



Avaliação da qualidade do solo em sistemas agrícolas consorciados através do Índice de Qualidade Nemoro – Resultados preliminares⁽¹⁾.

Wharley Pereira dos Santos⁽²⁾; Marx Leandro Naves Silva⁽³⁾; Bernardo Moreira Cândido⁽⁴⁾; Pedro Velloso Gomes Batista⁽⁵⁾; Pedro Luiz Terra Lima⁽⁴⁾; Marcelo Ângelo Cirillo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FAPEMIG, CNPq, CAPES.

⁽²⁾ Estudante de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, wharleypereira@gmail.com; ⁽³⁾ Professor titular, Universidade Federal de Lavras; ⁽⁴⁾ Estudante de doutorado, Universidade Federal de Lavras; ⁽⁵⁾ Estudante de Mestrado, Universidade Federal de Lavras; ⁽⁶⁾ Professor Associado I, Universidade Federal de Lavras.

RESUMO: Avaliar a qualidade do solo em sistemas agrícolas é primordial para a verificação do seu estado atual. Para isso são utilizados indicadores de qualidade do solo através de conjuntos de diferentes atributos físicos e químicos. O objetivo desse estudo foi avaliar a qualidade do solo por meio do Índice de Qualidade Nemoro (IQN). Avaliaram-se diferentes sistemas de uso e manejo do solo com plantas de cobertura (feijão-de-porco (Canavalia ensiformis (L.) DC), milho (Zea mays), tendo parcelas com cultivo de milho solteiro (Mo), feijão-de-porco (FP), consórcio de milho com feijão-de-porco (Mo+FP) e solo descoberto (SD). Como referência para o estudo, realizou-se amostragem em uma área sob mata nativa (MN) nas proximidades. Atributos físicos e químicos foram selecionados para composição do Conjunto Mínimo de Dados (CMD). Foram incluídos no CMD: Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Matéria Orgânica do Solo (MOS), Saturação por Bases (SB), CTC total, Volume Total de Poros (VTP), Macroporosidade (MA) e Densidade do Solo (Ds). A área sob mata nativa apresentou o maior IQN em comparação aos demais tratamentos. O índice de qualidade do solo Nemoro (IQN) mostra-se sensível aos tratamentos estudados, porém esse método não conseguiu diferenciar significativamente estes tratamentos. Os maiores valores de IQN foram verificados para o sistema sob mata nativa (MN), seguido dos sistemas de cultivo consorciados (Mo + FP) e solteiro (FP e Mo), e o menor valor foi verificado no solo descoberto (SD). Novos estudos que comparem diferentes índices de qualidade do solo através de conjuntos diferentes de indicadores ainda são necessários.

Termos de indexação: Plantas de Cobertura, Milho, Qualidade do Solo.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre qualidade do solo são importantes para o diagnóstico do estado atual do solo sob diversos usos e sistemas de manejo, através da análise dos seus parâmetros físicos e químicos.

Estudos de Doran e Parkin (1996) definiram a qualidade do solo como sendo a capacidade do solo funcionar dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade ambiental, e promover a sanidade vegetal e animal.

O desenvolvimento de índices que quantifiquem a qualidade do solo é realizado a partir de três passos. Primeiramente, definem-se os indicadores de qualidade do solo dentre os atributos físicos e químicos, atribui-se uma pontuação para cada indicador, e por último, integra-se os indicadores em um único índice (Karlen et al., 2003). Cada indicador é avaliado de acordo a sua contribuição para uma determinada função do solo com o método específico que defina o conjunto de dados a serem utilizados em um modelo de índice (Qi et al., 2009).

Um indicador dentro do índice de qualidade do solo evidencia a capacidade de produção sustentável de acordo à influência dos principais parâmetros de qualidade analisados. Para isso, tem-se uma abordagem estatística multivariada de forma a compor uma adequação no modelo de índice de qualidade.

Objetivou-se com esse trabalho, avaliar o desempenho do índice de qualidade do solo Nemoro em sistemas agrícolas consorciados, na cultura do milho e utilizando como planta de cobertura e consórcio o feijão-de-porco.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desse estudo foram utilizados dados de 2014 correspondentes a um experimento realizado no setor de Agricultura da Universidade Federal de Lavras entre os anos de 2007 e 2014, localizado nas coordenadas 21°13'20" S e 44°58'17" W, com aproximadamente 925 m de altitude e classificação climática Cwb segundo Alvares et al. (2013). O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, com declividade de 12%.

Foram utilizados três sistemas de manejo, com duas espécies vegetais: plantio solteiro de milho



(*Zea mays*); feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e plantio consorciado de milho com feijão-de-porco. Esses sistemas foram rearranjados em parcelas experimentais que complementaram o histórico de uso da área com plantas de cobertura do solo. Algumas parcelas foram mantidas com o solo descoberto simulando a situação de degradação e foram comparados também com a situação de equilíbrio Mata Nativa.

A amostragem foi realizada com três repetições por parcela para a determinação de atributos físicos e químicos. Amostras com estrutura deformada foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, sendo secas ao ar e passadas por uma peneira de 2 mm. Já as de estrutura indeformada, foram coletadas com amostrador de Uhland, em cilindros com volume conhecido, numa profundidade de 10 cm. Para efeito de comparação, foi também feito o mesmo procedimento de amostragem em uma área de mata nativa próxima à área experimental.

Os atributos do solo foram avaliados considerando o período após decomposição da palhada do ciclo de cultivo anual. Atributos físicos e químicos foram selecionados por opinião técnica para composição do Conjunto Mínimo de Dados (CMD).

Os atributos físicos selecionados foram: densidade do solo (Blake e Hartge, 1986), volume total de poros (Danielson et al., 1986), macroporosidade (Grohmann, 1960) e estabilidade de agregados via úmida expressa em DMG (Kemper e Rosenau, 1986). Já para os atributos químicos foram selecionados parâmetros de fertilidade (SB e T) e a matéria orgânica do solo (MOS), analisados conforme Embrapa (1997).

Avaliou-se dentro do CMD, indicadores que se relacionam com a fertilidade e a conservação do solo e da água, adequando os sistemas de manejo no contexto da erosão hídrica.

Para a padronização das diferentes unidades de medida dos indicadores, foram usadas funções de pontuação padrão (FPP), descritas na **Tabela 1** (Karlen e Stott, 1994; Andrews et al., 2002; Qi et al., 2009; Rahmanipour et al., 2014). Essas funções com pontuações variando entre 0 e 1, foram atribuídas a cada indicador de acordo a sensibilidade desses do tipo: “Mais é melhor” e “Menos é melhor”, no qual a melhor funcionalidade do solo estaria associada a valores altos e baixos respectivamente (Liebig et al., 2001).

Tabela 1 – Funções de pontuação padrão (FPP) para cada indicador selecionado.

Função	FPP
Mais é melhor (MB)	$N(x) = \begin{cases} 0,1 & x \leq L \\ 0,9 \frac{x-L}{U-L} + 0,1 & L < x < U \\ 1 & x \geq U \end{cases}$
Menos é melhor (LB)	$N(x) = \begin{cases} 1 & x \leq L \\ 1 - 0,9 \frac{x-L}{U-L} & L < x < U \\ 0,1 & x \geq U \end{cases}$

Os valores máximos e mínimos de cada indicador foram considerados como limites inferiores (L) e superiores (U) (Rahmanipour et al., 2014). Por meio desses valores, aplicam-se as devidas funções de pontuação padrão (**Tabela 1**), sendo x, o valor do indicador selecionado em cada amostra de solo e N(x), o valor normalizado de cada indicador.

Para o cálculo dos índices que qualidade do solo, mesmo não havendo um índice padrão que quantifique essa qualidade, optou-se nesse estudo pela adequabilidade de uso do Índice de Qualidade Nemoro (IQN) (Qin e Zhao, 2000) (**Eq.(1)**), servindo como análise inicial dos diferentes sistemas de manejo no histórico de uso do solo.

$$QN = \sqrt{\frac{P_{med}^2 + P_{min}^2}{2}} \times \frac{n-1}{n} \quad (1)$$

Pela equação do modelo proposto, P_{med} é a média e P_{min} é o mínimo das pontuações obtidas pelos pelos indicadores selecionados em cada ponto amostral (Qi et al., 2009).

As médias dos índices de qualidade do solo gerados em cada tratamento dentro dos sistemas de uso e manejo do solo foram comparadas entre si pelo teste Scott-Knott (1974), sendo agrupadas através do algoritmo de agrupamento de Scott Knott, disponível no software R 3.2.0 (R Development, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos índices de qualidade pelo método IQN mostram que o ambiente sob mata nativa (MN) apresentou o maior valor em comparação aos demais tratamentos, com IQN de 0,51 (**Figura 1**), sendo seguindo pelos tratamentos feijão-de-porco (FP), feijão-de-porco + milho (FP+Mo), milho solteiro (Mo) e por último, o solo descoberto (SD).

Pela análise do algoritmo de Scott-Knott (**Figura**



2) percebe-se com clareza uma separação em dois grupos, em que o ambiente com mata nativa se distingue em relação aos demais.

O segundo grupo formado evidencia a tendência das leguminosas como cobertura do solo melhorarem a sua qualidade. Quando em um histórico de uso com consórcio com gramíneas, tem-se um maior aporte de palhada no solo e, dessa forma, aumento de matéria orgânica. Nesse grupo há um reflexo do tipo de manejo que vem sendo adotado ao longo do tempo, o que provocou uma homogeneidade na qualidade do solo nos seus sistemas.

Alvarenga et al. (2012) e Freitas et al. (2012) também observaram um comportamento semelhante em que áreas com vegetação nativa apresentaram maiores valores de índices de qualidade do solo. Dessa forma, o criterioso uso e o manejo do solo são fundamentais para a garantia da fertilidade e conservação do solo e da água.

CONCLUSÕES

O índice de qualidade do solo Nemoro (IQN) mostra-se sensível aos tratamentos estudados.

Os maiores valores de IQN foram verificados para o sistema sob mata nativa (MN), seguindo dos sistemas de cultivo consorciados (Mo + FP) e solteiro (FP e Mo), e o menor valor foi verificado no solo descoberto (SD).

Cabe ressaltar que há necessidade de estudos futuros que comparem diferentes índices de qualidade do solo através de conjuntos diferentes de indicadores físicos e químicos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, CAPES e CNPq pelo apoio.

REFERÊNCIAS

Alvarenga CC, Mello CR, Mello JM, Silva AM, Curi N. Índice de qualidade do solo associado à recarga de água subterrânea (IQSRA) na bacia hidrográfica do Alto Rio Grande, MG. *R. Bras Ci Solo*. 2012; 36: 608-1619.

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol Z*. 2013; 22: 711-728.

Andrews SS, Karlen DL, Mitchell JP. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. *Agric Ecosyst Environ*. 2002; 90:25-45.

Blake GR, Hartge KH. Bulk density. In: Klute A., ed. *Methods of soil analysis*. 2nd ed. Madison, ASA; 1986a. p.363-375.

Danielson RE, Sutherland PL. Porosity. In: Klute A., ed. *Methods of soil analysis*. 2nd ed. Madison, ASA; 1986. p.443-461.

Doran JW, Parkin TB. Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set. In: Dora JW, Jones AJ., eds. *Methods for assessing soil quality*. Madison, SSSA (SSSA Special Publication, 49); 1996. p.25-37.

Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura;1997.

Freitas DAF, Silva MLN, Cardoso EL, Curi N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. *Rev. Ciên Agron*. 2012; 43:417-428.

Grohmann F. Distribuição do tamanho de poros em três tipos de solo do Estado de São Paulo. *Bragantia*. 1960; 19:319-328.

Karlen DL, Ditzler CA, Andrews SS. Soil quality: why and how? *Geoderma*. 2003; 114:145-156.

Karlen DL, Stott DE. A framework for evaluating physical and chemical indicators of soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart BA. (Ed.). *Defining soil quality for sustainable environment*. Madison: SSSA Proceedings; 1994. p. 53-72.

Kemper WD, Rosenau RC. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A., ed. *Methods of soil analysis*. 2nd ed. Madison,WI: ASA and SSSA;1986. p.425-442.

Liebig MA, Varvel GE, Doran JW. A simple performance-based index for assessing multiple agroecosystem functions. *Agron J*. 2001; 93:313-318.

Qi Y, Darilek JL, Huang B, Zhao Y, Sun W, Gu Z. Evaluating soil quality indices in an agricultural region of Jiangsu Province, China. *Geoderma*. 2009; 149:325-334.

Qin MZ, Zhao J. Strategies for sustainable use and characteristics of soil quality changes in urban-rural marginal area: a case study of Kaifeng. *Acta Geogr Sin*. 2000; 55: 545-554.

Rahmanipour F, Marzaioll R, Bahrami HA, Fereidouni Z, Bandarabadi SR. Assessment of soil quality indices in agricultural lands of Qazvin Province, Iran. *Ecol Indic*. 2014; 40:19-26.

R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2015.

Scott A, Knott M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*. 1974; 30:507-512.

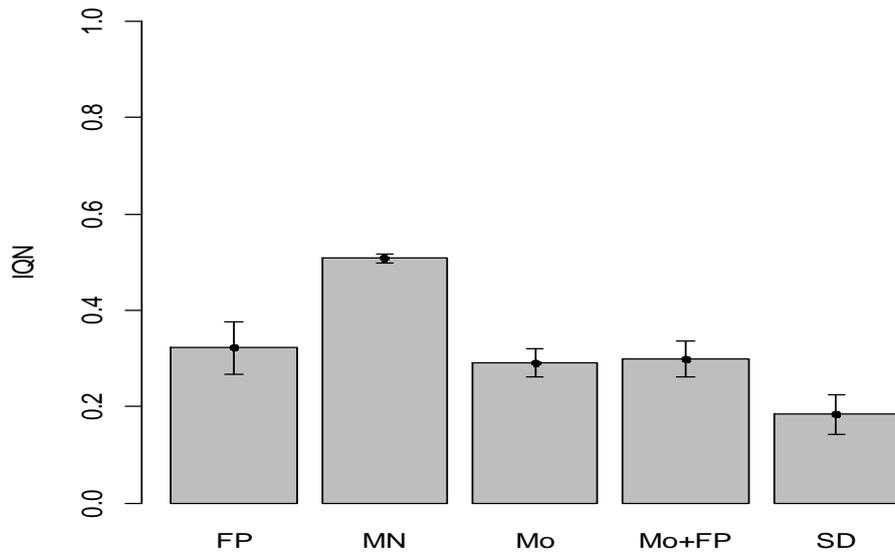


Figura 2- Índices de Qualidade do Solo Nemoro (IQN) para os tratamentos avaliados: FP = feijão-de-porco, MN = Mata Nativa, Mo = Milho, Mo+FP = Milho + Feijão-de-porco e solo descoberto (SD).

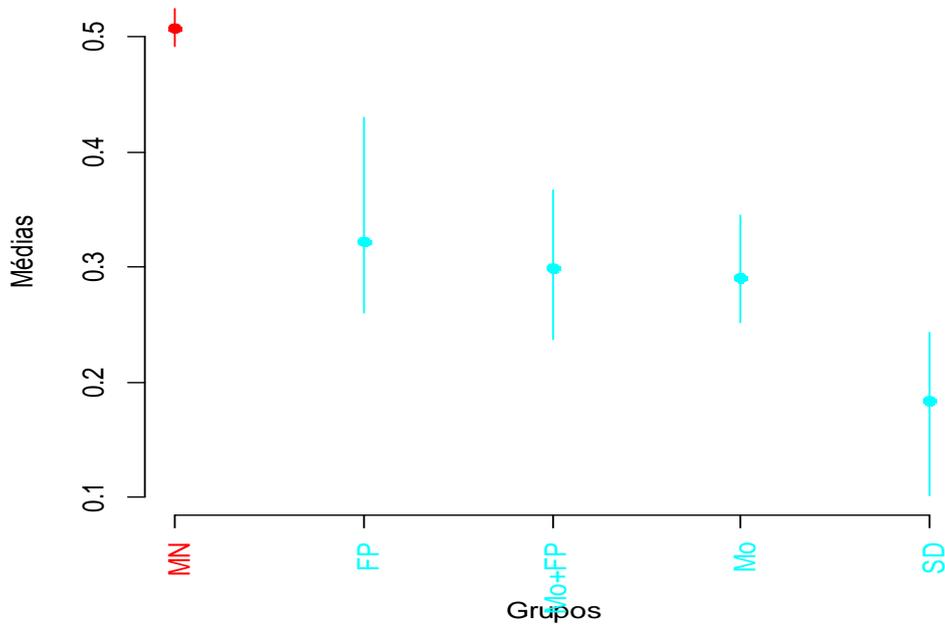


Figura 1 - Índice de Qualidade Nemoro (IQN) para os sistemas estudados (Scott-Knott, $\alpha = 5\%$).