

IV CONGRESO

IBÉRICO

de la

CIENCIA

del

SUELO



Granada del 21 al 24 de septiembre de 2010

LIBRO DE ACTAS

Editores: Copicentro Granada
Granada 21 a 24 de septiembre de 2010
ISBN: 978 84-15026-39-6
Depósito Legal: Gr-3675-2010
© Sociedad española de la ciencia del suelo

Efeitos da preparação do terreno para instalação de povoamentos florestais na modificação espacial e vertical de propriedades físicas e químicas do solo

FONSECA, F.¹, MARTINS, A.², FIGUEIREDO, T. DE¹

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

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

Resumo

A armação do terreno em vala e câmore é uma técnica de preparação do terreno muitas vezes utilizada e existem estudos que a indicam como a mais adequada em áreas com aptidão florestal na Região Mediterrânica. Esta técnica gera faixas de solo com diferente intensidade de mobilização podendo considerar-se duas situações distintas: linha de plantação (zona mais perturbada pela mobilização) e entre linha de plantação (zona menos perturbada pela mobilização). Com este trabalho pretende-se avaliar o efeito da armação do terreno em vala e câmore na distribuição espacial e vertical de propriedades físicas e químicas do solo na linha de plantação (LP) e na entre linha de plantação (EL) imediatamente após a instalação de povoamentos mistos de *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS). Com esse propósito, procedeu-se à observação de 24 perfis de solo (12 na LP e 12 na EP) e à análise de amostras colhidas nas profundidades 0-20, 20-40 e 40-60 cm. A fim de reduzir o efeito da variabilidade na comparação das situações LP e EP recorreu-se ao cálculo de índices de enriquecimento (IE) através da razão: $IE = \text{valor da propriedade obtido na LP} / \text{valor da propriedade obtido na EL}$. Sempre que os IE são superiores à unidade significa que ocorreu um enriquecimento da propriedade em análise em LP. Comparativamente à EL, a LP apresenta um acréscimo da espessura efectiva de 15 a 30 cm, redução da massa volúmica aparente, aumento do teor de argila e maior homogeneidade da distribuição das partículas areia, limo e argila em profundidade. No que respeita às propriedades químicas, registou-se uma redução do teor de carbono e azoto na camada mineral superficial (0-20 cm) na LP, e valores superiores nas restantes camadas. Nos primeiros 40 cm de solo os teores de fósforo e potássio extractáveis, a soma de bases de troca e o grau de saturação em bases tendem a ser superiores na LP e, ao contrário, inferiores na camada mais profunda (40-60 cm). De um modo geral, a armação do terreno em vala e câmore contribuiu para a melhoria de diversas propriedades do solo na LP, o que pode ter um papel decisivo no estabelecimento e desenvolvimento de espécies florestais na Região Mediterrânica.

Palavras chave

Solos florestais, preparação do terreno, propriedades físicas e químicas do solo.

1. Introdução

A intensidade com que se processam as modificações provocadas pelas técnicas de preparação do terreno, que antecedem a instalação dos povoamentos florestais, depende de vários factores tais como litologia, clima, relevo, solo e espécies utilizadas (Worrell & Hampson, 1997). Como consequência da realização daquelas operações,

ocorrem alterações mais ou menos intensas, nomeadamente aprofundamento da espessura de enraizamento e modificação do perfil original do solo, que se traduzem em geral numa melhoria das condições de suporte vegetal, em resultado também do aumento do volume de água e nutrientes disponíveis (Mäkitalo, 1999; Alcázar *et al.*, 2002). Todavia, nem sempre os efeitos são claramente positivos (Worrell & Hampson, 1997). Em Portugal, grande parte da área florestal ou com essa aptidão, assenta em solos com elevado conteúdo de elementos grosseiros, baixo teor em matéria orgânica e reduzida espessura efectiva, pelo que é frequente recorrer a técnicas de preparação do terreno de forma a minorar essas limitações e aumentar o sucesso da instalação de espécies florestais. Admite-se que em situações de solos com elevada proporção de material fino e com moderada e elevada espessura, essas mobilizações possam conduzir a um processo de degradação das condições físicas iniciais, por incremento da compactação e destruição estrutural com as inerentes consequências negativas. Nestas condições, a actividade biológica é reduzida, a restauração estrutural natural é muito lenta e os estragos causados pela mecanização perduram durante vários anos. Por outro lado, resultados anteriores em ambiente idêntico ao do presente estudo, mostraram que a maior intensidade de operações, com elevação de custos e possível agravamento de impactes ambientais, não se traduziu em melhorias quer em propriedades medidas no solo, quer no comportamento das espécies (Martins & Pinto, 2004). O presente trabalho tem por objectivo avaliar o efeito da armação do terreno em vala e câmoros na distribuição espacial e vertical de propriedades físicas e químicas do solo na linha de plantação (LP) e na entre linha de plantação (EL) imediatamente após a instalação de povoamentos mistos de *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Castanea sativa* (CS).

2. Metodologia

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 650 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 delineamento experimental totaliza 2 repetições e 4 modalidades de preparação do terreno (tratamentos), que abrangem vários graus de mobilização e armação do terreno: (1) sem mobilização (testemunha) (TSMO); (2) sem ripagem e armação do terreno em vala e câmoros (SRVC); (3) ripagem localizada e armação do terreno em vala e câmoros (RLVC); (4) ripagem contínua e armação do terreno em vala e câmoros (RCVC). As parcelas com dimensões de 25 × 15 m apresentam faixas de terreno com diferente intensidade de mobilização do solo, tendo-se considerado duas situações distintas: linha de plantação (LP) e entre linha de plantação (EL). A EL dos tratamentos SRVC e RLVC não sofreu perturbação do solo, uma vez que a ripagem localizada em RLVC foi realizada na faixa onde se procedeu à armação do terreno em vala e câmoros. Já a EL do tratamento RCVC foi perturbada pela ripagem contínua em toda a área da parcela. Depois de efectuada a ripagem de acordo com o tratamento, criaram-se 4 valas paralelas distanciadas de 4 m, com cerca de 30 cm de profundidade e 80 cm de largura ao longo de 25 m (largura da parcela), com duas passagens da máquina. O material resultante da primeira passagem da abertura das valas foi depositado a juzante sobre solo não mexido ou sujeito a ripagem e o material resultante da

segunda passagem, parte foi depositado sobre o primeiro e parte na vala da primeira passagem, criando um cômodo com uma altura de cerca de 40 cm (Figura 1).

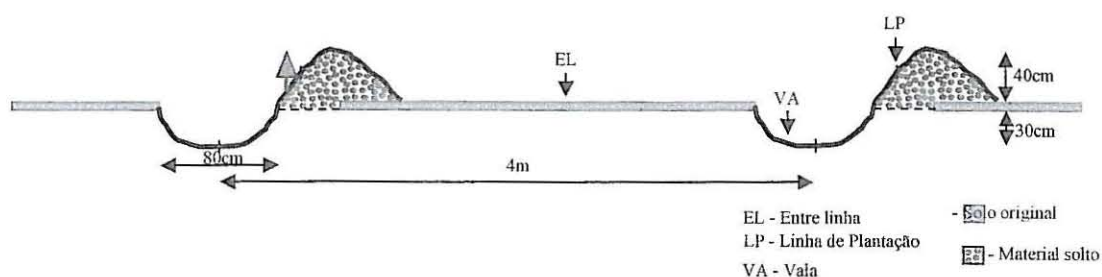


Figura 1 – Esquema representativo das técnicas de preparação do terreno com armação do terreno em vala e cômodo (SRVC, RLVC, RCVC).

Foram utilizadas as espécies *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 8 perfis do solo (4 na linha de plantação, 4 na entre linha). No tratamento TSMO foram observados 4 perfis. A avaliação da modificação espacial e vertical de propriedades físicas e químicas do solo na LP e na EL 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 enriquecimento. Os índices de enriquecimento (IE), onde $IE = LP/EL$ (Su and Zhao, 2003; Fonseca, 2005) foram utilizados de modo a identificar diferenças nas propriedades do solo entre LP e EL. Os valores de IE ajudam a interpretar o efeito da mobilização na distribuição espacial e vertical das propriedades do solo. Assim, sempre que os IE são superiores à unidade significa que a LP foi enriquecida naquele constituinte.

3. Resultados e discussão

Os perfis observados no solo original (TSMO) e na entre linha de plantação (EL) dos tratamentos com armação do terreno em vala e cômodo (SRVC, RLVC, RCVC), geralmente são muito idênticos, com horizontes bem diferenciados, tendo sido observados os horizontes Ap, AB, Bw, BC, C. A existência de perfis naturais comprova que a ripagem (aplicada em toda a área da parcela do tratamento RCVC) causa o rompimento das camadas do solo sem inversão e mistura dos horizontes (Martins & Pinto, 2004). A EL mantém sensivelmente a espessura efectiva do solo original (50 a 60 cm).

No que respeita aos perfis observados na linha de plantação (LP), constata-se que na maioria dos casos, não é possível distinguir de forma nítida horizontes, sendo o solo essencialmente constituído por uma camada única heterogénea 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 & Pinto (2004) num ensaio instalado com armação do terreno em vala e câmara com ripagem localizada e contínua. Comparativamente ao solo original e à EL, a LP apresenta um acréscimo da espessura efectiva que varia de 15 (RCVC) a 33 cm (SRVC). Este acréscimo de espessura contribuiu para um aumento de volume de solo susceptível de ser explorado pelas raízes das espécies florestais instaladas (Fonseca e tal., 2005).

Os solos apresentam classes de textura que variam predominantemente de franco a franco-arenoso (Quadro 1). Todavia, ocorrem variações na distribuição das fracções areia, limo e argila, que podem conduzir a diferenças no tamanho dos poros e consequentemente a diferenças nas condições de arejamento e retenção de água no solo (Dexter, 2004). De um modo geral, não ocorrem diferenças significativas entre a LP e EL, porém na camada mineral 20-40 cm a percentagem de argila tende a ser significativamente superior na EL, mostrando tendência inversa na camada de solo mais profunda (40-60 cm), relativamente à LP.

Sempre que superiores à unidade, os índices de enriquecimento (IE) traduzem um enriquecimento na propriedade em análise na LP (Quadro 2). Assim, pode-se constatar que na camada 0-20 cm o teor das partículas minerais é similar nas duas situações (LP e EL), enquanto nas camadas 20-40 e 40-60 cm verifica-se perda e ganho de argila, respectivamente.

Quadro 1 – Valores médios da granulometria das partículas do solo e classe de textura, por profundidade na linha de plantação (LP) e na entre linha de plantação (EL) nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC.

Profund (cm)	Trat	Situação	EG AG AF Limo Argila					Classe textura
			%					
0-20	SRVC	LP	50,9a	33,1a	28,8a	24,2a	14,0a	Franco
		EL	42,6a	35,3a	32,6a	19,6a	12,5a	Franco - arenoso
	RLVC	LP	53,7b	27,7a	34,1a	25,2a	12,9a	Franco
		EL	35,8a	31,7a	34,6a	23,6a	10,1a	Franco
	RCVC	LP	46,1a	35,0a	26,3a	27,5a	11,1a	Franco
		EL	43,6a	32,5a	31,9a	25,4a	10,2a	Franco
20-40	SRVC	LP	46,8a	33,1b	32,0a	24,6a	10,3a	Franco
		EL	41,4a	24,4a	30,8a	28,0a	16,8b	Franco
	RLVC	LP	47,1a	33,0a	32,4b	23,5a	11,2a	Franco
		EL	49,5a	33,7a	25,3a	24,1a	16,9b	Franco
	RCVC	LP	47,9a	36,6b	32,3a	20,8a	10,3a	Franco - arenoso
		EL	45,7a	31,3a	29,0a	25,2a	14,5a	Franco
40-60	SRVC	LP	40,9a	30,8a	37,0a	20,1a	12,1a	Franco - arenoso
		EL	45,0a	28,5a	34,8a	21,2a	15,5a	Franco
	RLVC	LP	52,6a	30,6a	35,7b	19,3a	14,4b	Franco - arenoso
		EL	62,5b	55,6b	25,5a	14,3a	4,7a	Franco - arenoso
	RCVC	LP	48,0a	35,8a	33,9a	18,7a	11,6b	Franco - arenoso
		EL	48,2a	47,8b	26,3a	21,8a	4,2a	Franco - arenoso

EL – elementos grosseiros; AG – areia grossa; AF – areia fina. Para a mesma profundidade, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ($p < 0,05$).

Quadro 2 – Índices de enriquecimento (IE) da granulometria das partículas da fracção de terra fina do solo, por profundidade nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC.

Profund	Trat	AG	AF	Limo	Argila
0-20	SRVC	0,9	0,9	1,2	1,1
	RLVC	0,9	1,0	1,1	1,3
	RCVC	1,1	0,8	1,1	1,1
20-40	SRVC	1,4	1,0	0,9	0,6
	RLVC	1,0	1,3	1,0	0,7
	RCVC	1,2	1,1	0,8	0,7
40-60	SRVC	1,1	1,1	0,9	0,8
	RLVC	0,6	1,4	1,3	3,1
	RCVC	0,7	1,3	0,9	2,8

A mobilização do solo contribuiu para uma diminuição da massa volúmica aparente em todas as profundidades consideradas, o que é mais notório na LP (Figura 2). Nesta situação, por cada incremento de profundidade não ocorrem diferenças significativas. Os valores da massa volúmica aparente variam de 1,33 a 1,39 g cm⁻³ na LP do 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. A EL ao apresentar valores de massa volúmica do solo mais desfavoráveis (maior compactação) contribuiu para que as raízes das espécies florestais se expandissem preferencialmente ao longo da linha de plantação (Fonseca et al., 2005).

A massa volúmica aparente do solo apresenta grande uniformidade espacial, o que é particularmente evidente nas zonas mais afectadas pela mobilização (LP) (Quadro 3). Assim, a mobilização do solo para além de reduzir a massa volúmica do solo reduziu também a sua variabilidade espacial e vertical.

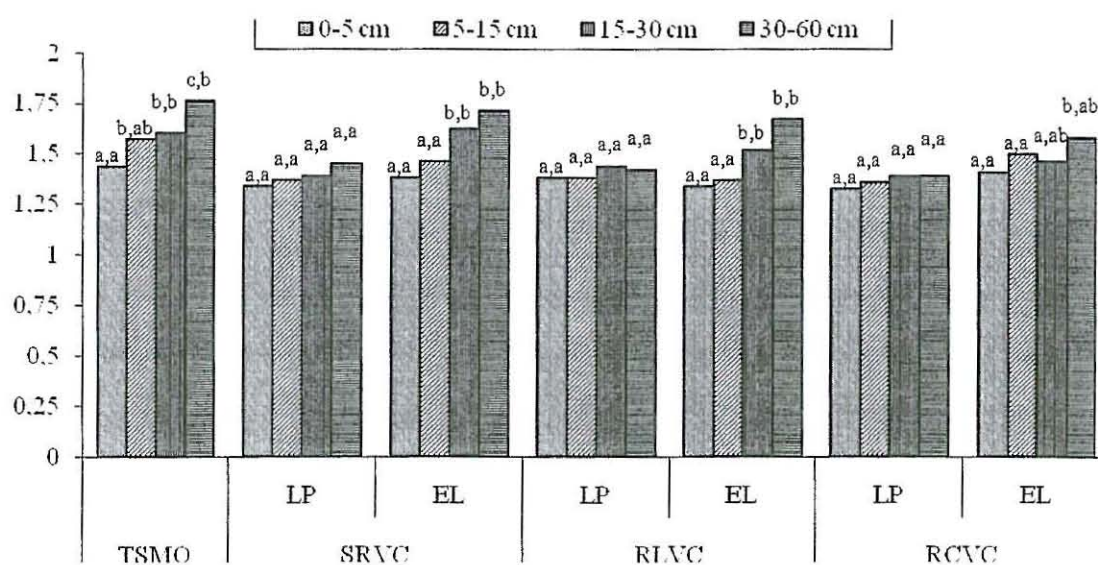


Figura 2 – Massa volúmica aparente do solo (g cm⁻³) por tratamento e profundidade do solo. A primeira letra indica que para o mesmo tratamento, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente as profundidades; A segunda letra indica que para a mesma profundidade, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente os tratamentos ($p < 0,05$).

Quadro 3 – Variabilidade da massa volúmica aparente do solo. Valores dos coeficientes de variação em %.

Prof cm	TSMO	SRVC		RLVC		RCVC	
		LP	EL	LP	EL	LP	EL
0-5	7,4	6,5	10	6,8	10,1	7,1	8,7
5-15	6,5	6,3	9,3	7,2	12,8	6,3	8,3
15-30	8,8	8,6	9,2	8,0	9,1	5,4	6,4
30-60	3,5	6,4	8,3	8,9	6,7	8,0	9,5

LP – linha de plantação; EL – entre linha de plantação.

A importância do carbono orgânico do solo como um componente essencial da capacidade produtiva é largamente reconhecida. Relativamente ao azoto, este elemento constitui factor limitante na maioria dos ecossistemas florestais, particularmente nas zonas temperadas, pelo que estes ecossistemas são sensíveis à disponibilidade deste nutriente (Ellsworth, 2004). De um modo geral, observa-se um decréscimo significativo do teor de carbono e de azoto na LP, comparativamente à EL na camada mineral superficial (0-20 cm) (Quadro 4), sendo o resultado da rotura do equilíbrio entre os processos de formação e mineralização do húmus (Saviozzi et al., 2001). Ao contrário, o teor daqueles elementos na LP tende a aumentar em profundidade mostrando teores significativamente mais elevados na camada (40-60 cm), o que está associado à redistribuição de matéria orgânica no perfil do solo por acção da mobilização (Alcázar et al., 2002; Martins & Pinto, 2004).

A concentração de P_2O_5 extractável no solo (Quadro 4) varia de muito baixa (0-25 $mg\ kg^{-1}$) a baixa (26-50 $mg\ kg^{-1}$) (Santos, 1991). Estes valores podem estar relacionados com fenómenos de retenção e fixação. Quanto ao potássio extractável expresso em K_2O (Quadro 4), registam-se valores considerados médios (51-100 $mg\ kg^{-1}$) (Santos, 1991). Nos primeiros 20 cm de solo, regista-se uma ligeira tendência de diminuição daquele nutriente na LP (Quadro 5), o que estará associado a fenómenos de lixiviação (menor massa volúmica aparente) e ao facto de estas serem as zonas mais exploradas pelas raízes das espécies florestais instaladas.

Na LP da camada 0-20 cm dos tratamentos SRVC e RLVC o teor de fósforo assimilável decresceu para valores que representam cerca de metade do fósforo disponível na EL. Nas camadas mais profundas (20-40 e 40-60 cm) registam-se acréscimos importantes na LP (Quadro 5). O teor em potássio assimilável é similar nas duas situações (LP e EL).

A soma das bases de troca (SBT) (Quadro 6) apresenta valores considerados muito baixos (inferiores a 3,5 $cmol_c\ kg^{-1}$) (Metson, 1956), o que se justifica pela natureza do material originário e por fenómenos de lixiviação, os quais são comuns em solos recentemente mobilizados (Archibold et al., 2000). O cálcio é o catião básico mais representado no solo, contribuindo com cerca de 70% para o somatório das bases de troca. Em relação ao alumínio (Al^{+++}), principal responsável pela acidez de troca (AT) em clima temperado, é o catião mais abundante no solo representando mais de 50% do total de catiões, que seguem a ordem $Al^{3+} > Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^+ > Na^+$.

Quadro 4 – Teores médios de C orgânico, N total, P₂O₅ e K₂O extractáveis por profundidade, na linha de plantação (LP) e na entre linha de plantação (EL) nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC (n=4).

Profundidade (cm)	Tratamento	Situação	P ₂ O ₅ extract (mg kg ⁻¹)	K ₂ O extract (mg kg ⁻¹)	C orgânico (g kg ⁻¹)	N total (g kg ⁻¹)
0-20	SRVC	LP	24a	72a	4,70a	0,464a
		EL	51b	89a	12,91b	0,825b
	RLVC	LP	16a	81a	5,93a	0,569a
		EL	39b	63a	13,81b	0,817b
	RCVC	LP	32a	69a	7,36a	0,592a
		EL	27a	96b	8,45a	0,693a
20-40	SRVC	LP	37b	57a	10,45b	0,725b
		EL	10a	59a	4,07a	0,388a
	RLVC	LP	29a	70a	9,04b	0,661b
		EL	59b	67a	4,67a	0,460a
	RCVC	LP	28b	61a	5,60a	0,539a
		EL	10a	53a	5,03a	0,512a
40-60	SRVC	LP	29b	73b	6,35b	0,566b
		EL	9a	61a	2,06a	0,420a
	RLVC	LP	26b	110b	4,03b	0,473a
		EL	7a	65a	1,90a	0,406a
	RCVC	LP	29a	84a	5,50b	0,513a
		EL	22a	70a	3,35a	0,451a

Para a mesma situação e profundidade, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (p<0,05).

Quadro 5 – Índices de enriquecimento (IE) de propriedades químicas do solo, por profundidade nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC.

Profund	Trat	P ₂ O ₅ extract	K ₂ O extract	C orgânico	N total
0-20	SRVC	0,5	0,8	0,4	0,6
	RLVC	0,4	1,3	0,4	0,7
	RCVC	1,2	0,7	0,9	0,9
20-40	SRVC	3,7	1,0	2,6	1,9
	RLVC	0,5	1,0	1,9	1,4
	RCVC	2,8	1,2	1,1	1,1
40-60	SRVC	3,2	1,2	3,1	1,3
	RLVC	3,7	1,7	2,1	1,2
	RCVC	1,3	1,2	1,6	1,1

A SBT e a CTCe apresentam frequentemente valores significativamente mais elevados na LP da camada 0-20 cm nos tratamentos SRVC e RLVC comparativamente a RCVC. Por outro lado, nas camadas mais profundas da EL do tratamento RCVC, os valores de SBT tendem a ser mais baixos comparativamente aos outros dois tratamentos (SRVC, RLVC) (Quadros 6 e 7). Parece, assim, que a ripagem aplicada em toda a área da parcela do tratamento RCVC favoreceu os fenómenos de lixiviação das bases de troca.

Os valores médios de pH do solo, embora não difiram significativamente (Quadro 6 e 7), são diferentes do ponto de vista químico e biológico. Efectivamente, um valor de

pH de 4,8 (RCVC) corresponde a uma actividade do alumínio do solo cerca de 400 vezes superior a um valor de pH de 5,1 (RLVC) (Lindsay, 1979). Todos os solos apresentam valores de pH inferiores a 5,5, como tal classificados de solos ácidos (Costa, 1985; Porta et al., 2003).

Quadro 6 – Teores médios em bases e alumínio de troca, soma de bases e acidez de troca, capacidade de troca catiónica efectiva, grau de saturação em bases e valores médios de pH por profundidade, na linha de plantação (LP) e na entre linha (EL) e nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC (n=4).

Prof	Trat	Situação	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	SBT	Al ⁺⁺⁺	AT	CTCe	GSBe	pH
(cm)			(cmol _c kg ⁻¹)						(% CTCe)		(H ₂ O)	
0-20	SRVC	LP	2,19b	0,91b	0,18a	0,04a	3,32b	3,34b	3,25b	6,57b	44,8a	5,0a
		EL	1,03a	0,25a	0,20a	0,03a	1,52a	1,85a	1,85a	3,37a	47,3a	4,9a
	RLVC	LP	1,09b	0,30b	0,15a	0,02a	1,57a	2,17a	2,07a	3,63b	43,2a	4,9a
		EL	0,77a	0,13a	0,13a	0,01a	1,04a	1,71a	1,64a	2,68a	38,7a	4,9a
	RCVC	LP	0,83a	0,18a	0,16a	0,02a	1,19a	2,38a	2,11a	3,30a	36,7a	4,8a
		EL	0,80a	0,21a	0,16a	0,02a	1,20a	2,43a	2,09a	3,29a	36,3a	4,8a
20-40	SRVC	LP	2,31a	0,86a	0,14a	0,03a	3,35a	2,02a	2,00a	5,35a	48,8b	4,9a
		EL	2,27a	0,83a	0,14a	0,03a	3,27a	4,21b	3,99b	7,26a	38,3a	4,9a
	RLVC	LP	1,20a	0,41a	0,14a	0,02a	1,78a	3,16a	2,90a	4,68a	38,6a	4,9a
		EL	1,47a	0,36a	0,10a	0,02a	1,96a	2,14a	1,95a	3,91a	45,5b	4,9a
	RCVC	LP	0,94a	0,24a	0,13a	0,01a	1,32a	2,10a	1,97a	3,29a	39,3a	4,9a
		EL	0,84a	0,18a	0,15a	0,02a	1,19a	3,23a	2,60a	3,79a	37,7a	4,9a
40-60	SRVC	LP	1,00a	0,32a	0,18a	0,02a	1,53a	3,20a	3,13a	4,66a	34,5a	4,8a
		EL	2,79b	1,45b	0,13a	0,06b	4,44b	3,07a	3,15a	7,58b	53,6b	5,0a
	RLVC	LP	1,27a	0,53a	0,15a	0,02a	1,97a	2,50a	2,33a	4,30a	46,3a	5,0a
		EL	1,71b	0,46a	0,15a	0,05b	2,38a	2,82a	2,55a	4,93a	50,7a	5,1a
	RCVC	LP	1,10a	0,35a	0,17a	0,06b	1,67a	3,94a	3,67a	5,34a	36,8a	5,0a
		EL	0,86a	0,35a	0,16a	0,02a	1,38a	4,04a	3,73a	5,11a	33,5a	4,9a

Para a mesma situação e profundidade, médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (p<0,05).

Quadro 7 – Índices de enriquecimento (IE) de propriedades químicas do solo, por profundidade nos tratamentos SRVC, RLVC e RCVC.

Profund	Trat	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	SBT	Al ⁺⁺⁺	AT	CTCe	GSBe	pH
0-20	SRVC	2,1	3,6	0,9	1,3	2,2	1,8	1,8	1,9	0,9	1,0
	RLVC	1,4	2,3	1,2	2,0	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	1,0
	RCVC	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
20-40	SRVC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,7	1,3	1,0
	RLVC	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	0,7	1,3	1,0
	RCVC	1,1	1,3	0,9	0,5	1,1	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0
40-60	SRVC	0,4	0,2	1,4	0,3	0,3	1,0	1,0	0,6	0,6	1,0
	RLVC	0,7	1,2	1,0	0,4	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
	RCVC	1,3	1,0	1,1	3,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0

4. Conclusões

Na faixa de solo submetida a uma maior intensidade de mobilização (LP) regista-se um aumento da espessura efectiva e um decréscimo da massa volúmica aparente com redução da variabilidade espacial e vertical em relação à EL. Os teores de fósforo e potássio assimiláveis carbono e azoto, mostram decréscimos na camada mineral superficial (0-20 cm) e acréscimos nas camadas mais profundas (20-40 e 40-60 cm) na

LP comparativamente à EL. A soma de bases de troca (SBT) e a capacidade de troca catiónica (CTCe) registam um padrão inverso ao referido anteriormente. De um modo geral, na LP observa-se uma melhoria das propriedades físicas. Apesar das propriedades químicas não mostrarem uma tendência consistente, a LP tende a mostrar uma melhoria da fertilidade do solo.

7. Bibliografia

AGROCONSULTORES E COBA. 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real.

ALCÁZAR, J., ROTHWELL, R.L., WOODARD, P.M., 2002. Soil disturbance and the potential for erosion after mechanical site preparation. *North. J. Appl. For.*, 19 (1): 5-13.

COSTA, J. B. 1985. Caracterização e constituição do solo, 3ª edição. FCG, Lisboa.

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.

ELLSWORTH, D.S., 2004. Carbon and nitrogen cycling in European forest ecosystems. *Agricultural and Forest Meteorology*, 124: 135-136.

FONSECA, F. 2005. Técnicas de preparação do terreno em sistemas florestais: Implicações no solo e no comportamento das plantas. Dissertação de Doutoramento. UTAD, Vila Real.

FONSECA, F., MARTINS A., NOGUEIRA C., FIGUEIREDO T., GUERRA A., 2005. Distribuição e desenvolvimento do sistema radicular em povoamentos jovens de *Castanea sativa* e *Pseudotsuga menziesii*. In R., Silva & F. Páscoa (eds.) Actas das Comunicações do 5º Congresso Florestal Nacional, Viseu. 8 pp.

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.

LINDSAY, W.L. 1979. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York.

MÄKITALO, K., 1999. Effect of site preparation and reforestation method on survival and height growth of scots pine. *Scand. J. For. Res.*, 14: 512-525.

MARTINS, A., 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.

METSON, A.J., 1956. Methods of chemical analysis for survey samples. Soil Bureau Bol. nº 12. New Zealand Dept. Scient. Ind. Research.

PORTA, J., LÓPEZ-ACEVEDO, M., ROQUERO, C. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente, 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

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.

SU, Y.Z., ZHAO, H., 2003. Soil properties and plant species in an age sequence of *Caragana microphylla* plantations in Horqin Sandy Land, north China. *Ecological Engineering*, 20: 223-235

WORRELL, R. & HAMPSON, A., 1997. The influence of some forest operations on the sustainable management of forest soils – a review. *Forestry*, 70 (1): 61-85.