasil para consolidar a colonização portuguesa e, ao mesmo tempo, garantir grandes lucros à metrópole, a cana-de-açúcar tornou-se um dos produtos mais importantes do agronegócio nacional. Atualmente, o país é o maior produtor de álcool combustível, com previsão de produção de 23,687 bilhões de litros de etanol na safra 2011/12, ocupando uma área de 8,4 milhões de hectares cultivados de cana-de-açúcar (CONAB, 2011; CARVALHO, 2006).

A industrialização do setor sucroalcooleiro impulsionada principalmente pelo lançamento do Programa Proálcool na década de 1980, assim como a necessidade mundial do uso de fontes renováveis de energia resultou no aumento da produção do etanol e conseqüentemente o aumento na geração de resíduos como bagaço, cinzas, vinhaça e emissões gasosas (CORRÊA *et al.*, 2001; VACCARI *et al.*, 2005). A maioria desses resíduos tem alto teor de matéria orgânica que, se tratada adequadamente, pode resultar em fonte potencial de

energia e fertilizante, mas o seu descarte indevido poderá trazer prejuízos ambientais (RAJESHWARI *et al.*, 2000).

A vinhaça constitui o principal efluente da destilaria de álcool, sendo gerados em média de 8 a 15 litros para cada litro de álcool produzido. Quando avaliados em termos de população ou de uma base per capita, uma destilaria com produção diária de 416 m<sup>3</sup> de etanol é equivalente à produção de águas residuárias de uma cidade com uma população de aproximadamente 768 mil habitantes (BELTRAN *et al.*, 2001; PANDEY, 2003).

Diante dos impactos que o excesso de vinhaça utilizada nos processos de fertirrigação pode provocar no solo e corpos hídricos é crescente a preocupação com a destinação e tratamento deste efluente. Diferentes processos de biodegradação dos mais variados efluentes são realizados, como a biorremediação, processo biológico de tratamento amplamente utilizado no qual os organismos do solo usam as substâncias xenobióticas como alimento para seu desenvolvimento (CUTRIGHT e LEE, 1994). A biorremediação possui vantagens em relação aos tratamentos convencionais de resíduos e algumas necessidades para seu sucesso como a concentração de nutrientes presentes para o crescimento microbiano.

O biofertilizante, um adubo orgânico líquido decorrente de fermentação aeróbia ou anaeróbia, possui em sua composição quase todos os nutrientes, variando em suas concentrações conforme a matéria-prima utilizada na fermentação (NETO, 2006). Desta forma a biodegradação pode ser estimulada através de coadjuvantes como os biofertilizantes.

Neste contexto, é de suma importância a realização de testes para avaliar se o biofertilizante Microgeo de uso agrícola pode suprir a carência de nutrientes e potencializar a biodegradação da vinhaça de cana-de-açúcar, além de fertilizar o solo.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os materiais foram coletados na região de Piracicaba. O solo foi coletado na região de entre linhas da cultura de cana-de-açúcar, a vinhaça obtida do canal de escoamento de indústria sucroalcooleira. O biofertilizante utilizado para o presente estudo é um composto orgânico preparado à base de diversas fontes orgânicas e inorgânicas, sendo enriquecido com rochas moídas que contém 48% de silicatos de magnésio, cálcio, ferro e outros oligo elementos. O biofertilizante Microgeo foi fornecido pronto (em sua forma líquida) pela empresa Microbiol Biotecnologia localizada em Limeira – SP.

O biofertilizante e a vinhaça foram avaliados quanto à Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Oxigênio Dissolvido (OD), pH, alcalinidade, bactérias heterotróficas, condutividade elétrica e Carbono Orgânico Total (COT). A vinhaça também foi analisada quanto ao resíduo não filtrável total, dureza, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldhal total, teor de sódio, cálcio, potássio, magnésio, sulfato e fosfato total, de acordo com APHA (1995).

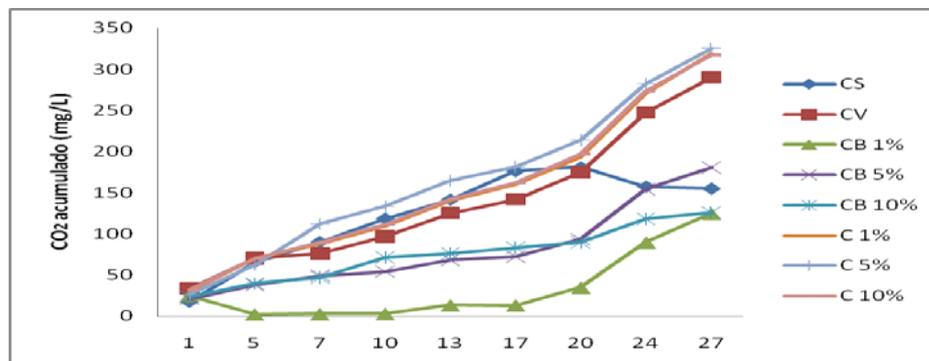
No solo, a atividade microbiana foi avaliada pelo método enzimático de hidrólise de diacetato de fluoresceína, a quantificação de bactérias heterotróficas pelo método *pour plate*; cálcio e magnésio pelo método complexométrico com o emprego do EDTA; sulfato de acordo com APHA (1995), acidez potencial pela extração com solução de acetato de cálcio e titulação alcalimétrica do extrato; potássio por colorimetria, matéria orgânica pelo método de *Walkley-black*, capacidade de troca iônica pela soma de bases trocáveis, pH; saturação de bases e concentração de alumínio por cálculo (EMBRAPA, 1997).

## **ACOMPANHAMENTO DA BIODEGRADAÇÃO**

Os respirômetros desenvolvidos por Bartha e Pramer (1965) foram utilizados para o acompanhamento da biodegradação dos resíduos. O respirômetro de Bartha é um sistema fechado, constituído de duas câmaras interligadas, onde ocorre a biodegradação do resíduo com remoção e captura do CO<sub>2</sub> gerado no processo.

O acompanhamento da biodegradação foi realizado através da medida da evolução na produção de CO<sub>2</sub>. A quantificação da produção de CO<sub>2</sub> em cada respirômetro foi realizada conforme ABNT (1999) e CETESB (1990).

## RESULTADOS



**Figura 1:** Geração média acumulada de CO<sub>2</sub> em ensaio de respirometria avaliados em respirometros de Bartha, durante o período de 27 dias incubados e temperatura de 26 a 28°C.

Legenda:

CS: solo controle

CV: solo + vinhaça

CB 1%: solo + biofertilizante 1%

CB 5%: solo + biofertilizante 5%

CB 10%: solo + biofertilizante 10%

C1%: solo + biofertilizante 1% + vinhaça

C5%: solo + biofertilizante 5% + vinhaça

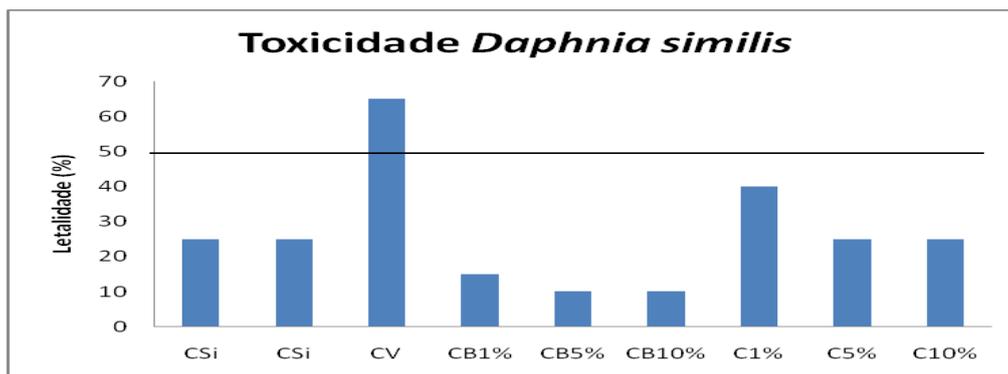
C10%: solo + biofertilizante 10% + vinhaça

Verifica-se que ocorreu aumento de 87% da produção de CO<sub>2</sub> quando acrescida a vinhaça no solo (controle vinhaça).

Quando adicionou-se biofertilizante no solo a quantidade de CO<sub>2</sub> liberada foi abaixo da emissão do controle vinhaça para todas as concentrações, sendo negativo para os controles 1% e 10% (CB1% e CB10% -19%; CB5% +16,4%), possivelmente pelo biofertilizante apresentar baixa carga orgânica.

Quando acrescido biofertilizante no solo com vinhaça houve aumento na produção de CO<sub>2</sub> em 10%, 12% e 9,3% para a C1%, C5% e C10% respectivamente, em relação ao controle vinhaça. O que mostra o favorecimento da biodegradação da matéria orgânica presente na vinhaça pela adição do biofertilizante, provavelmente ocasionada pelo aumento do conteúdo orgânico e inorgânico, suplantando a capacidade ou o maior aporte de nitrogênio entre outros nutrientes para a microbiota.

Observa-se que com o tempo houve aumento da quantidade de CO<sub>2</sub> produzido, não chegando a estabilizar ao final dos 27 dias de teste, o que indica necessidade de maior tempo para biodegradação dos compostos orgânicos do efluente. Essa menor biodegradação dos compostos no início da biodegradação evidencia a adaptação dos micro-organismos às condições encontradas.



**Figura 2.** Ensaio de toxicidade aguda com o organismo-teste *D. similis* após teste respirométrico, avaliado em  $CE_{50}$ .

Legenda CSi: solo controle inicial, CS: solo controle, CV: solo + vinhaça, CB1%: solo + biofertilizante 1%, CB5%: solo + biofertilizante 5%, CB10%: solo + biofertilizante 10%, C 1%: solo + biofertilizante 1% + vinhaça, C 5%: solo + biofertilizante 5% + vinhaça, C 10%: solo + biofertilizante 10% + vinhaça.

Após o teste de biodegradação nos respirometros verificou-se que o único tratamento que obteve concentração efetiva imobilizadora de 50% dos organismos foi o Controle Vinhaça ( $CE_{50} = 65$ ) demonstrando que a aplicação da vinhaça no solo, pode ser prejudicial aos organismos aquáticos uma vez que quando aplicada ao solo pode ocorrer a entrada do resíduo em recursos hídricos.

O tratamento da vinhaça utilizando-se o biofertilizante foi eficaz na remoção de sua toxicidade para a espécie em questão. Portanto este ensaio indica a importância de se efetuar um tratamento adequado da vinhaça para que o meio ambiente não sofra forte impacto.

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que há um acréscimo na biodegradação da vinhaça com a adição do biofertilizante, com remoção da toxicidade do efluente, entretanto se faz necessário continuação dos testes para determinação da completa biodegradação e o tempo necessário para que ocorra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT – NBR 12.713: Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – método de ensaio com *Daphnia* spp. (Cladocera, Crustacea), 2009.
2. ABNT. Associação brasileira de normas técnicas – ABNT – NBR 14283 Resíduos em solo – Determinação da biodegradação pelo método respirométrico, 1999.
3. BARTHA, R.; PRAMER, D. Features of flask and method for measurement of the persistence and biological effects of pesticides in soil. *Soil Sci.*, v.100, n.1, p. 68-70, 1965.
4. BELTRAN, F.J.; ALVAREZ, P.M.; RODRIGUEZ, E.M.; GARCIA-ARAYA, J.F.; RIVAS, J. Treatment of high strength distillery wastewater (cherry stillage) by integrated aerobic biological oxidation and ozonation. *Biotechnology Progress*, v. 17, p. 462– 467, 2001.
5. CARVALHO, G.R. O setor sucroalcooleiro em perspectiva. Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas. Boletim Conjuntura Agropecuária: Sucroalcooleiro, 2006.
6. CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, Solos – Determinação da Biodegradação de Resíduos – Método Respirométrico de Bartha. Método de Ensaio, Norma técnica L6.350 São Paulo, 15p 1990.
7. CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira, <Disponível em <[www.conab.org.br](http://www.conab.org.br)>, acessado em 19 de dezembro de 2011.
8. CORRÊA M.C.M.; CONSOLINI, F.; CENTURION, J.F. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.5, p.1159-63, 2001
9. CUTRIGHT, T. J.; LEE, S. In Situ Soil Remediation: Bacteria or Fungi? Department of Chemical Engineering, University of Akron. Akron - Ohio - USA. s/v. p. 413-419, 1994.

10. EATON, A.D.; CLESCERI, L.S; GREENBERG,A.E. Standard Methods for the examination of Water and Wastewater. APHA- AWWA-WEF, Washington. 1995.
11. EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 627, 2009.
12. NETO, E.A.T.N. Biofertilizantes: caracterização química, qualidade sanitária e eficiência em diferentes concentrações na cultura da alface. Dissertação de Mestrado em Ciência do Solo - Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. 2006.
13. PANDEY, R.A.; MALHOTRA, A.; TANKHIWALE, S.; PANDE, S.; PATHE, P.P.; KAUL, S.N. Treatment of biologically treated distillery effluent—a case study, International Journal of Environmental Studies, v. 60 pp.263–275, 2003.
14. RAJESHWARI, K.V.; BALAKRISHNAN, M.; KANSAL, A.; KUSUM, L.; KISHORE, V.V.N. State-of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment. Renewable and Sustainable Energy Reviews. v 4, pp. 135-156. 2000.
15. VACCARI, G.; TAMBURINI, E.; SGUALDINO, G.; URBANIEE, K.; KLEMES, J. Overview of the environmental problems in beet sugar processing: possible solutions. Journal of Cleaner Production, v. 13, p. 499-507, 2005.