



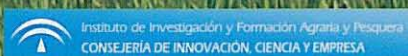
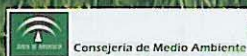
Tendencias Actuales de la Ciencia del Suelo

Editado por
NICOLÁS BELLINFANTE
&
ANTONIO JORDÁN

IICICS2006

II Congreso
Ibérico de la
Ciencia
del Suelo

II Congresso
Ibérico da
Ciência
do Solo



ISBN 978-84-690-4129-1

Implicações das técnicas de preparação do terreno na qualidade do solo em sistemas florestais

F. FONSECA¹, A. MARTINS², T. DE FIGUEIREDO¹, C. NOGUEIRA¹ & A. GUERRA¹

¹ Escola Superior Agrária de Bragança, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal.

² Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Apartado 1013,5001-911 Vila Real, Portugal.

Resumo

A avaliação da qualidade do solo constitui uma importante ferramenta para observação da sustentabilidade das práticas de manejo do solo. Nesse sentido, aplicou-se uma metodologia de avaliação a sete modalidades de preparação do terreno (tratamentos) com diferentes intensidades (ligeira, intermédia e intensiva), para observação dos impactes sobre parâmetros qualitativos do solo. Os tratamentos considerados foram: (1) testemunha, sem mobilização (TSMO); (2) plantação à cova, com broca rotativa (SMPC); (3) ripagem contínua, seguida de lavoura localizada com riper equipado com aivequilhos (RCAV); (4) sem ripagem e armação do terreno em vala e câmore (SRVC); (5) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmore (RLVC); (6) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmore (RCVC); (7) ripagem contínua seguida de lavoura contínua (RCLC). Em cada tratamento com armação do terreno em vala e câmore (SRVC, RLVC, RCVC), foram observados 12 perfis do solo (4 na linha de plantação, 4 na entre linha, 4 no câmore). Nos restantes tratamentos, dada a homogeneidade das parcelas, foram observados 4 perfis por tratamento. A avaliação da qualidade do solo foi realizada com base nas características morfológicas dos perfis de solos por observação no campo e nos resultados a analíticos de amostras de solo colhidas nos mesmos, nas profundidades 0-20; 20-40 e 40-60 cm. Os tratamentos SRVC, RLVC e RCLC apresentam espessura efectiva mais elevada tendo havido um acréscimo entre 30 a 40 cm relativamente à situação original. Igualmente apresentam os maiores teores de carbono e azoto totais na camada 20-40 cm e os menores na camada mineral superficial. De um modo geral, não ocorrem diferenças significativas entre tratamentos para as bases de troca, capacidade de troca catiónica, acidez de troca e grau de saturação em bases, bem como nos valores de pH. A percentagem das partículas de granulometria mais fina tende a aumentar com a intensidade de mobilização do solo, verificando-se comportamento inverso para a

massa volúmica e resistência do solo à penetração. Nas condições do estudo, os tratamentos SRVC e RLVC mostraram ser as técnicas de preparação do terreno mais sustentáveis na instalação de povoamentos florestais.

Abstract

Soil quality evaluation is an important tool to observe the sustainability of soil management practices. Therefore, an evaluation methodology was applied to seven sets (treatments) related to site preparation operations in order to observe the impacts of them on soil quality parameters. The considered treatments were: (1) None (TSM0); (2) Hole plantation using a hole digger (SMPC); (3) Continuous subsoil mobilisation, using a covering shovel (RCAV); (4) Furrow-hillock surface soil with two plough passes, without previous subsoil mobilisation (SRVC); (5) Located subsoil mobilisation, followed by two plough passes, leaving furrow-hillock surface soil (RLVC); (6) Continuous subsoil mobilisation, followed by two plough passes, leaving furrow-hillock surface soil (RCVC); (7) Continuous subsoil mobilisation, followed by continuous plough (RCLC). In each of the treatments SRVC, RLVC, RCVC, there were observed and sampled 12 soil profiles (4 in the row plantation, 4 between rows and 4 in the hillock). To the other treatments and considering the homogeneity of the plots, only 4 soil profiles were observed and sampled. Soil evaluation quality was done taking into account the soil morphology and soil analyses results at 0-20, 20-40 and 40-60 cm depth. The treatments SRVC, RLVC and RCLC showed the highest depth with an increasing of 20 to 40 cm related to the original situation. Also the same treatments presented the highest values of carbon and nitrogen in the layer 20-40 cm depth but the lowest in the surface soil layer. Generally, no significant differences were found among treatments to the exchangeable bases and acidity, exchange capacity, base saturation and pH values. The amounts of finer particles showed a tendency of increasing with the tillage intensity and, on the contrary, the opposite tendency to the bulk density and soil compacity. To the studied conditions, the SRVC and RLVC treatments seems to be the most sustainable set of site preparation operations to the new plantations of forest stands.

Introdução

A qualidade do solo é um factor essencial na sustentação global da biosfera e fundamental na sustentabilidade dos sistemas florestais (Wang & Gong, 1998). Durante as duas últimas décadas do século XX, ocorreu uma modificação na percepção geral da importância do solo como um componente chave dos ecossistemas, o que contribuiu para o reconhecimento da necessidade de manter ou melhorar a sua capacidade de realizar uma multiplicidade de funções (Nortcliff, 2002). Por outro lado, tomou-se consciência que o solo não é um recurso inesgotável e se usado de forma imprópria ou sob má gestão pode perder-se num período relativamente curto de tempo, com poucas oportunidades para a sua recuperação (Nortcliff, 2002). Estes factores conduziram a um aumento da necessidade do

estabelecimento de critérios que permitam avaliar a qualidade dos solos e sua comparação quando submetidos a diferentes práticas de manejo (Karlen *et al.*, 1994; Wang & Gong, 1998; Hussain *et al.*, 1999). Dada a complexidade da natureza do solo e o elevado número de propriedades que podem ser avaliadas, é importante seleccionar as mais adequadas aos objectivos do manejo do solo (Schoenholtz *et al.*, 2000). Para a comparação de diferentes técnicas de preparação de solos florestais, Schoenholtz *et al.* (2000) sugerem como indicadores da qualidade do solo a espessura de enraizamento, densidade aparente, resistência do solo à penetração, granulometria das partículas, estabilidade da agregação, teor de matéria orgânica, disponibilidade de nutrientes, capacidade de troca catiónica, grau de saturação em bases e pH, uma vez que estas variáveis são geralmente sensíveis às práticas de manejo do solo. Para as condições dos solos florestais portugueses, é escassa a informação sobre a influência das técnicas de preparação do terreno nas alterações da qualidade do solo, pelo que a aplicação das técnicas de preparação do terreno não tem sido devidamente suportada por resultados experimentais que permitam a selecção das mais adequadas a cada situação e respeitem os critérios de conservação ou melhoria da qualidade do solo. Este trabalho tem como objectivo avaliar a qualidade de solos florestais submetidos a diferentes técnicas de preparação do terreno, com base em propriedades físicas e químicas, e dar indicação de qual ou quais as técnicas mais adequadas para a região em estudo.

Material e métodos

O campo experimental foi instalado entre Novembro de 2001 e Março de 2002 em Lamas de Podence, concelho de Macedo de Cavaleiros, com as coordenadas geográficas 41° 35' N e 6° 57' W, situado entre os 660 e os 701 m de altitude. A temperatura média anual é de 12°C e a precipitação média anual de 800 mm, com uma distribuição sazonal tipicamente mediterrânea (INMG, 1991). O relevo varia de ondulado suave a ondulado, e os solos originais integram-se na associação de unidades Leptosolos dístricos órticos de xistos e Cambissolos dístricos crómicos de xistos (Agroconsultores & Coba, 1991). O ensaio engloba três blocos em áreas contíguas, mas com litologia e topografia diferentes. O bloco I situa-se na parte mais elevada da parcela, numa área sedimentar, aplanada, de relevo residual, com declive de 6% e os blocos II e III em zonas de encosta com declives de 22% e 12%, respectivamente, com exposição e litologia idênticas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado dentro de cada bloco, totalizando 3 repetições (blocos) e 7 modalidades de preparação do terreno (tratamentos), que abrangem vários graus de mobilização e armação do terreno, com diferentes intensidades: (1) sem mobilização (testemunha) (TSMO); (2) plantação à cova, com broca rotativa (SMPC); (3) ripagem contínua, seguida de lavoura localizada com ripper equipado com aivequilhos (RCAV); (4) sem ripagem e armação do terreno em vala e câmorro (SRVC); (5) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmorro (RLVC); (6) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmorro (RCVC); (7) ripagem contínua seguida de lavoura contínua (RCLC). As parcelas apresentam dimensões de 25 × 15 m, perfazendo uma área experimental de cerca de 0,9 hectares. As espécies utilizadas foram a *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS),

num compasso de 4×2 m, em linhas alternadas, num total de quatro linhas (duas de *PM* e duas de *CS*), com 12 plantas cada (24 *PM* e 24 *CS*), por parcela. Em cada tratamento com armação do terreno em vala e cômodo (SRVC, RLVC, RCVC), foram observados 12 perfis do solo (4 na linha de plantação, 4 na entre linha, 4 no cômodo). Nos restantes tratamentos, dada a homogeneidade das parcelas, foram observados 4 perfis por tratamento. A avaliação da qualidade do solo foi realizada com base nas características morfológicas dos perfis de solos por observação no campo, na análise laboratorial de amostras de terra colhidas nos mesmos, nas profundidades 0-20; 20-40 e 40-60 cm e no cálculo de índices de qualidade do solo. Os índices de qualidade do solo foram determinados segundo a metodologia proposta por Karlen *et al.*, (1994), a partir da selecção de seis características do solo: massa volúmica, espessura efectiva, carbono total, azoto total, capacidade de troca catiónica e pH associadas a três funções do solo determinantes no crescimento vegetal: relações com a água, relações com os nutrientes e relações com o enraizamento.

Resultados e discussão

A mobilização do solo contribuiu para uma diminuição da resistência do solo à penetração (figura 1A) e da massa volúmica (figura 1B) em todas as profundidades consideradas, o que é mais evidente nos tratamentos de mobilização intermédia (SRVC, RLVC) e intensiva (RCVC, RCLC). A mobilização do solo ao diminuir a resistência do solo à penetração e a massa volúmica afectou favoravelmente as condições físicas do solo e a sua relação com as plantas (Wang & Gong, 1998). Na camada mineral superficial (0-20 cm), observa-se um aumento da percentagem de argila nos tratamentos com armação do terreno em vala e cômodo (SRVC, RLVC e RCVC), com tendência inversa nas camadas de solo mais profundas (20-40 e 40-60 cm) (quadro 1), que será o resultado da inversão de camadas e da aceleração dos processos de alteração mineral.

Em comparação com o solo original (TSMO), as técnicas de preparação do terreno com mobilização do solo intermédia e intensiva, contribuíram para um decréscimo significativo do teor de carbono (59, 48, 35 e 47% para os tratamentos SRVC, RLVC, RCVC e RCLC, respectivamente) e de azoto (45, 33, 30 e 44% para os mesmos tratamento, respectivamente) na camada mineral superficial (0-20 cm) (Quadro 1), sendo o resultado da rotura do equilíbrio entre os processos de formação e mineralização do húmus (Saviozzi *et al.*, 2001). Normalmente, a preparação do terreno favorece a mistura entre a matéria orgânica e mineral do solo, o que estimula o crescimento da população bacteriana e a decomposição e mineralização da matéria orgânica (Madeira *et al.*, 1989; Hussain, *et al.*, 1999; Islam & Weil, 2000), conduzindo a perdas ou transferência de nutrientes (Piatek *et al.*, 2003), nomeadamente carbono e azoto (Islam & Weil, 2000). Nos mesmos tratamentos, o teor de carbono e azoto tende a aumentar em profundidade, mostrando teores significativamente mais elevados na camada (40-60 cm), o que está associado à migração de matéria orgânica no perfil do solo por acção da mobilização. Apesar das modificações verificadas nos teores de carbono e azoto, Dick *et al.* (1998) referem que as maiores variações no teor de matéria orgânica ocorrem durante os

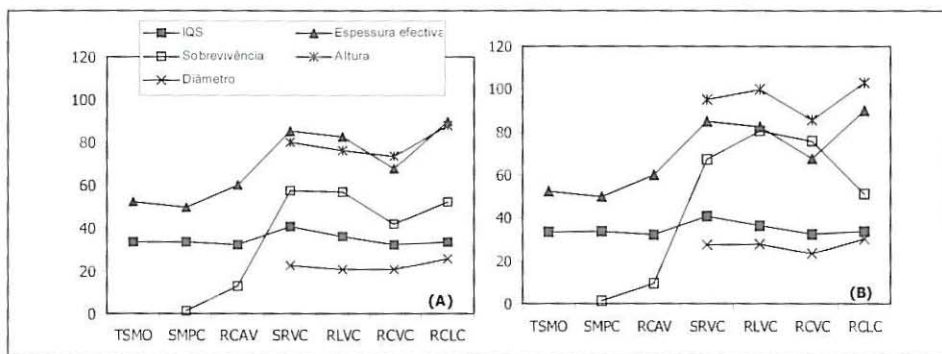


Figura 2. Comparação da taxa de sobrevivência e dos crescimentos em altura e diâmetro das espécies *PM* (A) e *CS* (B) com a espessura efectiva e o índice de qualidade do solo, segundo os tratamentos.

Conclusões

A preparação do terreno para a instalação do povoamento, aumentou a espessura efectiva e diminuiu a resistência do solo à penetração e a massa volúmica do solo, sendo frequente a ocorrência de uma camada heterogénea superficial, com mistura de características de horizontes A e B. O efeito do ripper é principalmente evidente na fragmentação do material originário. Nos tratamentos de mobilização ligeira do solo (SMPC, RCAV), os efeitos da mobilização são pouco evidentes, aproximando-se as características destes solos com a situação original (TSMO), resultando numa elevada mortalidade das espécies florestais aí instaladas, pelo que não são recomendáveis para a região em estudo. Os tratamentos de mobilização do solo intermédia (SRVC, RLVC), apesar da significativa redução do teor de carbono e azoto, globalmente contribuíram para uma melhoria da qualidade do solo, apresentando as maiores taxas de sobrevivência e bons crescimentos em altura e diâmetro 42 meses após a instalação do povoamento. O aumento da intensidade das operações de preparação do terreno (RCVC, RCLC), com elevação dos custos de produção e possível agravamento de impactes ambientais, não se traduziu em resultados compensatórios tanto em propriedades medidas no solo, como no sucesso das plantações. Deste modo, na região em estudo, os tratamentos SRVC e RLVC mostraram ser as técnicas de preparação do terreno mais sustentáveis para a instalação de povoamentos florestais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa Agro, Medida 8, Acção 8.1 (Projecto AGRO nº 156), o suporte financeiro que permitiu a realização deste estudo.

Referências

- Agroconsultores & Coba (1991). Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real.
- Binkley, D. (1986). Forest Nutrition Management. John Wiley & Sons, New York.
- Dick, W. A., Blevins, R. L., Frye, W. W., Peters, S. E., Christenson, D. R., Pierce, F. J. & Vitosh, M. L. 1998. Impacts of agricultural management practices on C sequestration in forest-derived soils of the eastern Corn Belt. *Soil & Till. Res.* 47:235-244.
- Honrubia, M., Torres, P., Díaz, G., & Cano, A. (1992). Manual para micorrizar plantas en viveros forestales. Ministerio de Agricultura, Peca y Alimentacion. ICONA
- Hussain, I. Olson, K.R., Wander, M.M. & Karlen, D.L. (1999). Adaptation of soil quality indices and application to three tillage systems in southern Illinois. *Soil & Till. Res.* 50:237-249.
- INMG (1991). Normais Climatológicas da Região de "Trás-os-Montes e Alto Douro" e "Beira Interior" Correspondentes a 1951-1980. Fascículo XLIX, Volume 3, 3ª Região. Lisboa.
- Islam, K.R. & Weil, R.R. (2000). Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 79:9-16.
- Karlen, D.L., Wollenhaupt, N.C., Erbach, D.C., Berry, E.C., Swan, J.B., Eash, N.S. & Jordahi, J.L. (1994). Long-term tillage effects on soil quality. *Soil & Till. Res.* 32:313-327.
- Madeira, M.A.V., Melo, G.F. Alexandre, C.A., & Steen, E. (1989). Effects of deep ploughing and superficial disc harrowing on physical and chemical soil properties and biomass in a new plantation of *Eucalyptus globulus*. *Soil & Till. Res.* 14:163-175.
- Metson, A.J. (1956). Methods of chemical analysis for survey samples. Soil Bureau Bol. nº12. New Zealand Dept. Scient. Ind. Research.
- Norteliff, S. (2002). Standardisation of soil quality attributes. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88:161-168.
- Piatek, K. B., Harrington, C. A., & Debell, D.S. (2003). Site preparation effects on 20 year survival and growth of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and on selected soil properties. *Western J. Appl. For.* 18(1):44-51.
- Santos, Q. (1991). Fertilização – Fundamentos da utilização dos adubos e correctivos. Publicações Europa América. Mem Martins.
- Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Cardelli, R., & Riffaldi, R. (2001). A comparison of soil quality in adjacent cultivated, forest and native grassland soils. *Plant and Soil*, 233: 251-259.
- Sharma. K. L, Mandal, U.K., Srinivas, K., Vittal, K.P.R., Mandal, B., Grace, J. K., & Ramesh, V. (2005). Long-term soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. *Soil & Till. Res.* 83:246-259.
- Schoenholtz, S.H., Van Miegroet, H. & Burger, J.A. (2000). A review chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. p. 335-356. En: Boyle, J.R., & Powers, R.F. (eds.). *Forest soils and ecosystems sustainability*. Elsevier. New York.

Wang, X., & Gong, Z. (1998). Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China. *Geoderma* 81:339-355.