

TENDENCIAS DE ACÚMULO DE CARBONO OBSERVADAS EM DIFERENTES SISTEMAS DE USO DO SOLO EM UMA COMUNIDADE FAXINAL

Daniel Ruiz Potma Gonçalves, João Carlos de Moraes Sá, Lucimara Aparecida
Ferreira, Flávia Juliana Ferreira Furlan

Universidade Estadual de Ponta Grossa <drpgonc@gmail.com>

Resumo - Faxinais caracterizam-se pela realização de atividades agrosilvipastoris e um sistema de uso comunitário da terra. O presente estudo foi realizado no Faxinal Taquari dos Ribeiros, localizado no município de Rio Azul - PR e teve como objetivo acessar a qualidade do solo em diferentes sistemas de uso da terra através do estudo do Carbono Orgânico do Solo (COS). Foram coletadas amostras em três sistemas de uso da terra, sistema cultivo convencional, capoeira e mata nativa e em duas profundidades 0-5 cm e 5-10 cm . Foram analisados os compartimentos Carbono orgânico total (COT), Carbono extraído por permanganato (CPERM), Carbono extraído por água quente (CAQ) e densidade do solo (DS). Foi realizada uma análise de principais componentes como um método de ordenação. O tratamento cultivo foi discriminado como o que apresentou os menores valores para COT, CAQ e CPERM e a maior DS. O tratamento capoeira foi discriminado como o que apresentou os maiores valores para COS CAQ e CPERM e menor DS, superando inclusive a mata nativa. Desta maneira concluímos que durante a recuperação do ecossistema de uma forma simplificada de uso da terra para uma vegetação clímax como a mata nativa, ocorre um período de intenso acúmulo de carbono no solo. Isto foi atribuído ao maior aporte de biomassa que este sistema de uso do solo promove. O tráfego de máquinas no tratamento cultivo também pode ter contribuído para o aumento da DS.

Palavras-Chave: Carbono orgânico do solo, Análise de Principais Componentes.

TENDENCIES OF CARBON ACCUMULATION IN DIFFERENT LAND USE SYSTEMS IN A FAXINAL COMMUNITY

Abstract - Faxinal are characterized by the realization of crop forest livestock activities in a system of community land use system. This study was conducted in Faxinal Taquari dos Ribeiros, in the municipality os Rio Azul - PR and aimed to access the quality of the soil in different land use systems with the study of Soil Organic Carbon (SOC). Samples were collected in three land use systems, conventional tillage system, poultry and native forest in two depths 0-5 and 5-10 cm. The carbon pools Total organic carbon (TOC), carbon extracted by permanganate (CPERM), Carbon extracted by hot water (CHW) and bulk density (BD) where analysed. An analysis of principal components was made as a sort method. The cultivation treatment was separated as it had the lowest values for TOC, CHW and CPERM and higher BD. Treatment capoeira was separated as it showed the highest values for TOC CHW and CPERM and lower BD, surpassing even the native forest. Thus we conclude that during the recovery period of the ecosystem of a simplified form of land use for a climax vegetation such as native forest, there is a period of intense accumulation of carbon in the soil. This was attributed to the higher amount of biomass that this land use system promotes. The machine traffic in conventional tillage treatment may also have contributed to the increase of BD.

Keyword: Soil Organic Carbon, Principal Component Analysis.

1. INTRODUÇÃO

Faxinais são caracterizados como sistemas de produção tradicionalmente camponeses, em que se realizam atividades agrosilvipastoris em um sistema de uso comunitário da terra. Embora já tenham ocupado um quinto do território paranaense, geralmente são pouco estudados pela comunidade científica (NIEDZIELSKI & MORO, 2011).

A utilização do solo nas comunidades faxinais ocorre da seguinte maneira. Primeiramente uma área é desmatada sendo utilizada para cultivo de culturas anuais. Após, geralmente por motivos de esgotamento do solo esta área é abandonada e o ecossistema começa seu processo de recuperação. Durante o processo de recuperação o ecossistema passa pelo estágio de capoeira (uma vegetação onde é observada a presença de gramíneas e também espécies de médio e grande porte) e finalmente o ecossistema atinge a estabilização em um estágio conhecido como vegetação clímax, no caso do Faxinal Taquari dos Ribeiros a mata nativa.

Com o desmatamento de uma área de mata, inicialmente ocorre o aumento do teor de carbono orgânico do solo devido à decomposição dos restos vegetais

deixados sobre o solo e das raízes das árvores que foram cortadas. Após este período inicial com o cultivo intensivo a tendência é haver uma redução nos teores de carbono do solo devido ao cultivo do mesmo que promove a ruptura dos agregados e expõe o carbono à oxidação (CERRI et al., 2008).

Com o passar do tempo a redução nos teores de carbono do solo causa a queda da fertilidade do mesmo, forçando os produtores a abandonarem a área dando início ao processo de recuperação natural do ecossistema.

O sistema de uso do solo desenvolvido nas comunidades faxinais é geralmente menos intensivo que propriedades tradicionais, sendo que boa parte da área é mantida sob vegetação de mata nativa. Desta maneira destaca-se também a importância destas comunidades para a preservação do ecossistema e da vegetação nativa da região (NIEDZIELSKI & MORO, 2011).

Por outro lado por serem caracterizados por atividades que tradicionalmente utilizam menos insumos externos os sistemas faxinais são geralmente menos eficientes do ponto de vista econômico que as propriedades tradicionais. A permanência dos faxinais no quadro atual de capitalização do mercado agropecuário exige que estes sejam mais eficientes economicamente. Por este motivo muitas áreas novas têm sido desmatadas para abrir novas áreas de cultivo (CHANG, 1988).

Desta maneira o sistema de uso do solo nestas

comunidades está cada vez mais agressivo, pondo em risco a sustentabilidade do sistema Faxinal e a preservação do ecossistema nativo. A avaliação da qualidade do solo é importante para dar suporte ao planejamento e realização das atividades desenvolvidas nestas comunidades. Além de servir com um parâmetro para a identificação de quanto a qualidade deste solo está comprometida.

O presente estudo foi realizado no Faxinal Taquari dos Ribeiros, no município de Rio Azul - PR e visou acessar a qualidade do solo através do estudo do COS e seus compartimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área – O presente trabalho foi realizado no Faxinal Taquari dos Ribeiros, localizado no município de Rio Azul - PR. A altitude média da região é de 852 m acima do nível do mar e o clima é classificado como subtropical úmido (cfa segundo a classificação de Köppen). A região recebe em média 1500 mm bem distribuídos durante o ano todo (MAACK, 1982).

As temperaturas médias na região ficam em torno de 21 °C nos meses mais quentes e 15 °C nos meses mais frios. Os tipos de solo predominantes na região são principalmente Argissolos, Cambissolos e Neossolos sendo que na área onde foram coletadas as amostras ocorre predominantemente a presença de Cambissolos Háplicos (EMBRAPA, 2002).

Tratamentos e amostragens – Foram coletadas amostras em três sistemas de uso do solo: Cultivo, Capoeira e Mata Nativa. Sendo que cultivo é caracterizado como um sistema de uso do solo onde há a retirada de energia do sistema através da colheita de grãos. Capoeira representa o estágio de recuperação do ecossistema após o desmatamento e a Mata Nativa é o estado de vegetação natural do solo sem perturbação.

O sistema de uso da terra capoeira é caracterizado pela presença de gramíneas e também espécies de médio porte. A mata nativa é caracterizada pela presença de espécies de grande porte e também espécies clímax como a *Araucaria angustifolia*.

As amostras foram coletadas em duas profundidades: 0-5, 5-10, três repetições por profundidade. Desta maneira buscou-se acessar a camada do solo mais afetada pela fitomassa em decomposição. Devido à maioria dos processos responsáveis pelo acúmulo de carbono no solo e formação dos agregados ocorrerem nestas camadas (TISDALL e OADES, 1982), elas são ideais para o estudo dos compartimentos de carbono.

Para a coleta das amostras deformadas foi utilizado um trado holandês. Para a coleta das amostras

indeformadas foram utilizados anéis de densidade 5 x 5 cm acoplados a um amostrador de solos. Foram cavadas mini trincheiras e as amostras foram retiradas nas laterais das trincheiras de modo que um anel não fosse coletado sobre a área onde outro o foi, evitando assim um efeito de compactação provocado pela coleta do anel superior.

As amostras indeformadas foram secas a 104 °C por um período de 48 a 72 h e após pesadas para a determinação da densidade do solo. As amostras deformadas foram secas a 40 °C, gentilmente destorroadas e peneiradas em uma peneira de 2 mm.

Análises realizadas – Foram realizadas as seguintes análises:

Carbono orgânico total (COT) – A determinação do COT foi feita via combustão seca com o auxílio de um Elemental CN analyser TruSpec LECO.

Carbono lábil extraído por água quente (CAQ) – Realizada de acordo com a metodologia proposta por Ghani et al. (2003). Esta análise teve como objetivo estimar carbono associado à biomassa microbiana, compartimento ativo muito importante na dinâmica da matéria orgânica do solo principalmente na camada superficial.

A determinação do C extraído por água quente consiste em adicionar água ao solo, incubar por 16 h a 80 °C, centrifugar os tubos com as soluções, pipetar uma alíquota e fazer a leitura do C por via úmida seguindo a metodologia proposta por Walkley e Black, 1934.

Carbono lábil extraído por Permanganato (CPERM) – Esta análise teve por objetivo estimar o carbono recentemente adicionado ao solo na forma de compostos carbonados pouco protegidos e suscetíveis ao ataque da biomassa microbiana.

Acessando assim a labilidade do carbono e a eficiência do sistema de uso da terra em promover o acúmulo de carbono no solo.

A determinação do carbono lábil extraído por Permanganato (CPERM) foi feita de acordo com a metodologia proposta por Weil, et al. (2003) e descrita em KBS, (2012), que consiste em pesar 2,5 g de solo em um tubete, adicionar 2 ml de 0,2 M KMnO₄ e agitar por 15 min a 240 oscilações por minuto. Após centrifugar por 15 min a 4000 RPM, esperar 10 min, pipetar uma alíquota de 2,0 ml de KMnO₄ em um erlenmeyer de 125 ml e completar com água deionizada.

A determinação do C foi feita em absorbância a 565 nm, após comparou-se o resultado com a curva obtida pela leitura da prova em branco (água deionizada) e quatro concentrações de permanganato mais água deionizada. O CPERM foi determinado pela seguinte equação:

Densidade do solo – A determinação da densidade

do solo foi feita de acordo com a metodologia proposta por Black e Hartge (1986).

Análises estatísticas – Foi utilizada uma análise de principais componentes como um método de ordenação, considerando todas as variáveis e todos os tratamentos. A análise de principais componentes teve como objetivo resumir a variância total dos dados em duas combinações lineares de variáveis. Desta forma pôde-se determinar quais são as variáveis mais importantes para a discriminação dos tratamentos e acessar a relação entre as mesmas.

Utilizando os “scores” de cada tratamento para os dois primeiros componentes principais, foi gerado um gráfico de dispersão. De acordo com a posição dos tratamentos no gráfico de dispersão foram formados grupos por proximidade. Desta forma foram agrupadas amostras similares de modo que se um tratamento é discriminado dos demais ele forma um grupo com características distintas. Analisado a dispersão dos tratamentos no gráfico pode-se determinar quais diferem entre si e quais são as variáveis mais importantes para a realização desta discriminação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ACP resumiu a variância dos dados em dois componentes principais, sendo que o primeiro explica 77,68% e o segundo componente explica 14,15% da variância total, desta forma explicando 91,83% da variância total dos dados.

Ao analisarmos o gráfico de dispersão (Figura 1), verificamos que valores altos observados para os compartimentos do COS foram inversamente proporcionais à densidade do solo das amostras.

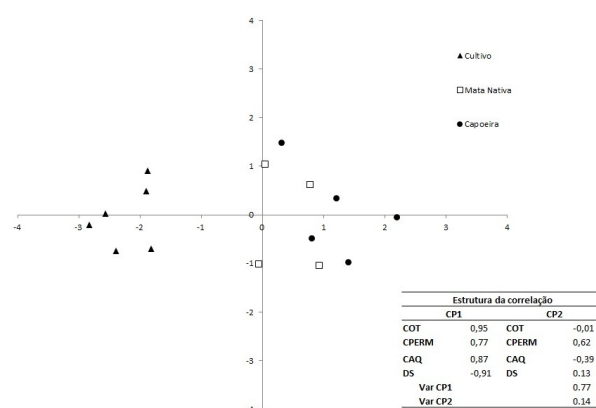


Figura 1 – Gráfico de dispersão dos tratamentos utilizando os dois primeiros componentes principais.

A discriminação dos tratamentos através dos scores das amostras para os primeiro componente principal apresentou coeficientes mais significativos para os teores de COT (0,95) e a DS (-0,91), indicando a

importância destas variáveis para a discriminação dos tratamentos. As variáveis CPERM e CAQ também foram consideradas importantes para a discriminação dos tratamentos, apresentando coeficiente de 0,87 e 0,77 respectivamente.

Para o segundo componente principal as variáveis que apresentaram maiores coeficientes foram o CAQ (0,62) e o CPERM (-0,39). Aparentemente há uma relação inversa entre estas variáveis, porém como o componente principal 2 explica somente 14,15% da variância total do conjunto de dados, este efeito é desprezível.

O tratamento Cultivo foi discriminado dos demais por apresentar menores teores de COT e maiores valores de DS. Isto era esperado devido ao menor aporte de matéria orgânica e exportação de energia e nutrientes na forma de grãos, o que significa menos fitomassa adicionada ao solo. O tráfego de máquinas também pode ter contribuído para que este tratamento apresentasse os maiores valores de DS em comparação com os demais tratamentos.

Os tratamentos mata nativa e capoeira foram discriminados como os que apresentaram maiores teores de COT e menores DS, não havendo uma distinção clara entre eles. O tratamento Capoeira acabou se destacando levemente do tratamento mata nativa, este tipo de vegetação é semelhante a uma pastagem quanto ao aporte de matéria orgânica ao solo, pois neste estágio de recuperação, ainda não houve tempo suficiente para o estabelecimento de espécies de grande porte que também proporcionam aporte de material orgânico.

O fato do tratamento Capoeira apresentar teores de COS maiores que a mata nativa não era esperado. Uma possível explicação seria o fato de que este sistema de uso da terra apresenta uma maior porção do solo coberto com vegetação de gramíneas, tidas como muito eficientes em aportar matéria orgânica ao solo pela decomposição de seu sistema radicular fasciculado (SÁ et al., 2008).

Desta forma, como observado em trabalhos desenvolvidos na região amazônica, foi constatado que pastagens promoviam um alto acúmulo de COS em comparação com a vegetação de florestas, pois a vegetação de florestas concentrava grande parte do C na biomassa sobre o solo e a vegetação de gramíneas concentrava grande parte do C estocado no solo através da decomposição do seu sistema radicular (CERRI et al., 2008).

Uma relação entre o trabalho de Cerri et al. 2008 pode ser feita considerando os dados obtidos neste trabalho. Da mesma forma que a vegetação de pastagens era tida como mais eficiente em aportar carbono ao solo que a vegetação de floresta, a vegetação de capoeira foi mais eficiente em promover o acúmulo de carbono no solo que a vegetação de mata nativa. Uma das hipóteses

levantadas para estas observações é que a vegetação em seu estágio mais estabilizado não é tão eficiente em promover o acúmulo de carbono no solo devido à presença de espécies de grande porte e de vida longa. Ou seja, como as espécies maiores aportam carbono ao solo somente pela queda das folhas e raramente pela decomposição de raízes, uma vegetação mais rica em gramíneas com sistema radicular agressivo poderia ser mais eficiente em promover o acúmulo de carbono no solo.

Ao que parece, durante o processo de recuperação de um ecossistema, um período no qual ocorre um intenso aporte de carbono ao solo é necessário antes do estabelecimento de espécies de maior porte.

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos capoeira e mata nativa foram eficientes em acumular COS e promover qualidade do mesmo levando-se em conta os parâmetros avaliados.

O tratamento capoeira se destacou levemente do tratamento floresta com relação ao acúmulo de COS, isto pode ser devido à presença de gramíneas que contribuem para o acúmulo de carbono no solo através da decomposição de suas raízes.

5. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer ao Prof. Nicolas Floriani, pelo auxílio com os sistemas de informação geográfica. À professora Dr. Rosemari Moro pela caracterização dos sistemas de uso do solo. Ao meu orientador Prof. Dr. João Carlos de Moraes Sá. À fundação Aracucária, à Universidade Estadual de Ponta Grossa e em especial às acadêmicas Lucimara Aparecida Ferreira, Flávia Juliana Ferreira Furlan e a toda a equipe do Laboratório de matéria orgânica do solo (LABMOS).

REFERÊNCIAS

BLAKE, G.R., HARTGE, K.H. **Methods of soil analysis**: Physical and mineralogical methods, Parte 1, American society of agronomy. 363-376, Madison, WI, EUA, 1986.

CERRI, C. C; BERNOUX, M. MAIA, S. M. F. et. al. Greenhouse gas mitigation options in Brazil for land-use change, livestock and agriculture. **Scientia Agricola** v.67, n.1, p.102-116, Piracicaba, Brasil, Janeiro/Fevereiro, 2010.

CERRI, C. E. P; FEIGL, B. J; CERRI, C. C. Dinâmica da Matéria Orgânica do Solo na Amazônia. In: SANTOS, G. A; SILVA, L. S; CANELLAS, L. P; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. 2. ed. 2008 p. 325.

CHANG, MAN YU. **Sistema faxinal: uma forma de organização camponesa em desagregação no centro-sul do Paraná**. Londrina, IAPAR, 1988. (Boletim Técnico, 22). 123p.1975. Anais. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976.

p.127-128.

GHANI, A; DEXTER, M; PERROT, K. W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, p. 1231–1243, setembro, 2003.

MAACK R. **Classificação do clima do Estado do Paraná**. Livraria José Olímpio Editora S.A. Rio de Janeiro, Brasil, 1981.

NIEDZIELSKI, C; MORO; R, S. Arboreous vegetation of faxinal Sete Saltos de Baixo, Ponta Grossa, PR. In: **Primeiro Simpósio de Pesquisadores de Faxinais**: estado da Arte e Perspectivas. Ponta Grossa, 14 e 15 de julho de 2011.

RODERJAN,C.V., STRUMINSKI, E. **Caracterização e proposta de manejo da Serra da Baitaca - Quatro Barras - PR**. 2.v. Curitiba: FUPEF/FBPN, 121p., 1992.

SÁ, J. C. M; SÁ, M. F. M. SANTOS, J. B; OLIVEIRA, A. Dinâmica da Matéria Orgânica nos Campos Gerais. In: SANTOS, G. A; SILVA, L. S; CANELLAS; L. P; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo**. 2. ed. 2008 p. 443.

SANTOS. H. G; BHERING, S. B; BOGNOLA, I. A; CÚRCIO, G. R;

MANZATTO, C. V; CHAGAS, C. S. Mapa de solos do estado do Paraná. EMBRAPA Solos, EMBRAPA Florestas. Atualização do mapa de solos SiBCS, 2006.

TISDALL, J. M; OADES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **Journal of Soil Science**. v. 33 p. 141-163, 1982.

WALKLEY, A; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. *Soil Science*, v. 63p. 251-263, 1934. Citado em: SCHUMACHER, B. A; **Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments**. United States Environmental Protection Agency. Exposure Research Laboratory, Las Vegas, NV, 2002.

WEIL, R.R; ISLAM, K.R; STINE, M.A. et. al. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture* v. 18 p. 3–17, 2003. Citado em: CULMAN, S. W; SNAPP, S. S; FREEMAN, M. A et. al. Permanganate Oxidizable Carbon Reflects a Processed Soil Fraction that is Sensitive to Management. **Soil Science Society of America Journal** v. 76 n. 2, março-abril, 2012.