



**ATRIBUTOS FÍSICOS E QUALIDADE DO SOLO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO  
LAVOURA-PECUÁRIA**

Lays Maria Andrade<sup>1a</sup>; Isabella Clerici de Maria<sup>1b</sup>; Marcio Koiti Chiba<sup>2c</sup>; Roberto Molinari Peres<sup>1c</sup>

<sup>1</sup> Instituto Agronômico de Campinas, Centro de Solos e Recursos Ambientais

**Nº 13118**

**RESUMO** – Com o intuito de aumentar a qualidade e produtividade do solo, muitos autores indicam como método eficaz o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), pois revezar as atividades de agricultura e de pecuária dentro de uma mesma propriedade, além de constituir uma prática sustentável, pode significar economia e rentabilidade para o produto. Esse tipo de integração permite que o resíduo de uma atividade colabore para o aumento da produtividade de outra atividade. Um dos indicadores do aumento da qualidade do solo é o teor de carbono da biomassa e respirometria. O experimento iniciado em 2006 foi instalado na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de São José do Rio Preto do Polo Apta Regional Centro Norte, em um argissolo, de textura arenosa/média, declive suave ondulado. A área em estudo foi submetida a seis diferentes tratamentos (T) com quatro repetições cada (B). Os tratamentos foram: pastagem permanente com adubação moderada (P1), pastagem permanente com adubação intensiva (P2), milho consorciado com braquiária no verão sendo: milho a cada três anos (ILP1), milho um ano sim outro não (ILP2); dois anos consecutivos de milho e um de pastagem (ILP3) e dois anos consecutivos de milho e dois de pastagem no verão (ILP4). Neste sentido, o estudo em questão teve como objetivo avaliar, através da análise de atividade microbiana, qual tratamento agrega melhor qualidade física ao solo sob sistema integração lavoura-pecuária, utilizando o sistema plantio direto.

**Palavras-chaves:** Tratamentos, integração, lavoura-pecuária, qualidade, solo, carbono.

<sup>a</sup> Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Ambiental, lays.m.andrade@gmail.com, <sup>b</sup>Orientador, <sup>c</sup>Colaboradores



**ABSTRACT-** *In order to increase the quality and productivity of the soil, many authors suggest as an effective system the crop-livestock integration (CLI), because turning the activities of agriculture and livestock within the same property, in addition of being a sustainable practice, can mean economic savings and efficiency for the product. This type of integration allows the residue from an activity to help to increase the productivity of another activity. One indicator of increased soil quality is the carbon content of biomass and respirometry. The experiment started in 2006 was installed at the Research and Development Unit of São José do Rio Preto do Polo Apta Regional Centro Norte, in a podzolic, sandy texture, light undulated slope. The area was subjected to six different treatments (T) with four repeats each (B). The treatments were: permanent pasture with moderate fertilization (P1), permanent pasture with intensive fertilization (P2), corn and brachiaria in the summer, with the variations: corn every three years (CLI1), corn during one year, but not the next (CLI2), two consecutive years of corn and pasture (CLI3) and two consecutive years of corn and two pasture in summer (CLI4). In this sense, the present study aimed to evaluate, through the analysis of microbial activity, which adds better physical quality treatment to the soil under integrated crop-livestock system.*

**Key-words:** treatments, integration, crop-livestock, quality, soil, carbon.

## 1 INTRODUÇÃO

O solo é um componente fundamental do ecossistema terrestre, é um recurso natural básico, tem inúmeras funções como, regular e compartimentalizar o fluxo de água no ambiente, estocar e promover a ciclagem de elementos na biosfera, e servir como tampão ambiental na formação, atenuação e degradação de compostos prejudiciais ao ambiente.

Segundo DORAN & PARKIN (1994) a qualidade do solo é a capacidade de um solo funcionar dentro dos limites de um ecossistema natural ou manejado, para sustentar a produtividade de plantas e animais, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água e promover a saúde das plantas, dos animais e dos homens".

Com o intuito de aumentar a qualidade e produtividade do solo, muitos autores indicam como método eficaz o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), pois revezar as atividades de agricultura e de pecuária dentro de uma mesma propriedade, além de constituir uma prática sustentável, pode significar economia e rentabilidade para o produto. Esse tipo de integração permite que o resíduo de uma atividade colabore para o aumento da produtividade de outra atividade.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Segundo ALBUQUERQUE et al. (2001), a compactação do solo causada pelo pisoteio animal tem sido apontada como uma das principais causas da degradação de áreas cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária (FERREIRA et al., 2010).

O plantio de lavouras em áreas de pastagens degradadas é uma fórmula usada há muitas décadas pelos produtores rurais para recuperar a capacidade produtiva dos pastos e dos solos. Com o avanço da tecnologia no campo, essa prática se modernizou e vem sendo executada com a adoção de técnicas combinadas que geram altas produtividades. Uma dessas técnicas é o plantio direto, que promove a redução do impacto da agricultura sobre o meio ambiente.

Assim, o projeto de iniciação científica ora apresentado pretende realizar um estudo sobre os atributos físicos e a qualidade do solo em sistema de integração lavoura-pecuária. O experimento iniciado em 2006 foi instalado na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de São José do Rio Preto do Polo Apta Regional Centro Norte, em um argissolo, de textura arenosa/média, declive suave ondulado. Tem-se como objetivo avaliar, através da análise de atividade microbiana realizada em laboratório, qual tratamento agrega melhor qualidade ao solo sob sistema integração lavoura-pecuária, utilizando o sistema plantio direto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para se iniciar as análises, primeiramente realizou-se o peneiramento das 24 amostras de solo, obtidas através dos 6 tratamentos e 4 repetições, sendo estes: pastagem permanentes com adubação moderada (P1), pastagem permanente com adubação intensiva (P2), milho consorciado com braquiária no verão sendo: milho a cada três anos (ILP1), milho um ano sim outro não (ILP2); dois anos consecutivos de milho e um de pastagem (ILP3) e dois anos consecutivos de milho e dois de pastagem no verão (ILP4). Peneiraram-se as amostras, através do agitador, em frações de #9,52; #4,00; #2,00 e #<2,00. A fração #<2,00 foi a utilizada para análise da atividade microbiana.

### 2.1 Análise da atividade microbiana:

Em laboratório realizou-se análises de respirometria e carbono da biomassa. Ambas as análises ocorreram de acordo com a metodologia de análise do Instituto Agrônomo de Campinas para atividade microbiana. Tanto a análise de carbono da biomassa, quanto a respirometria, iniciaram-se no mesmo dia. Depois, segundo metodologia, cada uma teve sua data de procedimento seguinte.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Antes de iniciar as análises realizou-se o peso seco de cada amostra, tanto para as de carbono da biomassa, quanto para respirometria.

### 2.1.1 Carbono da biomassa:

- Pesou-se 70g de cada amostra de solo em seus respectivos recipientes.
- Colocou-se em cada 60% da capacidade máxima de retenção, correspondendo no caso a 15 mL.
- Cobriu-se com filme transparente
- Levou-se à estufa a 25°C a 30°C por 5 dias para incubação.
- Retiraram-se as amostras da incubadora para iniciar o processo de extração do solo não fumigado.

Extração do solo não fumigado:

- Pesou-se 20g de solo, de cada amostra, em um erlenmeyer de 250 mL
- Colocou-se 80 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,5M. Em seguida, os erlenmeyer foram levados ao agitador horizontal durante 30 minutos.
- Após esse tempo, as amostras ficaram decantando por mais 30 minutos.
- Filtrou-se o conteúdo dos erlenmeyers. \*
- Coletou-se o conteúdo de filtragem em um vidro com tampa (capacidade de 150 a 200mL).
- Enumerou-se e etiquetou-se cada vidro, que foram guardados na geladeira por dois dias.

Extração do solo fumigado:

- Pesou-se 20g de solo, de cada amostra, em um béquer de 50 mL
- Colocou-se os béqueres em um dessecador contendo: 1 béquer com 20 mL de clorofórmio, livre de etanol e 1 béquer com +/- 20 mL de água destilada. Utilizando uma bomba de vácuo, retirou-se todo o ar retido no dessecador, após 4 ou 5 minutos deligou-se a bomba e fechou-se a abertura no bico do dessecador. Levou-se o dessecador à estufa com temperatura de 25°C a 30°C por 2 dias. Após os 2 dias, retirou-se os béqueres do dessecador e transferiu-se o solo de cada béquer para seu respectivo erlenmeyer de 250 mL
- Colocou-se 80 mL de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,5M. Em seguida, os erlenmeyer foram levados ao agitador horizontal durante 30 minutos. Após esse tempo, as amostras ficaram decantando por mais 30 minutos.
- Repetiram-se os processos em destaque para extração do solo não fumigado.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Análise:

- Pipetou-se 8 mL do extrato de solo ( anteriormente armazenado na geladeira) e transferiu-se este para um erlenmeyer de 125 mL.
- Acrescentou-se 2 mL de solução de dicromato de potássio 66,7 mM, 10 mL de ácido sulfúrico concentrado e 5 mL de ácido fosfórico concentrado.
- Efetuou-se a digestão e colocaram-se os erlenmeyers em banho-maria a 50°C por 1 hora. Retirou-se do banho-maria e deixou-se esfriar.

Procede-se a titulação adicionando-se 4 gotas do indicador ferroína e solução padronizada de sulfato ferroso amoniacal. O ponto final foi determinado pela coloração avermelhada. fez-se a mesma análise para 3 brancos. O cálculo para encontrar o valor de biomassa em carbono deu-se pelas equações:

1. Calculou-se o volume excedente, correspondente aos extratos de solo e branco.

$$N_{\text{sulfato ferroso}} \times V_{\text{gasto na titulação}} = N_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times V_{\text{exc}}$$

$$V_{\text{exc}} = (N_{\text{sulfato ferroso}} \times V_{\text{gasto na titulação}}) / 0,4N, \text{ para BRANCO, FUMIGADO, NÃO FUMIGADO}$$

2. Calculou-se a quantidade de dicromato consumido.

$$V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} = V_{\text{exc}} (\text{BRANCO}) - V_{\text{exc}} (\text{FUMIGADO})$$

3. Calculou-se o carbono extraível assumindo-se que 1 mL de  $V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}$  66,7mM ou 0,4N, equivale a 1200 $\mu\text{gC}$ .

$$1 \text{-----} 1200 \mu\text{gC}$$

$$V_{\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \text{-----} X \mu\text{gC}$$

4. Dividiu-se o valor de X  $\mu\text{gC}$  encontrado pela massa seca do solo utilizado na preparação do extrato, calculando assim o Carbono extraído do solo.

$$X \mu\text{gC}/\text{massa seca} = Y$$

5. Multiplicou-se o valor de Y pelo volume de extração e dividiu-se pelo volume de extrato usado.

$$Y \times (80/8) = Z \mu\text{gC}/\text{g solo}$$

6. Para o calculo final, utilizou-se a relação:

$$\text{Biomassa em C} = 2,64 (\text{ fator de correção } 1/38) \times E_c, \text{ tal que } E_c = (\text{C extraível solo fumigado} - \text{C extraível do solo não fumigado}).$$



### 2.1.2 Respirometria:

- Pesou-se 100g de solo em vidros de respirometria, necessitando de 3 repetições para cada amostra.
- Colocou-se 60% da capacidade máxima de retenção de umidade de água, que no caso correspondeu a 22 mL de água.
- Cobriram-se os potes com papel filme transparentes.
- Levaram-se os potes a incubadora a 28°C por 3 dias. Para cada bloco fez-se 3 brancos.

Para o branco colocou-se apenas o vidro de respirometria fechado com papel filme na incubadora e após o tempo determinado colocou-se um erlenmeyer com NaOH dentro de cada vidro de respirometria.

- Colocou-se em cada vidro de respirometria contendo o solo incubado, um erlenmeyer de 50 mL contendo 10 mL de NaOH a 1N.
- Tampou-se bem cada um dos vidros para impedir a entrada de ar.
- Colocaram-se na incubadora por 3 dias a 28°C.
- Após os 3 dias, retirou-se o erlenmeyer de cada vidro e colocou-se 1 mL de cloreto de bário a 50%, e duas gotas de fenolftaleína.
- Fez-se a titulação com HCl a 0,1N

O cálculo para obtenção do valor de respirometria deu-se pela equação:  
$$\frac{[(10 - V_{\text{gasto amostra}}) \times 0,0022] - [(10 - V_{\text{gasto branco}}) \times 0,0022]}{(\text{Peso seco da amostras} \times N^{\circ} \text{ de dias})} \times 10^6$$

Para determinar qual o melhor tratamento, utilizou-se como método a média dos valores obtidos nas análises, ou seja, a média de todos os valores obtidos para cada tratamento (T).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao carbono da biomassa observou-se que quando aplicado T1 houve maior quantidade de carbono na biomassa, indicando assim um maior índice de atividade microbiana quando comparado aos outros tratamentos (Tabela 1). Isso ocorreu, pois em pastagem permanente, com adubação moderada, menor índice de revolvimento de solo, maior quantidade de matéria orgânica devido a excretos dos animais e baixa taxa de vegetação, as condições para atividade microbiana se tornam mais favoráveis quando comparado a tratamentos em que há maior revolvimento do solo e agricultura intensiva. Em T2, T3, T4 e T5, observou-se que estes outros

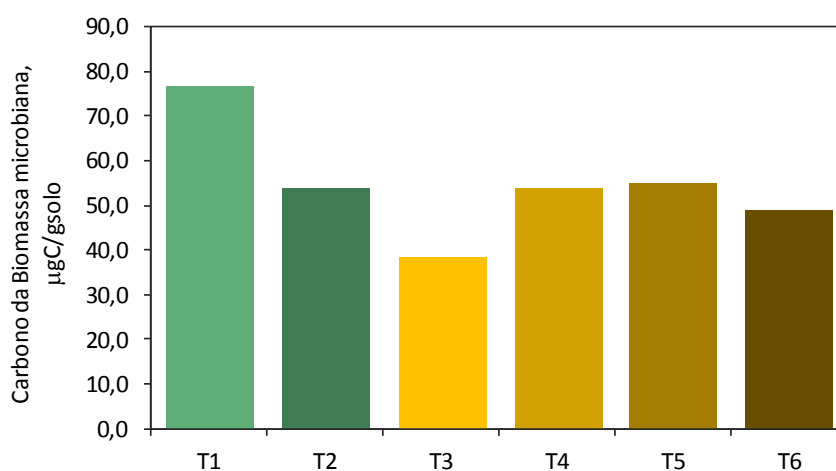


quatro tratamentos oscilam em torno da média. Ou seja, pode ser que através destes quatro tratamentos obtenha-se um solo com baixa atividade microbiana, ou pode ser que este carbono esteja incorporado a biomassa na forma sequestrada.

**Tabela 1-** Teores obtidos de Carbono da biomassa ( $\mu\text{gC/g}$ solo) e respirometria ( $\mu\text{g CO}_2/\text{g dia}$ ) para as respectivas amostras de solo analisadas.

Tratamentos	C-Biomassa ( $\mu\text{gC/g}$ solo)	Respirometria ( $\mu\text{g CO}_2/\text{g dia}$ )
T1	187,4645	40,0735
T2	124,3443	39,9002
T3	87,71045	34,7070
T4	115,3872	42,5538
T5	116,8387	32,4194
T6	134,5654	25,4674

Amostras deformadas coletadas a profundidade de 0-10 cm do solo.



**Figura 1-** Carbono da Biomassa em função do tratamento

Através da análise dos dados obtidos em respirometria, observou-se que os tratamentos T2, T3, T4 e T5 possuem alto índice de respiração, ou seja, grande quantidade de carbono sendo degradada. Motivo pelo qual encontramos uma baixa quantidade de carbono na biomassa para tais tratamentos. Essa análise é clara ao observarmos T5 e T6, pois para carbono da biomassa T6 está em maior escala que T5, porém para respirometria T5 está em maior escala quando comparado com T6. Constatando assim que em T6 pode ocorrer alta atividade microbiana, porém há também uma elevada taxa de respiração.

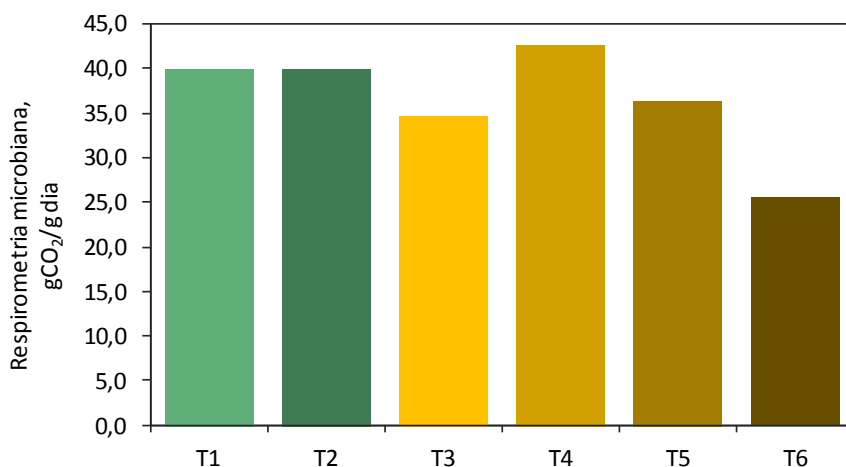


Figura 2- Respirometria em função do tratamento

#### 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que, dentre os tratamentos aplicados na área, o que melhor satisfaz a condição de maior índice de atividade microbiana é o tratamento 1 (T1), o qual baseia-se na pastagem permanente e adubação moderada. No entanto, este é o tratamento de pior qualidade. Ou seja, maior valor de carbono da biomassa não significa um solo de melhor qualidade.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa e ao Instituto Agrônomo de Campinas pela oportunidade de desenvolver o projeto. Aos técnicos de laboratório do Centro de Solos e Recursos Ambientais do Instituto Agrônomo que auxiliaram em todas as análises.

#### 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L. & ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. R. Bras. Ci. Solo, 25:717-723, 2001.

DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for a sustainable environment. Madison, SSSA, 1994. p.1-20. (Special, 35)

FERREIRA, R.R.M.; TAVARES FILHO, J.; FERREIRA, V.M. Efeitos de sistemas de manejo de pastagens nas propriedades físicas do solo. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 4, p. 913-932, 2010.