

7º Congresso Florestal Nacional

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Conhecimento e Inovação

Artigos Comunicações

Vila Real / Bragança
5 - 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



7º Congresso Florestal Nacional

Conhecimento e Inovação

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Artigos / Comunicações

Vila Real e Bragança

5 – 8 Junho 2013

ORGANIZAÇÃO



Ficha técnica

7 Congresso Florestal Nacional

Artigos / Comunicações

CD

Editores: João Bento, José Lousada, Maria do Sameiro Patrício

Sociedade Portuguesa de Ciências Florestais

Vila Real e Bragança, Portugal.

Junho 2013

ISBN: 978-972-99656-2-3

Esta edição foi patrocinada pelo

Programa – Fundo de Apoio à Comunidade Científica/FCT

FCT

Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

Divulgação



Corte de regeneração de um povoamento de castanheiro bravo aos 65 anos de idade: Efeito no stock de C e nutrientes do solo

Maria S. Patrício^{1*}, Luís Nunes¹ e Ermelinda L. Pereira¹

1: Centro de Investigação de Montanha (CIMO), ESA - Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta Apolónia, Apartado 1172, 5301-854 Bragança, Portugal

e-mail: {Maria S. Patrício}, e-mail: sampat@ipb.pt

Resumo: As modificações causadas pela extração do material lenhoso em corte final podem exercer grande influência no armazenamento de carbono e nutrientes do solo. No presente trabalho avalia-se o impacto de um corte final de regeneração no stock de carbono e nutrientes do solo num povoamento de castanheiro bravo (*Castanea sativa* Mill.) explorado em alto-fuste. O povoamento situado na serra da Padrela (41° 31' 47" N, 7° 35' 22" W), com uma área aproximada de 3 ha, foi submetido a um corte raso com sementões no repouso vegetativo de 2002-2003, aos 65 anos de idade. Em 2002 (antes do corte) e em 2012 (após o corte) recolheram-se amostras de solo em perfis nas profundidades 0-10 cm, 10-30 cm e 30-60 cm para a determinação dos seguintes parâmetros: pH, C orgânico, N total, P e K extraíveis e bases de troca. Uma década após o corte, os resultados obtidos permitiram observar uma subida dos valores do pH (H₂O) nas profundidades 0-10 cm e 10-30 cm, e uma diminuição significativa dos teores de P nos primeiros 10 cm de solo. Para o C e restantes parâmetros analisados não se observaram diferenças significativas após aplicação do teste de Tukey ($p > 0,05$). Neste ecossistema, o esperado efeito nefasto do corte no armazenamento de carbono não se faz sentir 10 anos depois. Os decréscimos observados no stock de C do solo foram de 4 % nos primeiros 10 cm, 9 % na profundidade 10-30 cm e 13 % na profundidade 30-60 cm.

Palavras-chave: *Castanea sativa*, corte raso, alto fuste castanheiro, armazenamento de carbono no solo

Abstract: The changes caused by harvesting of woody material on final cut can have great influence on soil carbon and nutrients storage. In the present study we evaluate the impact of a clearcut of regeneration on soil carbon and nutrients storage in a stand of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) managed on high-forest system. The stand located in the Serra da Padrela (41 ° 31 '47 "N, 7 ° 35' 22" W), with an area of about 3 ha was subjected to a clearcut with seed trees during the winter 2002-2003, at 65 years of age. In 2002 (before cutting) and 2012 (after cutting) samples were collected from soil profiles in the depths 0-10 cm, 10-30 cm, 30-60 cm for evaluating the following parameters: pH, organic C, total N, P and K extractable and cation-exchange capacity. Ten years after cutting, the results allowed to observe an increase in values of pH (H₂O) in the depths 0-10 cm and 10-30 cm, and a significant decrease in the levels of P in the first 10 cm of soil. C and remaining parameters analyzed do not differ significantly after applying the Tukey test ($p > 0.05$). In this ecosystem, the expected adverse effect of clearcutting on the carbon storage is not observed after 10 years. The decreases observed on soil C storage were 4% in the first 10 cm, 9% at 10-30 cm and 13% at 30-60 cm depth.

Keywords: *Castanea sativa*, clearcut, chestnut high-forest, soil carbon storage

1. INTRODUÇÃO

As florestas fixam dióxido de carbono a partir da atmosfera sequestrando-o na biomassa, nos produtos de madeira e nos solos (efeito armazenamento). As florestas temperadas são consideradas importantes sumidouros de carbono, contudo, qualquer alteração no uso da terra ou no clima afeta o seu armazenamento com impactos significativos no balanço total do carbono. A desflorestação conduz geralmente a perdas substanciais de carbono e nutrientes presentes no solo e na vegetação (MANN 1986; DAVIDSON e ACKERMAN, 1993). Particularmente, solos inicialmente ricos em carbono perdem grandes quantidades do carbono armazenado a seguir à exploração das árvores (WBGU, 1998).

O armazenamento de carbono no solo é um componente significativo do ciclo global do carbono (NAVE et al., 2010). As florestas contêm cerca de metade do carbono terrestre (1146×10^{15} g) do qual cerca de dois terços está retido no solo (DIXON et al., 1994; JOHNSON e CURTIS, 2001; GOODALE et al., 2002) sob a forma de matéria orgânica. Esta desempenha variadas funções importantes sendo uma fonte essencial de nutrientes para as plantas e para a manutenção da produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas. O teor de matéria orgânica no solo de uma floresta madura não perturbada representa o equilíbrio entre os agentes fornecedores de detritos orgânicos frescos e aqueles que conduzem à sua decomposição (BOCKHEIM, 2003). Segundo o autor a razão C:N é estável em solos florestais onde se verifica este equilíbrio. Nos solos florestais a matéria orgânica pode ser regulada através de uma gestão conservativa selecionando cuidadosamente as práticas culturais mais adequadas para esse fim.

O comportamento dos nutrientes nos ecossistemas florestais é caracterizado em termos de abundância e de perda ou migração. Em ecossistemas florestais geridos a remoção ou colheita de produtos pode constituir a maior perda de nutrientes. Para o castanheiro bravo de alto fuste, a exploração tradicional das árvores no final da revolução (tronco com casca) pode remover 77 % da biomassa aérea total e 51 % (P), 43 % (K) e 53 % (N) (PATRÍCIO, 2006). Segundo o autor, a estimativa da extração da biomassa aérea das árvores no povoamento de castanheiro em estudo é de 200 t ha^{-1} o que corresponde a cerca de 99 t ha^{-1} de carbono exportado.

A porosidade e a matéria orgânica do solo são consideradas as propriedades chave mais influenciadas pela gestão e mais relacionadas com a vitalidade e o crescimento, considerando restrições de clima e topografia (BOCKHEIM, 2003). A gestão florestal, sobretudo a colheita do material lenhoso, pode afetar significativamente o armazenamento de C no solo (NAVE et al., 2010).

Aos cortes rasos para exploração da madeira são atribuídas numerosas críticas relacionadas essencialmente com a perda temporária do coberto, designadamente, demasiada exposição da superfície do solo, agravamento dos problemas de erosão, aceleração da decomposição da matéria orgânica com a libertação de grandes quantidades de CO_2 para a atmosfera, lixiviação de nutrientes, entre outros. Contudo, existem poucos dados sobre a perturbação causada pelos cortes rasos no stock de carbono e nutrientes do solo nas nossas condições. Assim, com este trabalho pretende-se avaliar o efeito do corte raso com sementões no armazenamento de carbono e nutrientes do solo num povoamento de alto fuste de castanheiro bravo (*Castanea sativa* Mill.) explorado aos 65 anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição do local

O presente trabalho desenvolve-se num povoamento de castanheiro bravo situado na serra da Padrela (Nordeste de Portugal), num local denominado Vale do Carro, Concelho de Vila Pouca de Aguiar, com as coordenadas 41° 31' 47" de latitude N e 7° 35' 22" de longitude W. Insere-se na contiguidade de uma linha de água com exposição predominante nor-nordeste (N.NE) no lado da estrada e su-sudoeste (S.SW) no lado oposto, com declive de 25 a 30° e uma altitude de 850 m.

A temperatura média anual é de 12,5 °C, a temperatura máxima absoluta é de 37,5 °C, atingida no mês de Agosto, e a mínima absoluta é de -7,4 °C, observada nos meses de Janeiro e Fevereiro. A precipitação total anual é de 1132,8 mm com um máximo de 167,5 mm atingido em Janeiro e um mínimo de 10,9 mm registado em Julho, de acordo com dados de "O Clima de Portugal", referentes a valores médios de 1951 a 1981, das estações udométrica da Padrela e climatológica de Pedras Salgadas. A temperatura média é superior a 10 °C de Abril a Outubro. O solo da área de estudo corresponde a um Regossolo dístrico (FAO, 1998).

2.2. Metodologia aplicada

Este estudo realiza-se num povoamento de castanheiro bravo, com 65 anos de idade, explorado em regime de alto fuste, para produção de madeira de grandes dimensões. No repouso vegetativo de 2002-2003, este povoamento com uma área aproximada de 3 hectares e com uma densidade média de 259 árvores por hectare, foi submetido a um corte raso com sementões com o objetivo de colher o material lenhoso produzido e fomentar a regeneração natural. A extração do material lenhoso foi efetuada pelo método tradicional com a remoção do tronco principal com casca para madeira de serração e o restante material para lenha. Em 2002, antes do corte, efetuou-se a caracterização físico-química do solo em 3 perfis nas profundidades 0-10 cm, 10-30 cm e 30-60 cm, tendo-se determinado os seguintes parâmetros: pH (H₂O) e pH KCl, C orgânico, N total, P e K extraíveis e bases de troca. Em 2012, uma década após o corte, repetiu-se o mesmo procedimento.



Figura 1: Aspeto geral do povoamento de castanheiro bravo antes do corte (A) e durante o corte (B). Perfil do solo (C).

Os valores de pH, em água e em KCl 1 M, foram obtidos pelo método potenciométrico. A determinação do C orgânico foi obtida pelo método de Walkley-Black e o N total pelo método Kjeldahl. O fósforo e potássio extraíveis foram determinados de acordo com o método de Egner-

Riehm. As bases de troca foram extraídas através de uma solução de acetato de amónio ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{COO}$) 1 M ajustada a pH 7,0. A determinação de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) no extrato foi realizada por espectrofotometria de absorção atómica. Os teores em potássio (K) e sódio (Na) foram determinados por espectrofotometria de emissão de chama.

2.3. Análise estatística

No tratamento estatístico dos dados recolhidos recorreu-se à ANOVA, após verificação dos respetivos pressupostos, para comprovar a existência de diferenças significativas ($\alpha=0,05$) nos valores dos parâmetros do solo em 2002 e em 2012 (programa SPSS, versão 17.0 para Windows). A comparação múltipla de médias foi efetuada aplicando o teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como é sabido os cortes rasos podem conduzir à aceleração da decomposição da matéria orgânica com a libertação de grandes quantidades de CO_2 para a atmosfera, lixiviação e volatilização de alguns nutrientes devido à maior exposição da superfície do solo.

Assim, comparando os resultados das análises efetuadas ao solo, antes do corte e uma década depois, podemos observar uma subida dos valores do pH (H_2O) nas profundidades 0-10 cm e 10-30 cm e uma diminuição significativa dos teores de P nos primeiros 10 cm de solo (Tabela 1). A dinâmica do P depende da sua concentração no substrato orgânico. As menores quantidades de P podem ser devidas aos maiores impactes da exploração madeireira na camada orgânica do solo. Em 2012 a avaliação da camada orgânica não foi considerada devido à vegetação herbácea existente que dificultava a sua colheita. Contudo, esta camada era muito reduzida o que indicia uma perda bastante considerável apesar da regeneração verificada, sobretudo devido à talhadia entretanto formada em consequência da rebentação das toijas após o corte. O carbono armazenado na camada orgânica do solo é mais vulnerável às perdas induzidas pela colheita (-36% em média para folhosas) do que a fração mineral do solo (NAVE et al., 2010).

Para o carbono e restantes parâmetros analisados nas frações minerais do solo não se observaram diferenças significativas após aplicação do teste de Tukey ($p > 0,05$). Neste ecossistema, o efeito negativo do corte no armazenamento de carbono não se faz sentir 10 anos depois. Os decréscimos observados no stock de C do solo foram de 4 % nos primeiros 10 cm, 9 % na profundidade 10-30 cm e 13 % na profundidade 30-60 cm.

Segundo (BOCKHEIM, 2003) a razão C:N é estável em solos florestais onde se verifica um equilíbrio entre a matéria orgânica fornecida ao solo e a sua decomposição, com valores no horizonte mineral superficial geralmente de 15:1 a 30:1. Assim, como se pode observar na tabela 1, a relação C:N no povoamento em estudo antes do corte é considerada estável o que significa que o ecossistema se encontrava em equilíbrio deste ponto de vista. Uma década depois do corte o desequilíbrio na relação C:N que poderá ter existido encontra-se praticamente recuperado.

Tabela 1: Concentrações médias (n=3) de C orgânico e de nutrientes nas camadas 0-10, 10-30 e 30-60 cm de solo. Letras diferentes na mesma coluna, para cada profundidade, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$)

Ano	pH		Corg g kg ⁻¹	N	P	K	Ca	Mg	K	Na	C/N
	H ₂ O	KCl									
0-10 cm											
2002	4,80 b	4,17 a	56,13 a	3,73 a	11,21 a	152,13 a	1,01 a	0,57 a	0,53 a	0,06 a	15,35 a
2012	5,37 a	4,15 a	53,88 a	3,98 a	7,04 b	206,45 a	1,99 a	3,73 a	0,55 a	0,08 a	13,79 a
10-30 cm											
2002	4,77 b	4,22 a	44,40 a	2,77 a	5,89 a	126,96 a	0,25 b	0,31 a	0,32 a	0,05 a	15,83 a
2012	5,31 a	4,17 a	40,33 a	2,77 a	2,97 a	160,65 a	0,87 a	0,74 a	0,36 a	0,12 a	14,54 a
30-60 cm											
2002	5,10 a	4,27 a	33,30 a	2,29 a	3,59 a	109,35 a	0,60 a	0,19 a	0,27 a	0,05 a	14,31 a
2012	5,27 a	4,11b	28,78 a	2,25 a	2,73 a	140,73 a	0,81 a	0,72 a	0,34 a	0,13 a	11,85 a

O impacte da colheita no armazenamento de carbono na camada orgânica e na componente mineral do solo tem diferentes consequências para o balanço de carbono devido às diferenças na magnitude dos reservatórios de C entre as diferentes camadas de solo, sendo o carbono armazenado na camada orgânica mais vulnerável às perdas induzidas pela colheita (NAVE et al., 2010). A figura 2 mostra as quantidades de carbono observadas nas diferentes camadas da fração mineral do solo antes da perturbação causada pela exploração do material lenhoso e uma década depois.

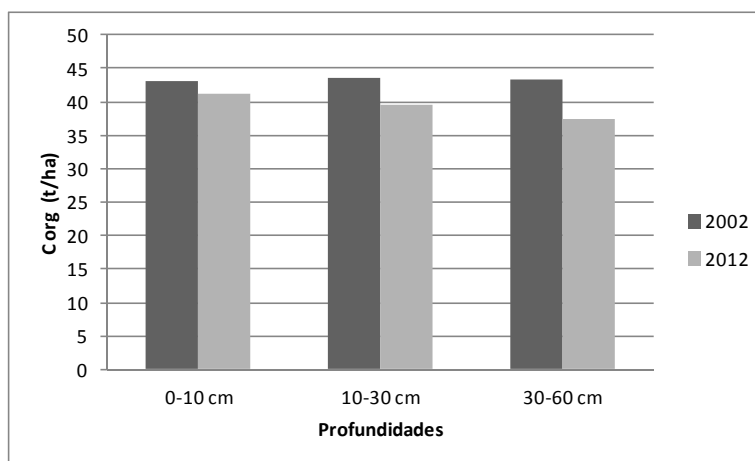


Figura 2: Quantidades de C orgânico, nas camadas 0-10, 10-30 e 30-60 cm do solo, em 2002 e 2012

4. CONCLUSÕES

O impacte global do corte raso no armazenamento do carbono na fração mineral do solo não é significativo uma década depois. As perdas induzidas pela colheita do material lenhoso parecem manifestar-se sobretudo na reduzida camada orgânica observada. Os decréscimos observados no stock de carbono do solo variaram entre 4 % e 13 % ao longo do perfil.

BIBLIOGRAFIA

- BOCKHEIM, J.G., 2003. Forest soils. In *Introduction to Forest Ecosystem Science and Management*. 3ª Edition, Raymond A. Young and Ronald L. Giese eds., University of Wisconsin-Madison, Wiley, pp. 98-113.
- DAVIDSON, E.A., ACKERMAN, I.L., 1993. Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry* 20:161-193
- DIXON, R.K., BROWN, S., HOUGHTON, R.A., SOLOMON, A.M., TREXLER, M.C., WISNIEWSKI, J., 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263, 185–190.
- FAO. 1988. FAO-Unesco Soil Map of the World. Revised Legend. FAO, Rome. 79 pp.
- GOODALE, C.L., APPS, M.J., BIRDSEY, R.A., FIELD, C.B., HEATH, L.S., HOUGHTON, R.A., JENKINS, J.C., KOHLMAYER, G.H., KURZ, W., LIU, S.R., NABUURS, G.J., NILSSON, S., SHVIDENKO, A.Z., 2002. Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere. *Ecological Applications* 12, 891–899.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E GEOFÍSICA, 1991. *O Clima de Portugal*. Fascículo XLIX, Vol. 3, 3ª Região, 70 pp.
- JOHNSON, D.W., CURTIS, P.S., 2001. Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *For Ecol Manage* 140, 227–238.
- MANN, L.K., 1986. Changes in soil carbon storage after cultivation. *Soil Sci.* 142:277-288.
- NAVE, L.E., VANCE, E.D., SWANSTON, C.W., CURTIS, P.S., 2010. Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests. *For Eco Manage* 259: 857-866.
- PATRÍCIO, M.S., 2006. *Análise da potencialidade produtiva do castanheiro em Portugal*. Tese de Doutoramento. Universidade Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, 232 pp.
- WBGU, 1998. *The accounting of biological sinks and sources under the Kyoto protocol: a step forwards or backwards for global environmental protection?* WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung—Globale Umweltveränderungen), 75 pp.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Departamento de Conservação da Natureza e Florestas (DCNF) a disponibilização dos terrenos sob a sua tutela para a realização deste estudo bem como à Comissão do Baldio de Bornes de Aguiar (Serra da Padrela).