

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREAS CULTIVADAS COM FEIJÃO PRETO (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) SOB DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Adalberto Alves **Pereira**¹, Edivaldo Lopes **Thomaz**², Paulo Ângelo **Fachin**³

(1 - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Doutorando em Geografia, adalbertoalvespereira@yahoo.com.br, 2 - Universidade Estadual do Centro Oeste, Docente, ethomaz@brturbo.com.br, 3 - Faculdades Guarapuava, Docente, fachinp@hotmail.com)

Resumo: Este trabalho objetiva avaliar as influências de diferentes formas de manejo na produção do feijão preto (*Phaseolus Vulgaris L.*) sobre os parâmetros físico-hídricos do solo. Foram avaliados atributos físicos como: densidade, resistência à penetração, diâmetro médio ponderado de agregados e infiltração em três áreas cultivadas com feijão e uma área de floresta. A densidade do solo e a resistência à penetração não apresentaram diferença significativa entre as áreas agrícolas. A área de coivara foi a única cultivada a apresentar diâmetro de agregados superior a 2 mm na camada superficial. O plantio convencional apresentou baixo diâmetro de agregados na camada superficial enquanto o plantio reduzido apresentou índice intermediário. A umidade elevada (35%) associada à tendência natural de adensamento do solo na área de floresta fez com que esta apresentasse taxa de infiltração reduzida. O sistema de coivara apresentou condições físico-hídricas iguais ou superiores ao da área de floresta, e demonstrou que se manejado de forma adequada pode servir como um sistema conservacionista de manejo.

Palavras-chave: coivara; manejo do solo; estabilidade de agregados

SOIL PHYSICAL ATTRIBUTES IN AREAS CULTIVATED WITH BLACK BEANS (*PHASEOLUS VULGARIS L.*) UNDER DIFFERENT TILLAGE SYSTEMS

Abstract: This study aims to evaluate the effects of different forms of management in the production of black beans (*Phaseolus vulgaris L.*) on physical water soil parameters. Physical attributes were evaluated as bulk density, penetration resistance, mean weight diameter of aggregates and infiltration in three areas planted with beans and a forest area. The bulk

density and penetration resistance showed no significant difference between the agricultural areas. Only the slash-and-burn area present an aggregates diameter higher of two mm on the surface layer. Conventional tillage had low diameter of aggregates in the surface layer while the reduced planting had intermediate index. High humidity (35%) associated to the natural tendency of soil compaction on forest area made that the present reduced rate of infiltration. The slash-and-burn system presented physical-hydraulic conditions higher or equal to the forest area, and demonstrated that if managed properly can serve as a conservation management system.

Keywords: slash-and-burn; soil management; aggregate stability

ATRIBUTOS FÍSICOS DEL SUELO EN LAS ZONAS DEDICADAS AL CULTIVO DE FRIJOL NEGRO (PHASEOLUS VULGARIS L.) DEBAJO DIFERENTES SISTEMAS DE GESTIÓN

Resumen: Este trabajo tiene como objetivo evaluar los efectos de las diferentes formas de gestión en el frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en los parámetros físicos del suelo. Se evaluaron los atributos, tales como: densidad del suelo, resistencia a la penetración, el diámetro medio de los agregados y la infiltración en áreas cultivadas con frijoles y una zona de bosque. La densidad aparente y la resistencia a la penetración no mostraron diferencias significativas entre las áreas agrícolas. El área de coivara presentó diámetro de agregados superior a dos mm en la capa superficial. La labranza convencional tenía bajo diámetro de los agregados en la superficie mientras que la plantación reducida tenía índice intermedio. La alta humedad (35%) en la superficie forestal redujo su infiltración. Coivara presenta condiciones físicas del suelo igual que el área de bosque, y demostró que si se maneja adecuadamente puede servir como un sistema de gestión de la conservación

Palabras-Clave: coivara; manejo del suelo; estabilidad de los agregados

Introdução

No estudo dos processos geomorfológicos a vertente se torna de suma importância por ser um sistema de relevo onde os processos hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos podem ser analisados em detalhe. A vertente é entendida como toda superfície terrestre inclinada entre o interflúvio e o fundo do vale, comporta a quase totalidade da superfície continental.

É na vertente também que os materiais, adquirem formas devido à ação dos mais diversos processos, ou seja, é na vertente que os processos geomorfológicos se materializam. Além dos processos intrínsecos à vertente, é nela também que o ser humano se apropria do ambiente de forma mais direta, através do uso do solo.

Dentre os componentes da vertente o solo talvez seja o de maior importância para o ser humano, já que, é sobre ele que o homem habita e também sobre ele cultiva boa parte de seus alimentos.

Reichardt & Timm (2012) definem o solo como sendo a camada externa e agricultável da superfície terrestre, originado pela ação de processos físicos, químicos e biológicos de desintegração, decomposição e recombinação, tendo como fatores de sua formação: o material originário, o tempo (idade), o clima, o relevo (topografia) e os organismos vivos.

Por ser um dos grandes produtores agrícolas mundiais o Brasil apresenta grande relação com o solo. Entre os produtos no qual o Brasil se destaca estão: a soja, o milho, o feijão, o café e a cana-de-açúcar, entre outros. Sendo que do feijão o Brasil é o maior produtor e consumidor mundial.

Segundo Salvador (2011) na safra 2010/11 foi produzido no Brasil cerca de 3,8 milhões de toneladas de feijão, sendo o Paraná o maior estado produtor com 821,2 mil toneladas, quase 22% do total nacional. Entre as principais cidades produtoras de feijão no estado estão: Castro, Prudentópolis, Reserva, Irati e São Mateus do Sul.

Apesar de ser um dos principais produtos agrícolas, devido ao preço pouco atrativo e constantes oscilações de mercado, o feijão é produzido quase que essencialmente por pequenos e médios agricultores. Este fato faz com que, em muitos casos sejam utilizadas áreas às vezes com baixa aptidão para a produção (fundos de vale e encostas com alta declividade), ou formas inadequadas de manejo, que reduzem a produtividade e geram diversos problemas ambientais.

Segundo FAO (2007) a produtividade mundial de feijão nos últimos 15 anos foi de cerca de 600 kg/ha, muito abaixo da produtividade potencial que segundo FNP (2007) é de 3500 kg/ha. No município de Reserva a produtividade média é quase três vezes superior à média mundial chegando a 1700 kg/ha (IBGE, 2006), mesmo com esta produtividade elevada, em algumas regiões do município este índice se aproxima dos 800 kg/ha. Entre as áreas de baixa produtividade encontra-se a bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha, formada em quase totalidade por pequenos agricultores que utilizam diferentes sistemas de manejo.

Assim, observando a intensa utilização dos solos da bacia do Arroio Palmeirinha, e a dependência econômica da população local e do município de Reserva em relação à produção agrícola, este trabalho tem por objetivo avaliar as implicações das diferentes formas de manejo na produção do feijão preto (*Phaseolus Vulgaris L.*) sobre os parâmetros físico-hídricos do solo.

2. Material e métodos

Este trabalho foi realizado na bacia hidrográfica do Arroio Palmeirinha, município de Reserva – PR. A bacia localiza-se entre as coordenadas 24°31'28"S e 24°33'21"S; e 50°53'50"W e 50°56'16"W (Folha SG.22-X-A-IV-1). Apresenta uma área total de 774 ha. Os canais da bacia hidrográfica do arroio Palmeirinha tem comprimento total de 7,36 km, o que resulta numa densidade de drenagem de 0,95 km km⁻². Seu canal principal tem 5,05 km de comprimento.

Dentre as principais formas de uso na bacia, o manejo com pastagens predomina, ocupando cerca de 54% (420,74 ha) da área total, seguido pelas áreas de floresta e vegetação natural com 18% (144,63 ha), áreas agrícolas com 15% (120,53 ha) e em menor proporção, a silvicultura com 11% (88 ha) (Pereira, 2013).

Foram escolhidas quatro áreas para realização deste estudo, sendo: três áreas cultivadas com feijão preto (*Phaseolus vulgaris L.*); e uma com floresta (Tabela 1). As áreas encontram-se em altitude variando entre 780 e 820 metros (MINEROPAR, 2007). Os solos das áreas foram caracterizados como Argissolos Vermelho Amarelo Eutrófico (Embrapa, 2013), de textura médio argilosa e horizonte A com 0,25 m de profundidade em média.

As áreas foram divididas em três seções cada, sendo: terço superior, terço médio e terço inferior, em cada seção foram cavadas pequenas trincheiras nas quais se coletaram quatro amostras indeformadas por camada de solo (0,0-0,05; 0,05-0,15; 0,15-0,30 m), resultando em 12 amostras por camada e totalizando 36 amostras por área.

As amostras foram coletadas entre os meses de dezembro (2012) e janeiro (2013), momento em que as plantas encontravam-se em estágio avançado de desenvolvimento, próximo ao período de colheita. Após coleta as amostras foram encaminhadas ao laboratório, catalogadas, pesadas e secas em estufa em temperatura constante de 105° C durante 24 horas.

A densidade do solo foi determinada com base em Embrapa (1997). A mensuração da resistência à penetração foi realizada com a utilização de um penetrômetro de impacto

(STOLF, 1991). Foram realizados quinze repetições em cada área, até a profundidade de 50 cm.

Tabela 1. Características de manejo nas áreas estudadas

| | Tamanho (ha) | Características de manejo |
|---------------------------|--------------|--|
| Plantio Convencional (PC) | 2 | Vertente retilínea. 10 anos de cultivo (2002-2012) com rotação entre feijão e milho, manejo convencional, uma aração e duas gradagens com implementos à tração animal para plantio em linha e colheita manual. Declividade variando entre 6° e 12°. |
| Coivara (C) | 1 | Coivara é um dos sistemas agrícolas mais antigos utilizados pelo homem (Cerri 2007) que utiliza o fogo para limpeza da área agrícola. Este sistema segue ciclos entre cultivo e pousio, que duram entre 3 e 5 anos, as fases de um ciclo completo, são: limpeza, queima, cultivo, abandono, e recuperação (Thomaz 2009). Neste estudo a área de coivara localizava-se em vertente côncava. Primeiro cultivo após 2 anos de regeneração (2010-2012). Histórico anterior - rotação milho-feijão. Declividade entre 20° e 30°. Manejo convencional com capina, plantio com matraca e colheita manual. |
| Plantio Reduzido (PR) | 5 | Vertente côncavo-convexa. Plantio direto mínimo ⁴ , 30 anos de cultivo com rotação milho e feijão. Manejo mecanizado para plantio em linha, e colheita manual. Declividade entre 6° e 12°. |
| Floresta (FT) | 2 | Vertente côncavo-convexa. Área caracterizada pelos moradores locais como capoeirão, sem dados de alteração. Declividade entre 6° e 12°. |

Elaboração: próprio Autores

A cada impacto foram registrados os valores do deslocamento x (metros), os quais foram convertidos em pressão de penetração ou resistência à penetração (em unidades de mPa), através da Eq. 1, descrita por Stolf (1991):

$$(1) \quad RP = \left(\frac{Mgh}{ax} \right) \left(\frac{M}{M+m} \right) + \left(\frac{M+m}{a} \right) g$$

Onde: RP - resistência mecânica do solo à penetração (mPa); h - altura de queda do cilindro de impacto (m); M - massa do êmbolo do penetrômetro (kg); m - massa do penetrômetro (kg); a - área da ponta do penetrômetro (m); x - deslocamento do penetrômetro em cada impacto (m); g - aceleração da gravidade ($m s^{-2}$).

Por ser a umidade uma das variáveis relacionadas à resistência do solo a umidade foi mensurada em locais próximos de onde foram realizados os ensaios de resistência mecânica utilizando-se uma sonda TDR.

A determinação do percentual de agregados foi realizada de acordo com o método de Yoder (1936) descrito por Kiehl (1979). Para isto, foram coletadas quatro amostras em cada nível de profundidade, sendo: 0,0-0,05; 0,05-0,15 e 0,15-0,30m em cada compartimento

(terço superior; terço médio e terço inferior) de cada área, as amostras de acordo com os pontos e profundidades foram homogeneizadas aos pares, resultando em duas amostras compostas. Escolheu-se este método pela melhor operacionalização do trabalho. Na sequência, as amostras foram levadas ao laboratório e secas ao ar por 72 horas.

Antes do peneiramento as amostras passaram por peneira de 8,0 mm. Para peneiramento submerso foram utilizadas peneiras com 15 cm de diâmetro e malhas de 4,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,125 mm. Depois de realizado o peneiramento, os agregados foram colocados em beckers numerados e secos em estufa a 105°C durante 24 horas. Após secos, estes passaram por pesagem, para determinação do percentual de agregados.

Realizou-se também a correção do teor de areia, em que os agregados foram passados em peneira de 0,053mm (limite entre areia e silte), já que esta fração não tem propriedades coligativas não afetando a estabilidade dos agregados.

A estimativa do Diâmetro Médio Ponderado de agregados (DMP) deu-se aplicando a Eq. 2, descrita por Youker e Macguines (1956) apud Kiehl (1979).

$$(2) \quad DMP = \sum (C_{mm} \times P)$$

Onde: DMP - Diâmetro médio ponderado (mm); C_{mm} - Centro de classes de tamanhos dos agregados (mm); p - Proporção do peso de cada fração de agregados em relação ao peso total da amostra (g).

A infiltração da água e a condutividade hidráulica saturada e não saturada, foram determinadas através de ensaios de infiltração, os quais foram realizados utilizando-se um infiltrômetro de tensão a disco com diâmetro de 20 cm. Escolheu-se este infiltrômetro por ser “um mecanismo capaz de realizar medições de infiltração de água sob potencial negativo, permitindo o estudo do movimento da água em solos não saturados” (POTT & DE MARIA, 2003). Foram realizados 18 ensaios em cada área, sendo 9 a 0 (zero) cm de tensão de água e 9 a -5 cm de tensão de água.

Para se determinar a taxa de infiltração básica, utilizou-se a Eq. 3 descrita por Pott & De Maria (2003).

$$(3) \quad I = q60 \left(\frac{Dt^2}{Db^2} \right)$$

Onde: I - Infiltração da água no solo (mm h^{-1}); q - fluxo constante de água do infiltrômetro de tensão (mm min^{-1}); Dt - diâmetro do tubo do infiltrômetro de tensão (mm); Db - diâmetro da base do infiltrômetro de tensão (mm).

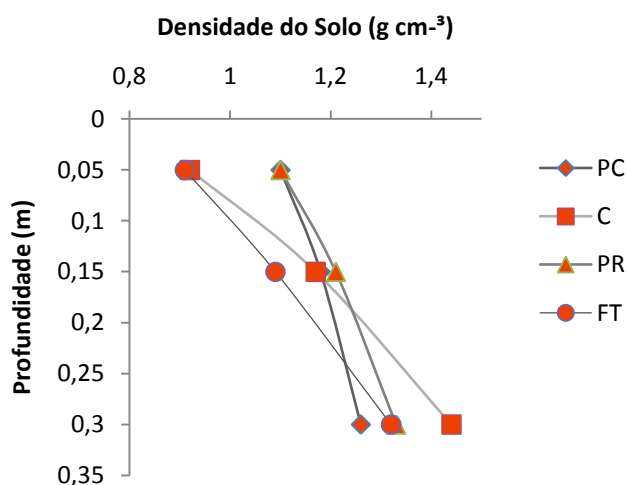
Para análise estatística em princípio realizou-se análise descritiva (média, desvio padrão, coeficiente de variação) e avaliação da distribuição dos dados. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando-se delineamento inteiramente casualizado. A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Aplicou-se análise de agrupamento hierárquico (cluster - estatística multivariada) buscando dividir o conjunto de áreas em grupos homogêneos (MCGARIGALet al., 2000). Os resultados desta análise foram plotados em um dendograma, demonstrando a distância euclidiana entre as áreas com base nas propriedades físico-hídricas (densidade, resistência mecânica, diâmetro médio ponderado de agregados e taxa de infiltração inicial e final) de cada profundidade avaliada.

3. Resultados e discussão

A densidade do solo apresentou diferença significativa apenas na camada superficial (0,0 – 0,05 m), com a área de coivara apresentando valores semelhantes à área de floresta e abaixo das áreas PC e PR (Figura 1). Na camada 0,0-0,05 m a diferença entre as áreas chegou a 26%, 17% na camada intermediária e 13% na camada de maior profundidade (0,15-0,30 m).

Figura 1. Densidade do solo nas diferentes formas de manejo.



n:12. PC – Plantio convencional; C – Coivara; PR – Plantio Reduzido; FT – Floresta

Elaboração: próprio autores

A partir da camada de 0,15 m todas as áreas apresentam valores semelhantes. BERTOT et al. (2004) verificaram também maior variação da densidade na camada superficial do solo, em relação as camadas inferiores.

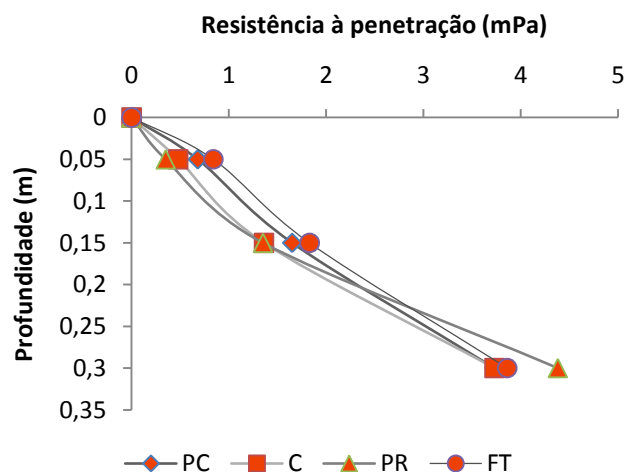
Mesmo com a variação nos índices de densidade não se pode considerar que as áreas ultrapassaram valores críticos, já que, existe muita discordância sobre os valores máximos toleráveis para o bom desenvolvimento de plantas e qualidade ambiental.

Reinert & Reichert (2006), expõem o valor de $1,45\text{ g cm}^{-3}$ como crítico, Corsini & Ferraudo (1999) colocam valores de $1,27\text{ g cm}^{-3}$, já para Souza, Marques Junior y Pereira (2004), valores de $1,40\text{ g cm}^{-3}$ são aceitos como limite de tolerância para a mesma classe textural dos solos estudados no Arroio Palmeirinha.

As diferentes formas de manejo não influenciaram nos valores de resistência mecânica do solo, já que, este atributo não apresentou diferença significativa entre as áreas nas diversas camadas.

Todas as áreas apresentaram valores elevados, acima dos considerados críticos de 2,0 mPa (ARSHAD, LOWERY y GROSSMAN, 1996; SECCO, 2003; LAPEN et al., 2004) na camada de 0,15-0,30 m demonstrando tendência à formação de camada compactada (Figura 2).

Figura 2. Resistência à penetração do solo nas diferentes formas de manejo.



n:15. PC – Plantio Convencional; C – Coivara; PR – Plantio Reduzido; FT – Floresta.

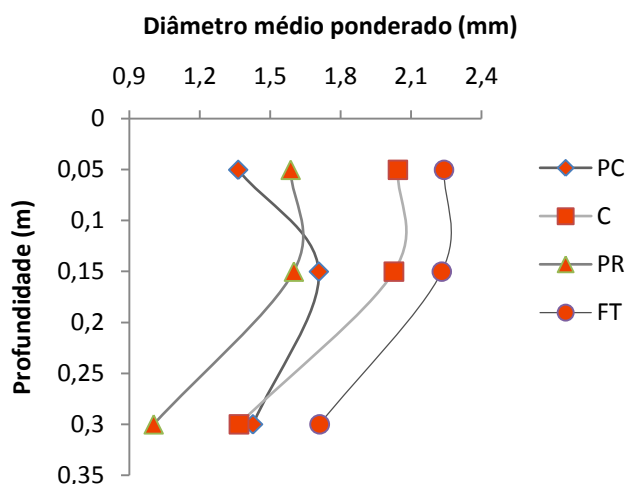
Elaboração: próprio autores

Para áreas cultivadas em rotação milho/feijão, Carvalho et al. (2006) não verificaram relação entre a resistência mecânica e a produtividade. Os referidos autores colocam também que para estas culturas valores entre 1,29 e 2,87 mPa não restringem sua produtividade.

O DMP foi o parâmetro físico que melhor representou as diferenças entre as formas de manejo. A área de coivara foi a única cultivada a apresentar DMP superior a 2 mm na camada superficial.

A área PC apresentou baixo DMP na camada superficial devido ao processo de aração e gradagem que rompe a camada superficial do solo, reduzindo o tamanho dos agregados (Figura 3).

Figura 3. Diâmetro médio ponderado de agregados nas diferentes formas de manejo.



n:6. PC – Plantio Convencional; C – Coivara; PR – Plantio Reduzido; FT – Floresta.

Elaboração: próprio autores

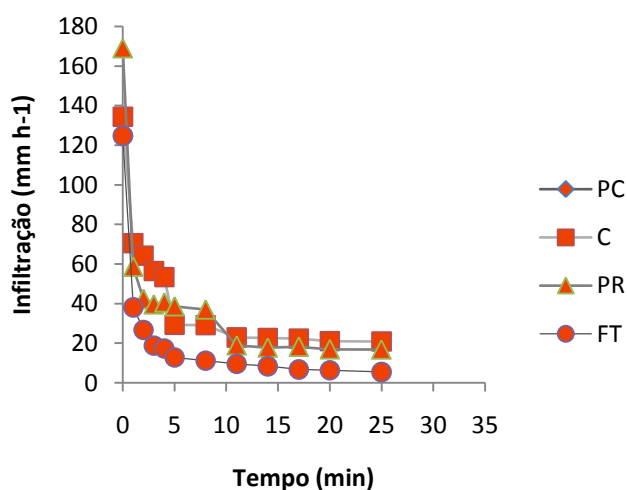
A área PR apresentou índice intermediário na camada superficial, mas com brusca redução nas camadas inferiores. Calonego & Rosolem (2008) e Saltonet al. (2008), colocam que o revolvimento e o trânsito de máquinas acaba por reduzir o DMP, questão que se verifica nas áreas PC e PR.

A infiltração é um importante indicador de estruturação, agregação e transformação do solo (MARCHINI, 2015). Assim mudanças no uso da terra que ocasionam alterações na estrutura do solo, acabam por reduzir a taxa de infiltração de água no solo.

A umidade elevada (35%; outras áreas ≈20%) na área de floresta fez com que esta apresentasse taxa de infiltração reduzida. As áreas C e PR apresentaram parâmetro com dinâmica semelhante e superior às áreas FT e PC (Figura 4).

A área PC apresentou a menor taxa de infiltração. No sistema de plantio convencional devido ao revolvimento do solo ocorre à destruição dos macroporos e aumento dos microporos, com a redução da macroporosidade ocorre redução da infiltração, uma vez que os macroporos são os principais condutores de água no solo em condições saturadas (HILLEL, 1998; BEVEN & GERMANN, 2013; PREVEDELLO et al., 2013).

Figura 4. Infiltração da água no solo em tensão de 0 (zero) cm de água nas diferentes formas de manejo.



n:9. PC – Plantio Convencional; C – Coivara; PR – Plantio Reduzido; FT – Floresta.

Elaboração: próprio autores

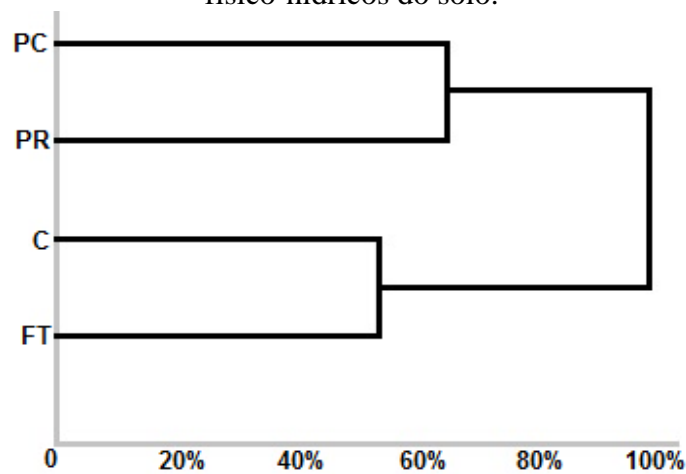
Taxas de infiltração reduzidas podem ocasionar aumento no escoamento superficial que associado à forma do manejo com elevado revolvimento do solo pode resultar no aumento de processos erosivos e nas perdas de solo, água e nutrientes.

A análise de agrupamento (clusters) com base nos dados físico-hídricos demonstrou que a área de coivara apresenta elevada semelhança à área de floresta (Figura 5), demonstrando que este sistema gera menor degradação da qualidade física do solo quando comparada com os demais sistemas de manejo.

As áreas de plantio convencional e plantio mínimo formam outro grupo, com condições físico-hídricas inferiores as áreas de coivara e floresta.

Os resultado obtido neste trabalho diferem do exposto por outros pesquisadores (WUESTetal., 2005; HUBBERT et al., 2006; ARE et al., 2009; THOMAZ, ANTONELI y DOERR, 2014) que consideram este sistema (coivara) um sistema não sustentável.

Figura 5. Análise de grupamento das diferentes formas de manejo com base nos parâmetros físico-hídricos do solo.



Elaboração: próprio autores

Assim como os demais sistemas de manejo a coivara também apresenta elevada dinâmica, que associado a condições intrínsecas do solo pode contribuir para maior ou menor degradação físico-hídrica.

Desta forma, conclui-se que apesar de ser um sistema rudimentar e com emprego de baixa tecnologia, quando realizado de forma adequada o sistema de coivara pode contribuir para melhoria das condições físico-hídricas do solo servindo como um sistema conservacionista de manejo.

Conclusões

- O sistema de coivara apresentou condições físico-hídricas iguais ou superiores ao da área de floresta, e demonstrou que se manejado de forma adequada pode servir como um sistema conservacionista de manejo.
- As áreas de plantio convencional e plantio reduzido apresentaram propriedades físico-hídricas semelhantes e que demonstram maior degradação solo quando comparadas com o sistema de coivara.
- Conclui-se também, que o não revolvimento do solo, associado ao tempo de regeneração na área de coivara, foi fundamental para a manutenção da estrutura do solo, representada pela menor densidade e maiores diâmetros de agregados e taxa de infiltração de água.



Referências bibliográficas

ARE, K. S.; OLUWATOSIN, G. A.; ADEYOLANU, O. D.; OKE, A. O. Slash and burn effect on soil quality of na Alfisol: Soil physical properties. **Soil Tillage Research**, Amsterdam. v. 103, p.4-10, 2009.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Eds). *Methods for assessing soil quality*. **Soil Science Society of America**, Madison, p.123-141, 1996.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN Jr., W. A.. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BEVEN, K.; GERMANN, P. Macropores and water flow in soils revisited. **Water Resources Research**. Washington DC, v.49, p.3071-3092, 2013.

CALONEGO, J. C.; ROSOLEM, C. A. Estabilidade de agregados do solo após manejo com rotações de culturas e escarificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p.1399-1407, 2008.

CARVALHO, G.J.; CARVALHO. M.P.; FREDDI, O.S.; MARTINS, M.V. Correlação da produtividade do feijão com a resistência à penetração do solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n. p.765-771, 2006.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S.. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, p.289-298, 1999.

EMBRAPA. Centro Nacional de pesquisa do solo. *Manual de métodos de análise do solo*. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 212p. 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. *Sistema brasileiro de classificação de solos*.3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 353p. 2013.

FAO. *Base de dados FAOSTAT*. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em: 20 de maio de 2016.



FNP - Consultoria & Comercio. **Anuário da Agricultura Brasileira** – AGRIANUAL 2007. Feijão. São Paulo, 2007. (Agrianual, 2007).

HILLEL, D. *Environmental soil physics*. San Diego: Academic Press, 771 p. 1998.

HUBBERT, K.R.; PREISLER, H.K.; WOHLGEMUTH, P.M.; GRAHAM, R.G.; NAROG, M.G. Prescribed burning effects on soil physical properties and soil water repellency in a steep chaparral watershed, Southern California, USA. **Geoderma**. Londres 130, 284–298, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Agropecuário*. Rio de Janeiro: IBGE, 777p. 2006.

KIEHL, E. J. *Manual de Edafologia: Relações solo planta*. São Paulo: Ceres, 276p. 1979.

LAPEN, D.R.; TOPP, G. C.; GREGORICH, E. G.; CURNOE, W.E. Least limiting water range indicator of soil quality and corn production, eastern Ontario, Canada. **Soil Tillage Research**, Washington, DC, v.78, p.151-170, 2004.

MARCHINI, D. C.; LING, T. C.; ALVES, M. C.; CRESTANA, S.; SOUTO FILHO, S. N.; ARRUDA, O. G. de. Matéria orgânica, infiltração e imagens tomográficas de latossolo em recuperação sob diferentes tipos de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.19, n.6, p.574 – 580, 2015.

MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. A.; STAFFORD, S. G.. *Multivariate statistics for Wildlife and Ecology Research*. New York: Springer-Verlag, 2000, 283p.

MINEROPAR, Minerais do Paraná. *Mapa de Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná*. Escala 1:650000. 2007. Disponível em <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=133>. Acesso em 04 de outubro de 2012

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO – DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E COMUNICAÇÕES. *Carta topográfica de Reserva- PR*. Folha SG.22-X-A-IV-1. Escala 1: 50000.

PEREIRA, A. A.. *Uso e degradação do solo em áreas sob diferentes sistemas de manejo, município de Reserva - PR*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR. 61p. 2013.



POTT, C. A.; DE MARIA, I. C.. Comparação de métodos de campo para determinação da velocidade de infiltração básica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.27, n.1, p. 19-27, 2003.

PREVEDELLO, J.; VOGELMANN, E. S.; KAISER, D. R.; REINERT, D. J.. A funcionalidade do sistema poroso do solo em floresta de eucalipto sob Argissolo. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v.41, n.100, p.557-566, 2013.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. *Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações*. 2 ed. Barueri: Manole, 500p. 2012.

REINERT, D. J.; REICHERT, J.M.. *Propriedade físicas do solo*. Santa Maria, UFSM, 18p. 2006.

SALVADOR, C. A.. Análise da conjuntura agropecuária safra 2011/2012. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB-PR). **Relatório técnico**, 2011. Disponível em www.seab.pr.gov.br. Acesso em março de 2012.

SALTON, J.C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BOENI, M.; CONCEIÇÃO, P.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACEDO, M.C.M.; BROCH, D.L.. Agregação e estabilidade de agregados do solo em sistemas agropecuários em Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.32, p.11-21, 2008.

SECCO, D.. **Estados de compactação e suas implicações no comportamento mecânico e na produtividade de culturas em dois latossolos sob plantio direto**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 171 p. 2003.

SOUZA, Z. M.; MARQUES JUNIOR, J.; PEREIRA, G. T.. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.28, p. 937-944, 2004.

STOLF, R.. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, n.2, p.229-235, 1991.

THOMAZ, E.L.. The influence of traditional steep land agricultural practices on runoff and soil loss. **Agriculture Ecosystems Environment**. 130, p.23–30, 2009.



THOMAZ, E. L.; ANTONELI, V.; DOERR, S. H.
Effectsoffireonthephysicochemicalpropertiesofsoil in a slash-and-burnagriculture. **Catena**,
Amsterdan. v.122, p.209-215, 2014.

WUEST, S.B.; CAESAR-TONTHAT, T.C.; WRIGHT, S. F.; WILLIAMS, J.D.
Organicmatteraddition, N andresidueburningeffectsoninfiltration, biological,
andphysicalpropertiesofanintensivelytilledsilt-loamsoil. **SoilTillageResearch**. Amsterdam.
v.84, 154–167, 2005.