



## AVALIAÇÃO DA DEGRADAÇÃO DO PAPEL EM SUBSTRATO COM INCORPORAÇÃO DE MICRORGANISMOS EFICIENTES

Carolina Sardinha Pinto Souza\*, Emanuel dos Santos Rodrigues, Patrícia Procópio Pontes, Andrea Rodrigues Marques.

\*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), csouzaeamb@gmail.com

### RESUMO

Microrganismos eficientes podem auxiliar na decomposição de resíduos sólidos e atuar como uma ferramenta eficiente em seu gerenciamento. O objetivo deste estudo foi avaliar a decomposição do papel engordurado no solo sem e com a incorporação de microrganismos eficientes através do método de respirometria e do aspecto físico do papel decomposto. Contrariando as expectativas, os papéis sem a adição de microrganismos eficientes foram os mais degradados, sugerindo uma interação específica de antagonismo entre os microrganismos eficientes e a microbiota do solo levando a diminuição da decomposição do papel, agravada pela presença do óleo. Portanto o método não foi efetivo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Microrganismos eficientes, degradação do papel, método respirométrico.

### ABSTRACT

Efficient microorganisms can aid in solid waste decomposition and act as an efficient management tool. The objective of this study was to evaluate the decomposition of the grease paper in the soil without and with the incorporation of efficient microorganisms through the respirometric method and the physical aspect of the decomposed paper. Contrary to expectations, the papers without the addition of efficient microorganisms were the most degraded, suggesting a specific interaction of antagonism between the efficient microorganisms and the soil microbiota leading to a decrease in the decomposition of the paper, aggravated by the presence of the oil. Therefore, the method was not effective.

**KEY WORDS:** Efficient Microorganism, paper degradation, respirometry methods.

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os problemas ambientais têm tornado cada vez mais críticos e frequentes, os quais se devem principalmente ao crescimento populacional e ao aumento da atividade industrial, causando alterações na qualidade do solo, do ar e da água (PEREIRA e FREITAS, 2012). Grande parte destes problemas está ligada ao gerenciamento dos resíduos sólidos. Nos últimos três anos foram gerados cerca de 240 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos e os índices crescem a cada ano (ABRELPE, 2015). Todavia, a compostagem surge como uma forma eficiente de se obter a biodegradação controlada dos resíduos sólidos de natureza orgânica, podendo ser definida como um processo controlado, caracterizado pela decomposição aeróbica da matéria orgânica através dos microrganismos (INÁCIO e MILLER, 2009).

Segundo Pereira e Freitas (2012) a adição de microrganismos no solo atua como uma medida auxiliadora na autopreservação do solo, utilizando como fonte o resíduo sólido presente no solo. Assim, estes microrganismos constituem uma poderosa arma de defesa ambiental, passível de ser potencializada. Existem dezenas deles, em abundância na natureza, e em sua grande maioria utilizados na industrialização de alimentos, e por isso inofensivo ao homem e aos animais, que são considerados como 'Efficient Microorganism' (EM) (PUSHPA et al., 2016). Os EM atuam como tratamentos probióticos, sendo ativadores das populações de microrganismos do solo e melhoradores das propriedades físicas e químicas do solo (FRIGHETTO et al., 1999; HUSSAIN et al., 1999; VALARINI et al., 2003; YIENTING et al., 2013; MUTTALIB et al., 2016).

O papel contaminado com óleo, apesar de classificado como resíduo orgânico não reciclável, pode ser compostado ou biorremediado. A biomassa lignocelulósica do papel é composta principalmente de carboidratos estruturais, como celulose, hemicelulose e lignina, que adiciona força extra, proteção e resistência à degradação microbiana ou enzimática. Esta combinação complexa dos três biopolímeros torna os materiais lignocelulósicos menos biodegradável (JØRGENSEN et al., 2007). Como a degradação do papel que não pode ser reciclado é demorada, neste estudo propomos a incorporação de um fermentado com EM no solo para acelerar o processo de degradação do papel engordurado.



## OBJETIVOS

O presente trabalho visou avaliar a decomposição do papel engordurado no solo sem e com a incorporação de microrganismos eficientes através do método de respirometria e do aspecto físico do papel decomposto.

## METODOLOGIA

### Coleta do solo e preparação dos microrganismos eficientes - EM

Uma amostra de 2 Kg de solo homogeneizado foi peneirada em uma peneira de malha granulométrica de 2 mm. A capacidade de campo do foi estimada segundo EMBRAPA (1997). O fermentado de EM foi preparado a partir de 500 g de arroz cozido em água pura dispostos em vasilha plástica com pequenos furos na tampa enterrada no solo por 15 dias. Após esse período, adicionou-se 500 g de açúcar mascavo ao arroz fermentado, sendo a mistura homogeneizada e colocada em uma garrafa PET de 2L. Água de torneira foi adicionada a mistura até completar três dedos antes do bico da garrafa que, então, foi fechada com a tampa. A tampa foi aberta diariamente para liberar o gás produzido na fermentação. O fermentado de EM ficou pronto quando houve diminuição na liberação de gás e o cheiro estava semelhante ao de cerveja.

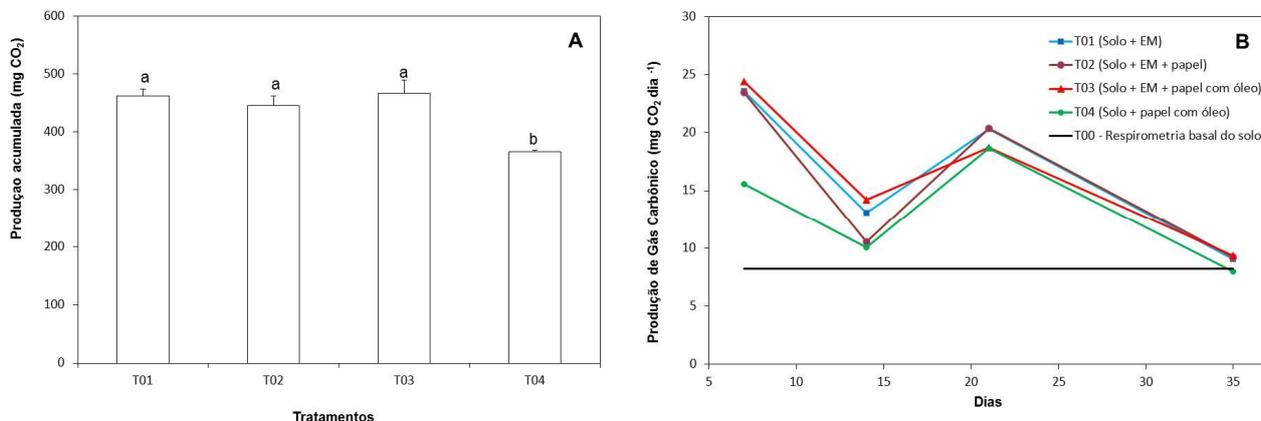
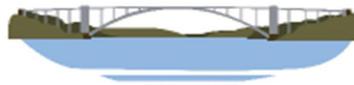
### Design Experimental

Quatro grupos amostrais foram analisados: solo sem EM (T00) e com EM (T01), solo com EM e papel sem óleo (T02), solo com EM e papel engordurado (T03), solo sem EM e com papel engordurado (T04). As amostras foram realizadas em triplicata. O papel utilizado foi o guardanapo da marca Carrefour folha simples recortados em quadrados de 50 mm. O papel foi engordurado com pinceladas de óleo de soja sem uso da marca Liza, até que ficasse uniformemente distribuído. Antes da montagem do experimento, o solo foi homogeneizado com 37% de umidade baseando-se na sua capacidade de campo e, então, distribuído em potes cilíndricos de plásticos. Dentro dos potes foram adicionados 150 g de solo e, nos que continham papel, 100g de solo uma camada de papel e, finalmente, mais 50g. As amostras foram incubadas no escuro a 25°C dentro de respirômetros do tipo Bartha para estimar a produção de CO<sub>2</sub> (BARTHA E PRAMER, 1965) das amostras coletadas e determinar a respiração basal do solo e evolução da produção de CO<sub>2</sub> pelos microrganismos. Na montagem os respirômetros lacrados foram revestidos por papel alumínio contendo no seu interior um recipiente com 20 mL de KOH e o pote aberto com o 150g de solo. A estimativa de produção de CO<sub>2</sub> foi determinada pelo volume de ácido clorídrico 0,5 mol/L utilizado para titular o KOH residual após adição de 1 mL de cloreto de bário 1,0 N, utilizando fenolftaleína como indicador. Durante 35 dias em intervalos de sete dias e o CO<sub>2</sub> produzido foi quantificado através do método de titulação. Ao final do experimento, foi removida a parte superior do solo e observado o aspecto físico do papel em decomposição. As diferenças entre médias dos valores acumulados de produção CO<sub>2</sub> de cada tratamento foram testadas estatisticamente através de one way-ANOVA através do Software Estatística 10.0.

## RESULTADOS

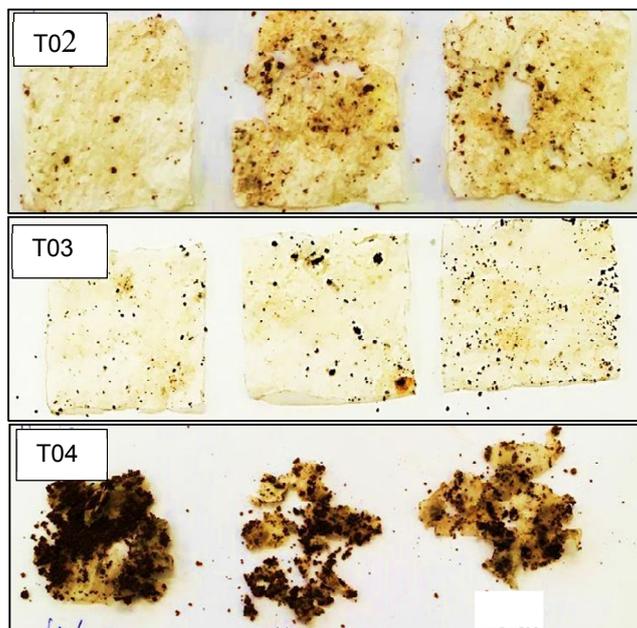
Pushpa et al. (2016) e outros autores citados nas literaturas do passado revelaram que um aumento na taxa de compostagem e intensificação da atividade microbiana pode ser alcançado por EM, que cria condições ambientais adequadas de decomposição de materiais orgânicos. Nossos resultados mostraram claramente este efeito através do aumento emissão de CO<sub>2</sub> pela incorporação de EM quando comparada à respiração basal do solo (Fig. 1). No entanto, este aumento se deveu à respiração de microrganismos que não estavam utilizando as substâncias lignocelulósicas do papel como fonte de carbono para a respiração, pois o mesmo não foi degradado (Fig. 2). Uma importante característica necessária aos microrganismos para se desenvolver em ambientes terrestres é sua capacidade de degradar celulose aerobiamente transformando-a em açúcares de cadeia curta (LYND et al., 2002).

O processo de degradação de materiais lignocelulósicos é determinado diretamente pelas interações inter- e intra-específicas entre diferentes grupos de microrganismos presentes no solo como bactérias e fungos, podendo essas interações ser tanto agonista como antagonista (BOER et al., 2005). Na degradação de celulose, por exemplo, as reações envolvidas tornam o carbono disponível para o crescimento de microrganismos do solo e inúmeros fatores de natureza biológica ou físico-química podem influir no número e atividade enzimática dos mesmos. A frequência de populações de bactérias com atividade enzimática proteolíticas, lipolíticas, amilolíticas, pectolíticas e celolíticas podem variar dependendo do estímulo dado, como calagem, fertilizantes dentre outros (TRINDER et al., 2009).



**Figura 1 – Evolução da produção de CO<sub>2</sub> acumulada (A) e produção de CO<sub>2</sub> diária (B) durante 35 dias de experimento para os diversos tratamentos. As barras são médias  $\pm$  desvio padrão. Letras distintas significam diferenças estatísticas,  $P < 0,001$ .**

Outra abordagem a ser considerada, está relacionada diversidade-funcionalidade dentro do sistema solo. A capacidade metabólica de um determinado grupo funcional é potencializada em compartimentos mais homogêneos em relação à riqueza de espécies de microrganismos (TRINDER et al., 2009). Diante disso, os resultados deste trabalho sugerem uma interação específica de antagonismo entre o EM e a microbiota do solo ocasionando a diminuição da decomposição do papel, agravada pela presença do óleo.



**Figura 2 – Aspecto físico do papel após 35 dias de armazenamento no solo dos seguintes tratamentos: T02 – com EM e sem óleo; T03 – com EM e com óleo; T04 – sem EM e com óleo.**

## CONCLUSÃO

O uso de EM é relatado na literatura como acelerador da decomposição por ser ativadores de microrganismos no solo. No entanto, os resultados sugerem que eles não foram efetivos na decomposição do papel sujo de óleo. Estudos mais detalhados são recomendados para elucidar este comportamento.



## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Centro Federal Tecnológico de Minas Gerais (CEFET-MG) pelo apoio financeiro concedido para a participação no evento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. 92 p. 2015.**
- BARTHA, R.; PRAMER, D. **Features of a flask and methods for measuring the persistence and biological effects of pesticides in soil.** Soil Science, 100: 68-70. 1965.
- BOER, A. W.; FOLMAN, A. L. B.; SUMMERBELL, B. R. C.; BODDY, L. **Living in a fungal world: impact of fungi on soil bacterial niche development.** FEMS Microbiology Reviews, 29: 795-811. 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 1997. 212p.
- FRIGHETTO, R.T.S.; VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; OLIVEIRA, D.A. **Action of effective microorganisms EM on microbial, biochemical and compaction parameters of sustainable soil in Brazil.** In: International Conference On Kyusei Nature Farming, 5., Bangkok, 1997. Proceedings. Bangkok, Asia Pacific Natural Agriculture Network, 1999. p.159-164.
- HUSSAIN, T.; JAVAID, T.; PARR, J.F.; JILANOI, G.; HAQ, M.A. **Rice and wheat production in Pakistan with effective microorganisms.** Am. J. Altern. Agric., 14:30-36, 1999.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2009. 156 p
- JØRGENSEN, H.; KRISTENSEN, J. B.; FELBY, C. **Enzymatic conversion of lignocellulose into fermentable sugars: challenges and opportunities.** Biofuels, Bioproducts and Biorefining, 1(2), 119-134. 2007.
- LYND, L. R.; WEIMER, P. J.; VAN ZYL, W. H.; PRETORIUS, I. S. **Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology.** Microbiol. Mol. Biol. Rev, 66: 506-577. 2002.
- MUTTALIB, S. A. Ab; ISMAIL, S. N. S.; PRAVEENA, S. M. **Application of effective microorganism (EM) in food waste composting: a review.** Asia Pacific Environmental and Occupational Health Journal 2 (1): 37-47. 2016.
- PEREIRA, A. R. B.; FREITAS, D. A. F. de. **Uso de microrganismos para a biorremediação de ambientes impactados.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [S.l.], p. 1-12, out. 2012.
- PUSHPA, T. B.; SEKARAN, V.; BASHA, S. J. S.; JEGAN, J. **Investigation on preparation, characterization and application of effective microorganisms (EM) based composts - an ecofriendly solution.** Nature Environment and Pollution Technology, 15 (1): 153-158. 2016.
- TRINDER, C. J.; JOHNSON, D.; ARTZ, R. R. E. **Litter type, but not plant cover, regulates initial litter decomposition and fungal community structure in a recolonizing cutover peatland.** Soil Biology & Biochemistry, 41: 651-655. 2009.
- VALARINI, P. J.; ALVAREZ, M. C. D.; GASCÓ, J. M.; GUERRERO, F.; TOKESHI, H. **Assessment of soil properties by organic matter and EM-microorganism incorporation.** R. Bras. Ci. Solo, 27:519-525. 2003.
- YIENTING, A. S.; RAHMAN, N. H. A.; MAHAMAD ISA, M. I. H.; TAN, W. S. **Investigating metal removal potential by Effective Microorganisms (EM) in alginate-immobilized and free-cell forms.** Bioresource Technology, 147: 636-639. 2013.