

II Encontro anual de  
**INICIAÇÃO**   
**CIENTÍFICA DA UNESPAR**

**RESÍDUO DE CURTUME DE PEIXE E SUA INFLUÊNCIA NA ATIVIDADE BIOLÓGICA  
DO SOLO**

Amanda Caroline de Souza

Unespar/Paranaguá, amandacaroline1800@gmail.com

Luís Fernando Roveda, lfroveda@gmail.com

Unespar/Paranaguá

Kátia Kalko Schwarz, katia.kalko@unespar.edu.br

Unespar/Paranaguá

Palavras-chave: Atividade Biológica. Resíduo. Solo Degradado.

## **INTRODUÇÃO**

A produção e comercialização de couro de peixe no Brasil é uma atividade que teve início na década de 70 e vêm se intensificando ao decorrer dos anos, e isso deve-se ao fato da utilização do rejeito da indústria pesqueira com princípio da elaboração de produtos ecologicamente corretos (Lima, 2010). Considerando as características biológicas, o couro de peixe tem sido aproveitado como matéria-prima na confecção de subprodutos artesanais, gerando renda para comunidades locais. No entanto, a destinação adequada do resíduo gerado após o processo total do curtimento do couro tem sido alvo de divergências e preocupações entre órgãos ambientais e defensores (Konrad & Castilhos, 2001).

Logo, diante das disposições legais e do descarte da eventual contaminação dos materiais à água e plantas através do remanescente de N no ambiente por exemplo, a aplicação de resíduos orgânicos em solos se torna uma alternativa econômica, social e ambientalmente sustentável a médio ou longo prazo (Abreu et al., 2005). E também, podendo ser viável devido sua atuação como potencializador da população microbiana do solo (Ferreira et al., 2003).

Segundo Cardoso et al. (1995), o acréscimo de um determinado resíduo a um solo pode alterar a dinâmica dos nutrientes, elevando a atividade e a biomassa microbiana ao longo do tempo alterando suas propriedades biológicas e físico-química. Isso deve-se ao aumento dos níveis de matéria orgânica em razão de substâncias parcialmente decompostas, bem como células mortas de microrganismos, os quais oferecem substrato carbônico e estimulam atividade enzimática relacionadas aos ciclos de N, P e S, até que toda a fonte de energia seja consumida. Da mesma maneira, observa-se que as maiores

**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

respostas relacionadas ao aumento na atividade bem como na quantidade de bactérias e fungos com a aplicação do composto orgânico, foram constatadas imediatamente após os primeiros dias de incorporação do material orgânico ao solo (Silveira et al., 1995).

Os microrganismos realizam funções essenciais para o funcionamento do solo, representando uma reserva considerável de nutrientes (Araújo & Monteiro, 2007). Uma das funções dos microrganismos é mediar processos no solo relacionado com o manejo, desta forma, podem ser sensíveis indicadores de mudanças nos processos da matéria orgânica (Powlson et al., 1997). A aplicação de composto orgânico devidamente tratado, oferece uma melhoria na porção radicular das plantas, através da aeração, capacidade de troca de cátions, pH, retenção de água, decréscimo na frequência de doenças e principalmente a atividade biológica (Abreu et al., 2005).

Em trabalho realizado por Ferreira et al.(2003), observou-se como alterações causadas pela aplicação de lodo de curtume sobre rendimento de milho e soja, a redução da acidez do solo, tornando-o propício; as culturas de grãos de milho e soja obtiveram um bom desenvolvimento com a adição de composto orgânico de curtume acrescido de adubação fosfatada e potássica podendo ser comparada com os resultados obtidos no tratamento com calagem e adubação mineral, de forma positiva, além de estimular a atividade microbiana do solo sem intervir em sua população.

Por conseguinte, a elaboração deste estudo objetivou-se em avaliar o efeito da aplicação de resíduo de curtume de couro de peixe compostado com serragem, analisando sua viabilidade e influência na atividade biológica de um solo degradado, através das propriedades químicas e principalmente de parâmetros biológicos como a biomassa microbiana, respiração basal, quociente microbiano e quociente metabólico que são tidos como ferramentas de monitoramento e bioindicadores, evidenciando quaisquer alteração causada no meio.

## **METODOLOGIA**

O experimento foi realizado nas dependências da UNESPAR, região litorânea do município de Paranaguá nas coordenadas 25°35'38.80"S e 48°33'39.66"O cujo clima segundo Köppen (1931), é o Cfa, clima temperado, úmido e com verões quentes com temperatura média de  $\geq 20,5^\circ$ , não possuindo estação seca definida.

O estudo foi constituído de seis tratamentos com quatro repetições, cada repetição possuindo dois vasos plásticos, completando 48 unidades experimentais e com delineamento experimental inteiramente casualizado.

O resíduo de curtume de couro de peixe utilizado foi proveniente da Associação das Artesãs de Pontal do Paraná (PROVOPAR) sendo compostado com serragem formando ao final um composto orgânico (CO). O volume final formado foi de aproximadamente 10 L de resíduo e 30 L de serragem. Para a montagem do processo foi colocado uma camada de serragem sobre uma lona plástica impermeável, sobre ela foram espalhados o resíduo e a ureia, e acima mais uma camada de serragem.

**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

A umidade da mistura dos materiais foi de aproximadamente 50%. A mistura ficou em ambiente aberto até o final do processo. Semanalmente era realizado o revolvimento do material para melhorar o processo de oxigenação bem como a aferição da temperatura. A temperatura teve poucas variações em comparação a temperatura ambiente. O material permaneceu compostando por cerca de 120 dias. Aos 120 dias, ocorreu a estabilização do processo biológico formando um material homogêneo de coloração escura chamado de composto orgânico (CO), o qual foi utilizado em diferentes proporções para o experimento nos vasos. E com finalidade de avaliação de potencial condicionante, o solo degradado (SD) foi coletado aos arredores da região, caracterizado pela ausência de vegetação e exposto. Desta forma, os tratamentos consistiram em doses crescente da mistura do solo degradado (SD) e composto orgânico (CO), nas seguintes proporções: Tratamento 1 – 0; Tratamento 2 - 50; Tratamento 3 – 100; Tratamento 4 – 200; Tratamento 5 – 400 e Tratamento 6 – 800 ml de resíduo para cada Kg de solo. Os vasos plásticos constituintes dos tratamentos possuíam capacidade de 500ml com orifícios na porção inferior para percolação da água. Estes foram mantidos em local parcialmente sombreado com aspersão manual duas vezes por semana.



Figura 1: Coleta do resíduo no sistema de decantação. Fonte: Arquivo pessoal



Figura 2: Vaso plástico utilizado nos tratamentos. Fonte: Arquivo pessoal

Posteriormente ao período de 90 e 210 dias, foram realizadas as coletas de solo para a primeira e segunda bateria de análises, respectivamente, as quais foram encaminhadas ao laboratório para avaliação dos parâmetros biológicos e caracterização química. A biomassa microbiana do solo (BMS) foi determinada pelo método de fumigação e extração (Silva et al., 2007b); a respiração basal do solo (RBS), pela estimativa do  $\text{CO}_2$  emanado durante incubação do solo em período de dez dias conforme a metodologia descrita em Silva et al. (2007a); o carbono orgânico total (COT) foi definido através do fundamento da oxidação da matéria orgânica presente no solo com solução de dicromato de potássio perante ao ácido sulfúrico, referido no método de Carmago et al. (2009). Bem como o quociente microbiano ( $q_{\text{MIC}}$ ) obtido pela relação entre o carbono microbiano e o carbono orgânico total do solo, e o quociente metabólico ( $q_{\text{CO}_2}$ ) obtido pela relação entre a quantidade de carbono liberada na respiração basal e a quantidade de carbono quantificada na biomassa microbiana.



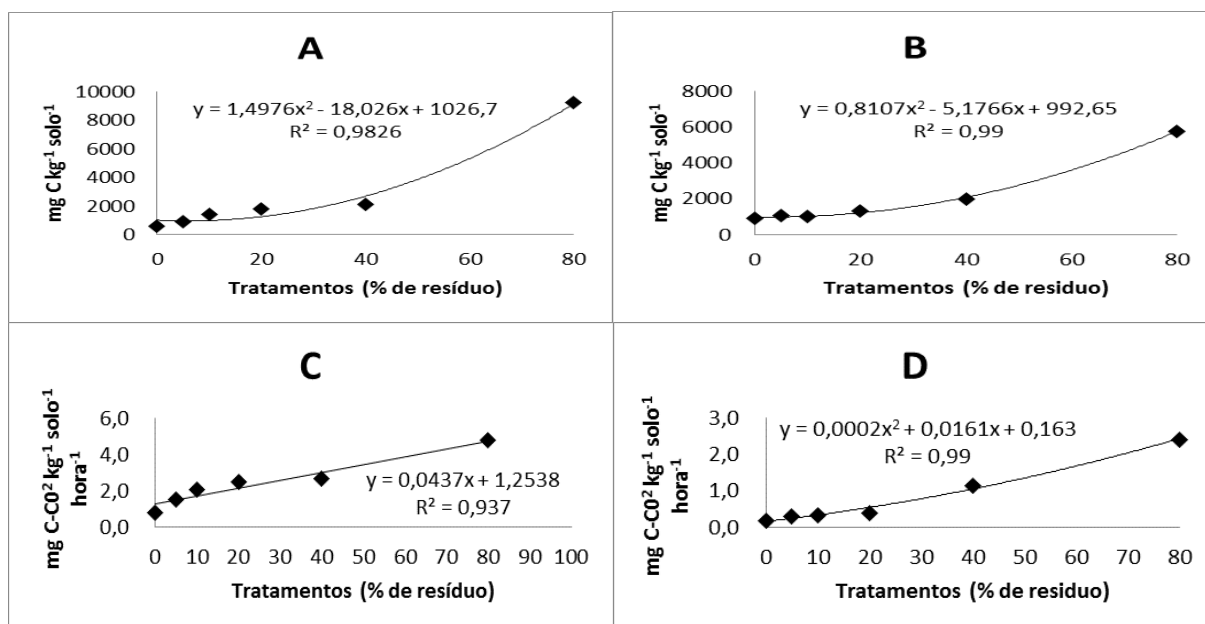
Figura 3: Avaliação do carbono orgânico total. Fonte: Arquivo pessoal

**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

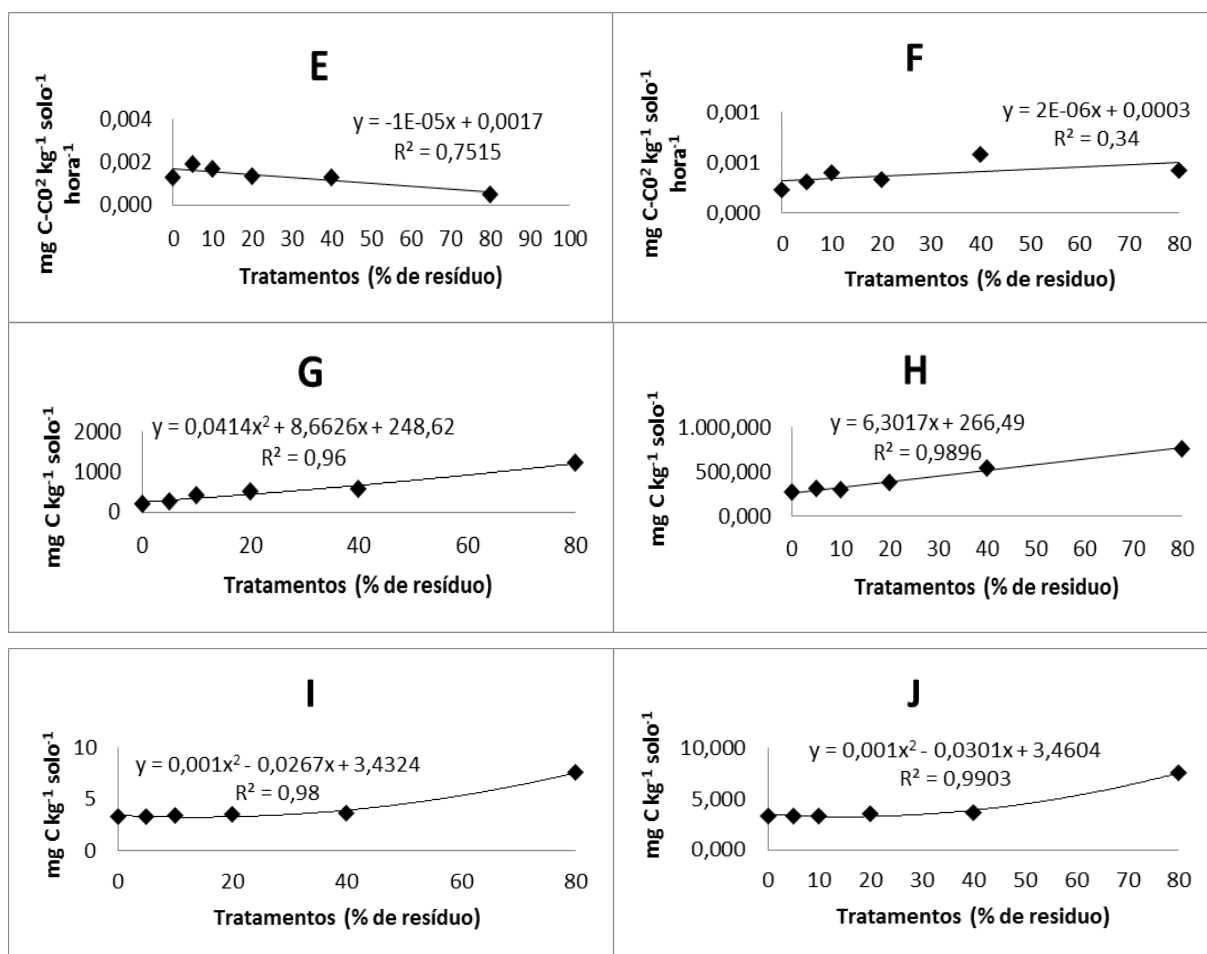
Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA (Assistat) e quando constatadas diferenças significativas, os mesmos foram submetidos à análise de regressão com escolha da equação de melhor ajuste.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da análise da Biomassa Microbiana (BMS), apresentaram valores significativo, variando de 619,9 mg C kg<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup> à 9269,4 mg C kg<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup> na primeira série de análises, enquanto que na segunda série apontaram valores de 899,3 mg C kg<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup> à 5874,3 mg C kg<sup>-1</sup> solo<sup>-1</sup>, demonstrando um decréscimo na média do parâmetro ao longo do tempo. A biomassa é a porção funcional da matéria orgânica, ou seja, a parte viva do solo (Reis & Mendes, 2007). Logo, a relação da aplicação do composto orgânico sobre os teores de CO do solo são respostas indiretas das interações entre estabilidade e disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes da decomposição do composto para formação de nova biomassa. De acordo com Cardoso (1992), os microrganismos responsáveis sobre a decomposição da matéria orgânica, logo, dependentes da mesma para obtenção de energia, possuem sua atividade biológica restrita pela ausência de substrato, utilizando sua estrutura de resistência ou esporos para sobrevivência em períodos de baixo metabolismo. Portanto, na falta de aquisição de matéria orgânica fresca, a população microbiana busca sobrevivência através de crescimento críptico e também, através da degradação de matéria orgânica já humidificada.



**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**



**Figura 4.** Diferentes épocas de aplicação de doses crescentes de CO em solo degradado em distintos parâmetros. A - Biomassa Microbiana em 90 dias; B - Biomassa Microbiana em 210 dias; C – Respiração Basal em 90 dias; D – Respiração Basal em 210 dias; E - Quociente Metabólico em 90 dias; F - Quociente Metabólico em 210 dias; G – Quociente Microbiano em 90 dias; H – Quociente Microbiano em 210 dias; I – Carbono Orgânico Total em 90 dias; J – Carbono Orgânico Total em 210 dias. Fonte: Arquivo pessoal

Desta maneira, observa-se que, o fator de maior impacto sobre a população bem com atividade microbiana é a aplicação de matéria orgânica fresca e de qualidade ao meio, e o aumento ou declínio dessa biomassa são de responsabilidade da disponibilidade e dinâmica deste fluxo de substrato. Este fato justifica o decaimento da biomassa relacionada a concentração de composto orgânico ao longo dos tratamentos, já que a degradação do substrato foi constatada logo nos primeiros momentos da aplicação do resíduo de forma a se manter constante após a decomposição. Konrad e Castilhos (2001) trabalhando com efeitos da aplicação de resíduos de curtume sobre a atividade microbiana e sua população em um Planossolo Hidromórfico, constataram também um aumento na população dos microrganismos perante a adição de diferentes dosagens de resíduos de curtume lodo de caleiro e lodo com cromo ao solo, não sendo afetada pelo acréscimo de  $500 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $\text{Cr}^{3+}$  na forma de resíduo, devido ao fato deste elemento ser potencialmente perigoso ao equilíbrio ambiental. Sendo a maior



**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

liberação de C-CO<sub>2</sub> acumulada observada nos tratamentos contendo lodo com cromo + calcário com até 151,8 mg C-CO<sub>2</sub> 100 g<sup>-1</sup> solo.

A avaliação da biomassa microbiana é considerada, atualmente, como mecanismo indicador da condição e possíveis alterações da matéria orgânica do solo, podendo detectar o aumento ou declínio de sua medida. Entretanto, a interpretação de seus resultados deve ser criteriosa, já que apenas as determinações da BMS não proporcionam total conhecimento sobre a situação do funcionamento microbiano do solo. Assim, considera-se utilizar outras análises, como, a respiração basal do solo, que indica a atividade metabólica dos microrganismos.

No parâmetro de Respiração Basal (RBS), os valores apontam uma média significativa, apresentando resultados a partir de 0,77 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> à 4,77 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no primeiro período de análises e 0,18 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> à 2,41 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no segundo período. Percebendo-se um incremento diretamente proporcional ao aumento do composto. Entretanto, o gráfico da segunda bateria de análises apresentou também um decréscimo no parâmetro quando em comparação ao primeiro. A RBS é o índice que avalia a atividade metabólica da população microbiana, sendo totalmente dependente de fatores abióticos e do estado fisiológico das células, portanto, uma alta taxa pode representar aspecto desejável ao considerar decomposição imediata dos resíduos orgânicos disponibilizando nutrientes para plantas (Reis & Mendes, 2007). Porém desta mesma forma, uma alta taxa também pode indicar um resultado da decomposição da matéria orgânica mais estável, podendo causar alterações nos processos químico-físicos como por exemplo os fatores de capacidade de troca de cátions, retenção de água e agregação. Isto pode afetar a perda de nutrientes e conseqüentemente a atividade biológica do solo (Reis & Mendes, 2007).

Ao observar os resultados apontados nos gráficos da BMS e RBS da época dois, percebe-se um decréscimo que pode ser assegurado pela mineralização inicial do carbono orgânico imediatamente oxidável, ou seja, substrato facilmente decomposto, e também a menor disponibilidade de nutrientes, conduzindo então a redução do fluxo na quantidade de microrganismos e taxa respiratória.

O Quociente Metabólico ( $qCO_2$ ) exibiu valores decrescente ao longo das doses, de forma inversamente proporcional aos tratamentos. Apresentou resultados a partir de 0,0013 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no tratamento 1 até 0,0005 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no tratamento 6 na primeira série de análises e 0,0002 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no tratamento 1 à 0,0004 mg C-CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> Solo<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup> no tratamento 6 na segunda série de análises, revelando também um decréscimo do fator assim como nos outros parâmetros acima. O índice expressa taxa de respiração por carbono de biomassa microbiana (Anderson & Domsch, 1985). Conseqüentemente, uma biomassa eficaz seria aquela que há menor perda de C na forma de respiração incorporando mais C aos tecidos dos microrganismos. De acordo com Anderson e Domsch (1993), quando dados elevados de  $qCO_2$  são demonstrados, observa-se um indício de estágios iniciais de desenvolvimento das comunidades microbianas, diferindo na proporção de microrganismos ativos ao inativos, ou também pode-se levar em conta o fato da população estar sob algum estresse que pode afetar seu estado metabólico. Portanto, considera-se que

**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

para estes resultados obtidos de  $q\text{CO}_2$ , a população microbiana se encontra em um bom desenvolvimento e funcionamento, logo, deve-se verificar uma constante em seu parâmetro.

O Quociente Microbiano ( $q\text{MIC}$ ) é um dos parâmetros que expressa a relação entre o C da biomassa e o C orgânico total, além de indicar a quantidade de C orgânico está sendo imobilizado na biomassa do solo, apresentando então valores significativos e crescentes através dos tratamentos na primeira bateria de análise, com médias de  $188,7 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$  à  $1220,8 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$ , enquanto que na segunda houve um decaimento considerável com médias a partir de  $272,6 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$  à  $764,3 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$  quando em comparação a primeira época. Demonstrando assim, que com alguma adição de matéria orgânica de qualidade há um conseqüente incremento na biomassa microbiana e assim no  $q\text{MIC}$ , mesmo que os índices do C total do solo continue constante (Powlson et al., 1997). Porém, em situações estressantes para a microbiota, como pH, metais pesados ou carência nutricional, a capacidade da utilização de C cai, levando ao decréscimo do  $q\text{MIC}$  (Wardle, 1995).

Korand e Castilhos (2001) e Ferreira et al. (2003) obtiveram resultados semelhantes quando trabalhando com os efeitos nos atributos biológicos de diferentes solo após aplicação de resíduo de curtume em distintas dosagens. Ambos verificaram aumento na atividade microbiana do solo, além de estimular sua ação sobre a degradação do composto orgânico aplicado. Este fato indica que a microbiota do solo se encontra sob condições favoráveis, com grande concentração de substrato disponibilizado para decomposição e mineralização, influenciando conseqüentemente na atividade e biomassa microbiana (Gupta & Sinha, 2007).

O Carbono Orgânico Total (COT) determina a qualidade do solo, além de definir as propriedades físicas, químicas e biológicas através da fração orgânica (Rheinheimer et al., 2008). Os valores se mostraram significativos na primeira época avaliada, variando entre  $3,2810 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$  à  $7,5842 \text{ mg C kg}^{-1} \text{ solo}^{-1}$  denotando o quanto se manteve crescente ao longo dos tratamentos, e também na segunda época avaliada se mantendo relativamente estável, sendo este o único parâmetro que não apresentou alterações bruscas em seus resultados obtidos. De modo a se compreender que sendo a principal fonte de N, o COT está intimamente ligado a degradação do solo influndo em seus níveis, de forma desejável, já que o N é um importante elemento para o metabolismo das plantas.

Em estudo prévio realizado sobre a biomassa microbiana do solo após dois anos de aplicações consecutivas de lodo de curtume compostado, Gonçalves et al. (2014) observaram altos valores de COT nos anos de 2009 e 2010 variando entre  $7 \text{ g kg}^{-1}$  e  $16 \text{ g kg}^{-1}$  de carbono orgânico em cinco tratamentos utilizados com 0, 5, 10, 20 e  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de composto. O incremento na concentração de CO logo após a aplicação de lodo de curtume é uma resposta imediata relacionada ao elevado teor do resíduo. De acordo com Gonçalves et al. (2014) o aumento do COT estimula a biomassa do solo e ainda pode limitar a disponibilidade de oligoelementos no solo.

Desta forma, considera-se a aplicação de resíduo de couro de peixe uma alternativa viável para a recuperação biológica de solos degradados, dependendo principalmente do estudo de suas características químicas, biológicas e físicas. Além da técnica de curtimento da pele de peixe utilizada,



**II Encontro Anual de Iniciação Científica  
Universidade Estadual do Paraná  
Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

visando sempre o sua melhoria, tornando-se então uma opção econômica, social, ambientalmente correta e sustentável.

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Na primeira época avaliada, os parâmetros biomassa microbiana, respiração basal, quociente microbiano e carbono orgânico total apresentaram um aumento em seus resultados de forma diretamente proporcional as doses de CO aplicadas.

Na segunda época avaliada, os mesmos parâmetros ainda demonstraram incremento em suas medidas, entretanto, em menor proporção quando comparada a primeira avaliação.

A aplicação de resíduo de couro de peixe se mostrou uma alternativa como potencializador, atuando na recuperação das características biológicas de solos degradados.

### **REFERÊNCIAS**

ABREU, C. H. J.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; KIEHL, J de C. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedade químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos em Ciências do Solo**, Minas Gerais, v. 4, p. 391-470, 2005.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 1, n. 1, p. 81-89, 1985.

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic *quotient* for CO<sub>2</sub> (*q*CO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Berlin, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

ARAÚJO, A.S.F. de; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Minas Gerais, v. 23, n. 3, p. 66-75, Julho/Setembro, 2007.

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de Análise Química, Mineralógica e Física de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. São Paulo, Instituto Agrônomo, 2009. p. 77. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CARDOSO, E. J. B. N. Degradação de resíduos orgânicos pela microbiota do Solo. In: XX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 1992, Piracicaba. **Anais dos Simpósios**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1992. p. 179-194.

CARDOSO, E. J. B. N.; JAHNEL, M. C.; MELLONI, R. Avaliação da maturação do composto de lixo urbano. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25, 1995, Viçosa. **Anais**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1995. p. 2297.

FERREIRA, A. S.; CAMARGO, F. A. O.; TEDESCO, M. J.; BISSANI, C. A. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 27, n. 4, p. 755-763, Agosto, 2003.

**II Encontro Anual de Iniciação Científica**  
**Universidade Estadual do Paraná**  
**Campus Paranavaí, 25 a 27 de outubro de 2016.**

GONÇALVES, I. C. R.; ARAÚJO, A. S. F.; NUNES, L. A. P. L.; de MELO, W. J. Soil microbial biomass after two years of the consecutive application of composted tannery sludge. **Acta Scientiarum, Agronomy**. Paraná, v. 36, n. 1, p. 35-41, Janeiro/ Março, 2014.

GUPTA, A. K.; SINHA, S. Phytoextraction capacity of the plants growing on tannery sludge dumping sites. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 12, p. 1788-1794, 2007.

KONRAND, E. E.; CASTILHOS, D. D. Atividade microbiana em um planossolo após a adição de resíduo de curtume. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 2, p.131-135, Maio/Agosto, 2001.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. México: Fundo de Cultura Econômica, 1931.

LIMA, F. L. S. **Como montar uma empresa de curtume de couro de peixe**. Paraná: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE). Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br>. Acesso em: 08, agosto, 2016, 20:38.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 19, p. 159-164, 1997.

REIS JUNIOR, F. B. dos; MENDES, I. C. **Biomassa Microbiana do Solo**. Documentos 205, EMBRAPA. Planaltina, 2007.

RHEINHEIMER, D. dos S.; CAMPOS, B. C. de; GIACOMINI, S. J.; CONCEIÇÃO, P. C.; BORTOLUZZI, E. C. Comparação de métodos de determinação de carbono orgânico total no solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Minas Gerais, v. 32, n. 1, p. 435-440, 2008.

SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. 2007. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ )**. Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico 99, Rio de Janeiro, 2007a.

SILVA, E. E. da; AZEVEDO, P. H. S. de; DE-POLLI, H. 2007. **Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C)**. Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico 98. Rio de Janeiro, 2007b.

SILVEIRA, A. P. D.; BERTON, R. S.; ABREU, C. A. Microbial activity as influenced by organic residue application to soil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MICROBIAL ECOLOGY, 7, 1995, Santos. **Anais**. Santos, 1995. p.108.

WARDLE, D. A.; GHANI, A. Why is the strength of relationships between pairs of the methods for estimating soil microbial biomass often so variable? **Soil biology and biochemistry**, v. 27, p. 821-828, 1995.