

PROTEGER AS FUNÇÕES DO SOLO ASSEGURAR A VIDA DA TERRA

**Maria do Carmo Horta
Carlos Alexandre
(eds.)**



**Encontro Anual das Ciências do Solo
Castelo Branco 2015**



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Ficha Técnica

Edição

Instituto Politécnico de Castelo Branco

Título

Proteger as Funções do Solo – Assegurar a Vida da Terra
Encontro Anual das Ciências do Solo - 2015

Editores

Maria do Carmo Horta
Carlos Alexandre

Capa, projecto gráfico e paginação

Rui Tomás Monteiro

Arte Final, impressão e acabamento

Serviços Gráficos do IPCB

Publicação on-line

ISBN: 978-989-8196-56-9

Depósito Legal: 404954/16

©

Comissão Organizadora

Maria do Carmo Horta (coordenação), Pedro Lopes, Carlos Alexandre, Fernando Girão Monteiro, Henrique Ribeiro, Maria da Conceição Gonçalves, Tiago Ramos.

Comissão Científica

Afonso Martins (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), António Canatário (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Carlos Alexandre (Universidade de Évora), Corina Carranca (INIAV, Oeiras), Ernesto Vasconcelos (Instituto Superior de Agronomia), Fátima Calouro (INIAV, Lisboa), Fernanda Cabral (Instituto Superior de Agronomia), Fernando Girão Monteiro (Instituto Superior de Agronomia), Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia), João Coutinho Mendes (Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro), João Paulo Carneiro (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Jorge Pinheiro (Universidade dos Açores), José Casimiro Martins (INIAV, Oeiras), Manuel Madeira (Instituto Superior de Agronomia), Manuela Abreu (Instituto Superior de Agronomia), Maria da Conceição Gonçalves (INIAV, Oeiras), Maria do Carmo Horta (Escola Superior Agrária, Castelo Branco), Maribela Pestana (Universidade do Algarve), Miguel Brito (Escola Superior Agrária, Ponte de Lima), Raquel Dias Mano (INIAV, Lisboa), Ricardo Serralheiro (Universidade de Évora), Tomás Figueiredo (Escola Superior Agrária, Bragança).

Impacto da preparação do terreno em indicadores físicos e químicos da qualidade de solos florestais

Site preparation impacts on physical and chemical forest soil quality indicators

Felícia Fonseca¹, Tomás de Figueiredo¹ e Afonso Martins²

Resumo

Na região Mediterrânea é frequente os solos com aptidão florestal apresentarem fraca capacidade de suporte radical, elevado conteúdo de elementos grosseiros e baixo teor em matéria orgânica, o que tende a limitar o armazenamento de água no perfil do solo. Assim, a aplicação de técnicas de preparação do terreno é essencial para melhorar o armazenamento de água e a disponibilidade de nutrientes no solo. Foi instalado um ensaio experimental constituído por 3 blocos onde foram distribuídos aleatoriamente 6 tratamentos que representam diferentes intensidades de preparação do terreno (ligeira, intermédia e intensiva). Antes da preparação do terreno foram observados 48 perfis de solo e um ano após a instalação do povoamento florestal, foram observados 6 perfis de solo por tratamento na linha de plantação. Para avaliar os efeitos das técnicas de preparação do terreno nas propriedades do solo e possíveis relações com a resposta das espécies florestais, foram colhidas amostras de solo nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. A monitorização da qualidade do solo foi baseada em propriedades morfológicas observadas nos perfis de solo e nos resultados analíticos das amostras de solo. Nos tratamentos de mobilização ligeira do solo, a espessura efectiva manteve-se muito semelhante à do solo original, registando-se aumentos significativos (entre 30 e 40 cm) nos tratamentos de mobilização intermédia e intensiva. Também nestes últimos tratamentos, ocorreu uma diminuição da resistência do solo à penetração e da massa volúmica em todas as profundidades consideradas. Quando comparado com o solo original, a preparação do terreno contribuiu para um aumento do teor de argila e da disponibilidade de nutrientes no solo, com excepção do C orgânico e do N total. Os resultados mostram que a preparação do terreno pode produzir efeitos positivos na qualidade dos solos florestais da região Mediterrânea.

Palavras chave: Região mediterrânea, propriedades do solo, qualidade do solo

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Instituto Politécnico de Bragança (ESAB/IPB), Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal, ffonseca@ipb.pt

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

Abstract

In the Mediterranean region, the productivity of most soils used for forest plantations is limited by low root support, high coarse elements and low organic matter content, which tend to limit the water storage in the soil profile. Accordingly, application of site preparation techniques is essential to enhance water storage and nutrients availability in the soil. In order to improve the knowledge about this subject, it was established an experimental field comprising three blocks where six treatments corresponding to different tillage intensities were randomly distributed (high, moderate and slight intensity). Before site preparation operations 48 soil profiles were observed, and one year after planting 6 soil profiles per treatment were observed in the plantation line. Soil samples were taken at 0-20, 20-40 and 40-60 cm to assess the effects of site preparation on soil properties and possible relationships with plant response. Soil quality monitoring was based on morphological properties observed in soil profiles and analytical results of soil samples collected in the profiles. In slight soil disturbance treatments, the soil effective thickness remains very similar to the original soil, but in treatments with moderate and intensive site preparation there is a significant increase ranging from 30 to 40 cm. Also, treatments with moderate and intensive site preparation contributed to decrease soil penetration resistance and bulk density in all depths considered. When compared with the original soil, the site preparation contributed to increase the clay content and soil nutrients availability, except carbon and nitrogen. The results show that site preparation can produce positive effects in the forest soil quality of the Mediterranean region.

Keywords: Mediterranean region, soil properties, soil quality

Introdução

Na região Mediterrânea é frequente encontrar solos com fraca capacidade de suporte radical, elevado conteúdo de elementos grosseiros e baixo teor em matéria orgânica, o que tende a limitar o armazenamento de água no perfil do solo, pelo que o sucesso das arborizações passa muitas vezes, por uma melhoria local da disponibilidade de água através de técnicas de preparação do terreno (Querejeta *et al.*, 2001; Alcázar *et al.*, 2002; Piatek *et al.*, 2003; Imaz *et al.*, 2010). No entanto, a preparação do terreno para instalação de povoamentos florestais não tem sido devidamente baseada em resultados experimentais que permitam a seleção das técnicas mais adequadas a cada situação e otimizem a rentabilidade e a sustentabilidade dos ecossistemas. A qualidade do solo é um conceito centrado na dinâmica das propriedades e processos do solo (Dexter, 2004; Karlen, 2004), constituindo um fator essencial na sustentação global da biosfera e, em particular, na sustentabi-

lidade dos sistemas florestais (Wang e Gong, 1998). As práticas de gestão do solo e respetivo uso exercem um efeito significativo na direção e grau de modificação da qualidade do solo no espaço e no tempo (Wang e Gong, 1998).

Dada a complexidade da natureza do solo e o elevado número de propriedades que podem ser avaliadas, é importante selecionar as mais adequadas aos objetivos da gestão do solo (Schoenholtz *et al.*, 2000). Para a comparação de diferentes técnicas de preparação de solos florestais, estes autores sugerem, como indicadores da qualidade do solo, a espessura de enraizamento, a densidade aparente, a resistência do solo à penetração, a granulometria das partículas, a estabilidade da agregação, o teor de matéria orgânica, a disponibilidade de nutrientes, a capacidade de troca catiónica, o grau de saturação em bases e o pH, uma vez que estas variáveis são geralmente sensíveis às práticas de gestão do solo.

Este trabalho tem como principal objetivo avaliar modificações nas propriedades físicas e químicas de solos florestais submetidos a diferentes técnicas de preparação do terreno.

Material e Métodos

O campo experimental situa-se em Lamas de Podence, concelho de Macedo de Cavaleiros, ocupando a faixa dos 650 aos 700 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). Os solos originais integram-se na associação de unidades Leptosolos dístricos órticos de xistos e Cambissolos dístricos crómicos de xistos (Agroconsultores e Coba, 1991). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, 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 riper equipado com aivequilhos (RCAV); (4) sem ripagem e armação do terreno em vala e câmara (SRVC); (5) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmara (RLVC); (6) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmara (RCVC); (7) ripagem contínua seguida de lavoura contínua (RCLC). As espécies utilizadas foram a *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS), num compasso de 4 × 2 m, em linhas alternadas. Antes da preparação do terreno foram observados 48 perfis de solo e um ano após a instalação do povoamento florestal, foram observados 6 perfis de solo por tratamento na linha de plantação. Para avaliar os efeitos das técnicas de preparação do terreno nas propriedades do solo e possíveis relações com a resposta das espécies florestais, foram colhidas amostras de solo nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. A monitorização da qualidade do solo foi baseada em propriedades morfológicas dos perfis de solos por observação no campo e em resultados analíticos de propriedades físicas e químicas de amostras colhidas em perfis de solos.

Resultados e Discussão

Os perfis observados no solo original (TSMO) e nos tratamentos de mobilização ligeira (SMPC e RCAV) são geralmente muito idênticos, com horizontes bem diferenciados, tendo sido observados os horizontes Ap, AB, Bw, BC, C. A existência de perfis naturais comprova que a mobilização ligeira do solo exerce baixa influência na alteração das propriedades morfológicas originais do solo. No que respeita aos perfis observados na linha de plantação (LP) dos tratamentos com armação do terreno em vala e câmara (SRVC, RLVC e RCVC), constata-se que na maioria dos casos, não é possível distinguir de forma nítida horizontes, sendo o solo essencialmente constituído por uma camada única heterogênea com mistura de material fino e rocha desagregada resultante da mobilização, a qual determinou mistura de características dos vários horizontes. Observações similares são referidas por Martins e Pinto (2004) num ensaio instalado com armação do terreno em vala e câmara com ripagem localizada e contínua. Finalmente, no tratamento com lavoura contínua do solo (RCLC), o efeito da lavoura é muito visível, não tendo sido possível a distinção de horizontes nos perfis observados. Basicamente, o solo é constituído por uma camada única heterogênea com “bolsas” de antigos horizontes, sendo frequentemente observado material do horizonte A a 80/90 cm de profundidade e material do horizonte C na camada superficial.

Nos tratamentos de mobilização ligeira do solo (SMPC e RCAV), a espessura efectiva manteve-se muito semelhante à do solo original, registando-se aumentos significativos (entre 30 e 40 cm) nos tratamentos de mobilização intermédia e intensiva (SRVC, RLVC e RCLC) (Figura 1). A espessura efectiva do solo é uma propriedade que varia muito pouco no tempo e reflecte a aptidão das condições físicas do solo para o crescimento vegetal (Wang e Gong, 1998; Schoenholtz et al., 2000). Também, os tratamentos com intensidade de mobilização do solo moderada e intensiva contribuíram para um decréscimo da densidade aparente em todas as profundidades consideradas. Os valores variam de 1,33 a 1,39 g cm⁻³ no tratamento RCVC e de 1,44 a 1,76 g cm⁻³ no solo original (TSMO), respectivamente para as camadas 0-5 e 30-60 cm. Os restantes tratamentos apresentam valores intermédios a estes (Figura 2). Além disso, a intensificação da preparação do terreno contribuiu para a redução da variabilidade espacial e vertical da densidade aparente do solo, o que favorece a disponibilidade de água e oxigénio e o desenvolvimento do sistema radicular.

A intensificação da mobilização do solo (SRVC, RLVC, RCVC e RCLC) contribuiu para um decréscimo significativo do teor de carbono e azoto na camada mineral superficial (0-20 cm) (Tabela 1), sendo o resultado da rotura do equilíbrio entre os processos de formação e mineralização do húmus (Saviozzi *et al.*, 2001). Nos mesmos tratamentos, excepto em RCVC, os teores de carbono e de azoto tendem a aumentar em profundidade, mostrando teores significativamente mais elevados na camada (20-40 cm), o que está associado à migração de matéria orgânica no perfil do solo por acção da mobilização (Alcázar *et al.*, 2002; Martins

e Pinto, 2004). A concentração de P_2O_5 assimilável em todos os solos (Figura 4) varia de muito baixa ($0-25 \text{ mg kg}^{-1}$) a baixa ($26-50 \text{ mg kg}^{-1}$) (Santos, 1991). Estes valores podem estar relacionados com fenómenos de retenção e fixação, tendendo a aumentar com a profundidade e a intensidade de mobilização, facto que constitui elevada importância devido aos solos Portugueses serem muito pobres neste nutriente (Arrobas e Coutinho, 2002). Quanto ao potássio assimilável expresso em K_2O (Figura 4), registam-se valores considerados médios ($51-100 \text{ mg kg}^{-1}$) (Santos, 1991). As práticas de mobilização do solo influenciaram positivamente a disponibilidade de potássio por modificação de outros factores como o arejamento, temperatura e teor de humidade (Sharma *et al.*, 2005), apresentando os solos mobilizados valores superiores aos registados no solo sem mobilização, contudo sem uma tendência consistente. Na camada superficial do solo, observa-se um aumento da soma das bases de troca (SBT), o que se justifica pela natureza do material originário e por fenómenos de lixiviação. O cálcio é o catião básico mais representado no solo, contribuindo com cerca de 70% para o somatório das bases de troca. Os valores médios de pH do solo não diferem significativamente entre tratamentos (Tabela 1).

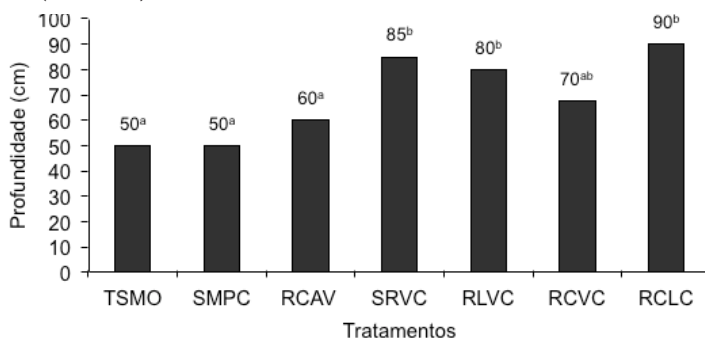


Fig. 1 – Espessura efetiva do solo após a preparação do terreno. Para os tratamentos, médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P > 0,05$)

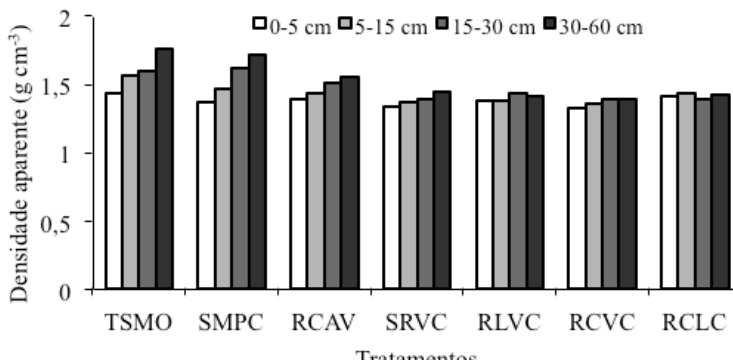


Fig. 2 – Densidade aparente do solo por profundidade e tratamento.

Tab. 1 – Propriedades químicas do solo. Em cada linha, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente os tratamentos ($P > 0,05$)

Propriedades solo	Prof (cm)	Tratamentos						
		TSMO	SMPC	RCAV	SRVC	RLVC	RCVC	RCLC
C orgânico (g kg^{-1})	0-20	11,4 ^b	11,1 ^b	8,3 ^{ab}	4,7 ^a	5,9 ^a	7,4 ^a	6,0 ^a
	20-40	6,3 ^{ab}	4,3 ^{ab}	3,2 ^a	10,5 ^b	9,0 ^b	5,6 ^{ab}	7,2 ^{ab}
	40-60	2,5 ^a	2,7 ^a	3,5 ^a	6,4 ^a	4,0 ^a	5,5 ^a	5,7 ^a
N Total (g kg^{-1})	0-20	0,85 ^b	0,82 ^b	0,65 ^{ab}	0,46 ^a	0,57 ^a	0,59 ^a	0,47 ^a
	20-40	0,54 ^{ab}	0,46 ^{ab}	0,30 ^a	0,73 ^b	0,66 ^{ab}	0,54 ^{ab}	0,75 ^b
	40-60	0,29 ^a	0,43 ^{ab}	0,40 ^{ab}	0,57 ^b	0,47 ^{ab}	0,51 ^{ab}	0,49 ^{ab}
SBT (cmol kg^{-1})	0-20	1,52 ^a	1,39 ^a	1,77 ^a	3,32 ^b	1,57 ^a	1,19 ^a	2,26 ^{ab}
	20-40	1,71 ^a	1,67 ^a	2,02 ^{ab}	3,35 ^b	1,78 ^a	1,32 ^a	2,59 ^{ab}
	40-60	1,81 ^a	2,82 ^{ab}	3,04 ^b	1,53 ^a	1,97 ^a	1,67 ^a	1,22 ^a
CTC (cmol kg^{-1})	0-20	3,31 ^a	3,26 ^a	3,92 ^a	6,57 ^b	3,63 ^a	3,30 ^a	4,59 ^a
	20-40	4,24 ^a	4,43 ^a	4,16 ^a	5,35 ^a	4,68 ^a	3,29 ^a	4,31 ^a
	40-60	5,26 ^a	5,32 ^a	6,42 ^a	4,66 ^a	4,30 ^a	5,34 ^a	4,24 ^a
pH (H_2O)	0-20	5,1 ^a	4,9 ^a	5,1 ^a	5,0 ^a	4,9 ^a	4,8 ^a	5,0 ^a
	20-40	5,0 ^a	4,9 ^a	5,0 ^a	4,9 ^a	4,9 ^a	4,9 ^a	5,0 ^a
	40-60	5,0 ^a	4,9 ^a	5,0 ^a	4,8 ^a	5,0 ^a	5,0 ^a	4,7 ^a

SBT – soma das bases de troca; CTC – capacidade de troca catiônica; GSB – grau de saturação em bases

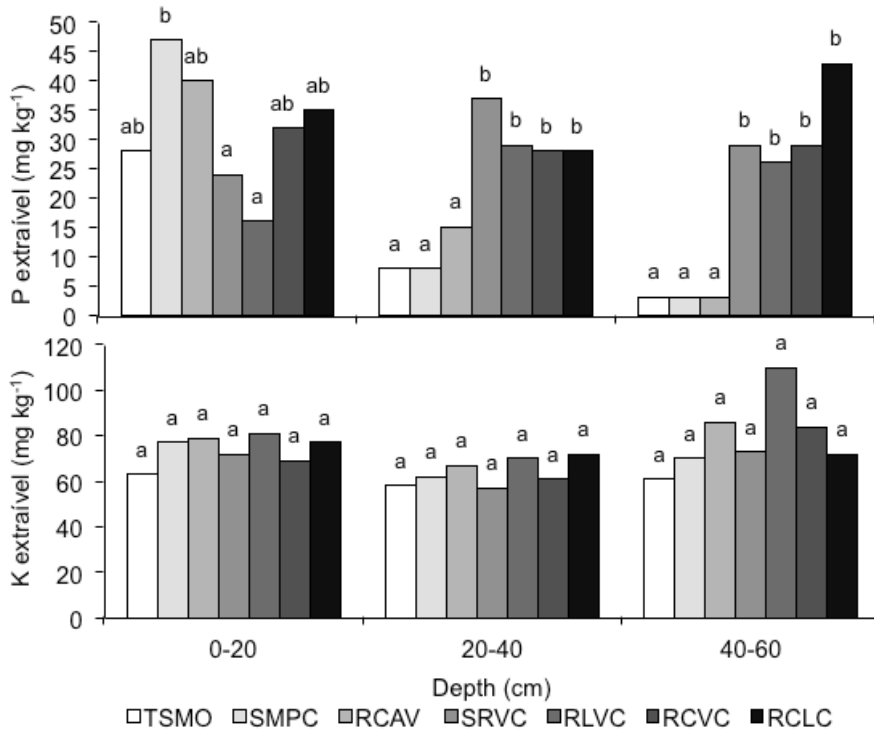


Fig. 4 – Fósforo e potássio disponível no solo após a preparação do terreno. Para os tratamentos, médias com a mesma letra não diferem significativamente ($P > 0,05$)

Conclusões

Nos tratamentos de mobilização ligeira do solo (SMPC e 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. Os tratamentos de mobilização do solo intermédia (SRVC e RLVC), apesar da significativa redução do teor de carbono e azoto, contribuíram para uma melhoria dos indicadores da qualidade do solo (espessura efectiva, densidade aparente, disponibilidade de fósforo e potássio). O aumento da intensidade das operações de preparação do terreno (RCVC e RCLC), com elevação dos custos de produção e possível agravamento de impactes ambientais, não se traduziu em resultados compensatórios para as propriedades medidas no solo.

Bibliografia

- Agroconsultores e Coba, 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real.
- Alcázar, J., Rothwell, R.L. e Woodard, P.M., 2002. Soil disturbance and the potential for erosion after mechanical site preparation. *North. J. Appl. For.*, 19, 1: 5-13.
- Arrobas, A. e Coutinho, J., 2002. Phosphorus characterization in soils from Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, 25: 109-122.
- Dexter, A.R., 2004. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. *Geoderma*, 120: 201-214.
- INMG, 1991. Normas Climatológicas da Região de “Trás-os-Montes e Alto Douro” e “Beira Interior” Correspondentes a 1951-1980. Fascículo XLIX, Volume 3, 3ª Região, Lisboa.
- Imaz, M.J., Virto, I., Bescansa, P., Enrique, A., Fernandez-Ugalde, O. e Karlen, D.L., 2010. Soil quality indicator response to tillage and residue management on semi-arid Mediterranean cropland. *Soil and Tillage Research*, 107: 17-25.
- Karlen, D.L., 2004. Soil quality as an indicator of sustainable tillage practices. *Soil and Tillage Research*, 78: 129-130.
- Martins, A. e Pinto, M.G., 2004. Efeitos da ripagem localizada versus ripagem contínua nas propriedades do solo e na resposta das plantas em novos povoamentos florestais. *Silva Lusitana*, 12, 2: 191-202.
- Piatek, K.B., Harrington, C.A. e 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.
- Querejeta, J.I., Roldán, A., Albadalejo, J. e Castillo, V., 2001. Soil Water availability improved by site preparation in a *Pinus halepensis* afforestation under semiarid climate. *Forest Ecology and Management*, 149: 115-128.
- Saviozzi, A., Levi-Minzi, R., Cardelli, R. e 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. e Ramesh, V., 2005. Long-term soil management effects on crop yields and soil quality in a dryland Alfisol. *Soil and Tillage Research*, 83: 246-259.
- Schoenholtz, S.H., Van Miegroet, H. e Burger, J.A., 2000. A review chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: challenges and opportunities. In: Boyle, J.R., e Powers, R.F. (Ed.), *Forest soils and ecosystems sustainability*. Elsevier, New York, p. 335-356.
- Wang, X. e Gong, Z. 1998. Assessment and analysis of soil quality changes after eleven years of reclamation in subtropical China. *Geoderma*, 81: 339-355.