

# SOLOS E ÁGUA: FONTES (ESGOTÁVEIS) DE VIDA E DE DESENVOLVIMENTO

## LIVRO DE ATAS

VII CONGRESSO IBÉRICO DAS  
CIÊNCIAS DO SOLO (CICS 2016)

VI CONGRESSO NACIONAL DE  
REGA E DRENAGEM

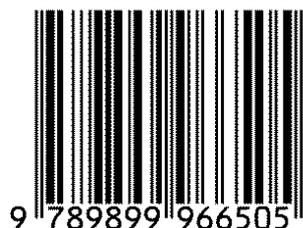




## Ficha técnica

<i>Título:</i>	Solos e Água: fontes (esgotáveis) de vida e de desenvolvimento
<i>Editores:</i>	Sociedade Portuguesa da Ciência do Solo (SPCS)
<i>Autores:</i>	Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD
<i>Sugestão de citação:</i>	Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD. 2016. Solos e Água: fontes (esgotáveis) de vida e de desenvolvimento. Livro de Actas do VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo (CICS 2016) / VI Congresso Nacional de Rega e Drenagem, 13-15 de Setembro de 2016, Instituto Politécnico de Beja, Beja (p.422).
<i>Concepção gráfica e paginação:</i>	Paulo Marques
<i>Tipo de suporte:</i>	Eletrónico
<i>Detalhe do suporte:</i>	PDF
<i>Edição:</i>	1ª Edição
<i>Data:</i>	Setembro de 2016
<i>ISBN:</i>	978-989-99665-0-5

ISBN 978-989-99665-0-5



Comunicações apresentadas no "VII Congresso Ibérico das Ciências do Solo (CICS 2016) / VI Congresso Nacional de Rega e Drenagem" que decorreu no Instituto Politécnico de Beja de 13 a 15 de Setembro de 2016.

### Comissão Editorial do VII CICS 2016 / VI CNRD

Carlos Alexandre (ICAAM, Universidade de Évora, SPCS)  
Gonçalo Rodrigues (Centro Operativo e de Tecnologia de Regadio)  
Henrique Ribeiro (Instituto Superior de Agronomia, U. Lisboa, SPCS)  
Isabel Guerreiro (Instituto Politécnico de Beja)  
Maria da Conceição Gonçalves (INIAV, I. P., SPCS)  
Paula Alvarenga (Instituto Politécnico de Beja)  
Paulo Chaveiro (CM Reguengos de Monsaraz, APRH)  
Pedro Oliveira e Silva (Instituto Politécnico de Beja)  
Sofia Ramôa (Instituto Politécnico de Beja)  
Tiago Ramos (MARETEC, Instituto Superior Técnico, U. Lisboa, SPCS)



## Efeitos da modificação do coberto vegetal em sistemas florestais no armazenamento de carbono no solo

### *Effects of land cover changes in forest systems on soil carbon stocks*

**Fonseca, Felícia\*, Figueiredo, Tomás, Vilela, Ângela**

Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia 5300-253 Bragança, Portugal, [ffonseca@ipb.pt](mailto:ffonseca@ipb.pt)

#### Resumo

Este estudo tem por objectivo avaliar o efeito da substituição de áreas de *Quercus pyrenaica* (QP), que representa a vegetação climácica da Serra da Nogueira, NE Portugal, pelas espécies *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Pinus nigra* (PN) no armazenamento de carbono nos horizontes orgânicos e minerais do solo. Para o efeito, foram seleccionadas três áreas de amostragem, localizadas sob QP (representa o solo original), PM (50 anos de idade) e PN (também com 50 anos de idade), em zonas adjacentes com condições de solos e clima similares. Em cada área de amostragem, foram seleccionados aleatoriamente 15 locais, onde se procedeu à colheita do horizonte orgânico (numa área de 0,49 m<sup>2</sup> por local) e a amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm. Os horizontes minerais armazenam cerca de 88 % do carbono total sob as espécies PM e PN e cerca de 95 % sob a espécie QP. Cinco décadas após a substituição da vegetação climácica observam-se perdas de carbono nos horizontes minerais do solo e ganhos nos horizontes orgânicos. A perda de carbono representa cerca de 30 % do total armazenado no solo original, quando se considera os horizontes orgânicos e minerais conjuntamente.

**Palavras-chave:** sistemas florestais, carbono, matéria orgânica, solo, Portugal.

#### Abstract

This study aims at evaluating the influence of replacing areas of *Quercus pyrenaica*, which represents native vegetation of Serra da Nogueira, NE of Portugal, by *Pseudotsuga menziesii* and *Pinus nigra* on carbon stocks in forest floor and mineral soil. Three sampling areas were selected in adjacent locations with similar soil and climate conditions. The first area, covered by *Quercus pyrenaica* (QP), represents the original soil. The second area is in a 50 years old stand of *Pseudotsuga menziesii* (PM), and the third one, under *Pinus nigra*, is 50 years old (PN). In each sampling area, at 15 randomly selected points, samples were collected in the forest floor (0.49 m<sup>2</sup> quadrat) and in the soil (at 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 20-30 cm depth). The mineral soil stores about 12 % of total carbon for PM and PN and about 5% for QP. Five decades after species replacement, was observed carbon losses in mineral soil and carbon gains in forest floor. The carbon loss represents around 30 % of the carbon total stored in original soil when considering mineral soil and forest floor together.

**Keywords:** forest systems, carbon, organic matter, soil, Portugal.

## Introdução

Parte da vegetação climácica da Península Ibérica (florestas de folhosas) tem vindo a ser substituída por outras espécies florestais, nomeadamente por coníferas. Embora esta substituição possa ter consequências benéficas do ponto de vista económico, é essencial compreender os efeitos ambientais daí resultantes, tais como a fixação de carbono para mitigação das alterações climáticas. O conhecimento das diferenças entre espécies, no que respeita à capacidade de armazenar carbono, deve constituir uma ferramenta de apoio à decisão quando da introdução de novas espécies florestais e pode ainda ser utilizado estrategicamente para atingir metas ambientais [6,12,13]

A substituição de espécies tem consequências ao nível do armazenamento de carbono nos horizontes orgânicos e minerais do solo [8], devido à quantidade, qualidade e distribuição da folhada produzida [6]. A taxa de decomposição da folhada pode ser mais rápida ou mais lenta, dependendo da sua natureza. De um modo geral, é aceite que a folhada proveniente de espécies resinosas decompõe-se mais lentamente que a proveniente de espécies folhosas, devido à presença de compostos polifenólicos não hidrolisáveis na folhada [2].

O carbono armazenado nos ecossistemas florestais depende fundamentalmente da idade dos povoamentos e das práticas de gestão [3,7,10,11]. A seleção de espécies constitui actualmente uma opção de gestão para aumentar o armazenamento de carbono [13].

O presente trabalho tem por objectivo avaliar a influência da substituição de áreas de *Quercus pyrenaica*, que constitui a vegetação climácica da Serra da Nogueira, Nordeste de Portugal, pelas espécies *Pseudotsuga menziesii*, e *Pinus nigra* no armazenamento de carbono nos horizontes orgânicos e minerais do solo.

## Material e métodos

A área de estudo localiza-se na Serra da Nogueira, Nordeste de Portugal (41° 45'N and 6° 52'W), na faixa entre os 1000 e os 1150 m de altitude. A temperatura média

anual é de 12°C e a precipitação média anual é de 1100 mm, com uma distribuição tipicamente mediterrânea [4]. Os solos estão integrados na unidade Leptosolos dístricos órticos derivados de xisto [1]. A vegetação climácica é constituída por *Quercus pyrenaica* (QP), que ocupa cerca de 6000 ha e constitui a maior mancha contínua de QP em Portugal. Ao longo das últimas décadas, parte da área de QP foi substituída por outras espécies florestais, nomeadamente *Pseudotsuga menziesii* (PM) e *Pinus nigra* (PN), processo onde os incêndios tiveram um papel relevante.

Para avaliar o impacto da substituição de espécies no armazenamento de carbono nos horizontes orgânicos e minerais do solo, foram seleccionadas três áreas de amostragem. Uma num povoamento de QP (representa o solo original) e as duas restantes em povoamentos de PM e PN, respectivamente, ambos com 50 anos de idade. As três áreas de amostragem foram escolhidas tendo em atenção o facto de se situarem em zonas adjacentes, sobre litologia de xisto e com características de clima e solos similares. Por sua vez, em cada área de amostragem, foram seleccionados aleatoriamente 15 locais, onde se procedeu à recolha do material orgânico numa área de 0,49 m<sup>2</sup> e à colheita de amostras de solo nas profundidades 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm. Para as mesmas profundidades foram colhidas amostras não perturbadas, com um cilindro de 100 cm<sup>3</sup> de volume, para determinação da densidade aparente do solo.

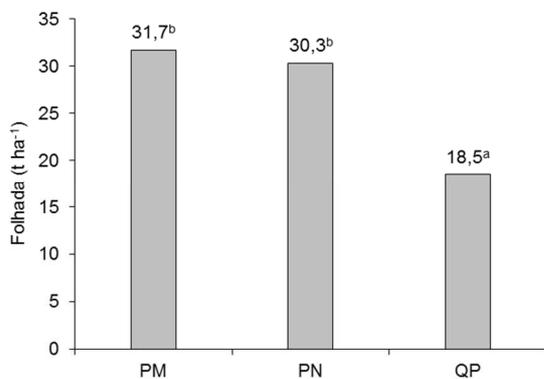
As amostras dos horizontes orgânicos foram secas a 65°C até peso constante, com vista à determinação da matéria seca. As amostras de solo foram secas ao ar e crivadas para determinar o teor de elementos grosseiros (> 2 mm). Foi ainda determinada a concentração de carbono por combustão seca [5]. A matéria seca dos horizontes orgânicos foi convertida em carbono (t C ha<sup>-1</sup>), assumindo que 50 % da matéria seca é carbono, o que é frequentemente aceite por vários autores.

O carbono orgânico das camadas minerais do solo (t C ha<sup>-1</sup>) foi calculado através da multiplicação da concentração de carbono, pela densidade aparente e espessura da camada de solo com a realização de uma

correção para o teor de elementos grosseiros.

## Resultados e discussão

A acumulação de resíduos orgânicos na superfície do solo é mais elevada para as espécies resinosas (*PM* e *PN*) quando comparada com a espécie folhosa (*QP*) (Figura 1). Estes resultados parecem estar relacionados com a taxa de decomposição, pois sob as espécies *PM* e *PN* observa-se uma grande quantidade de restos orgânicos pouco decompostos, enquanto sob a espécie *QP* é notória a incorporação do material orgânico na fracção mineral.



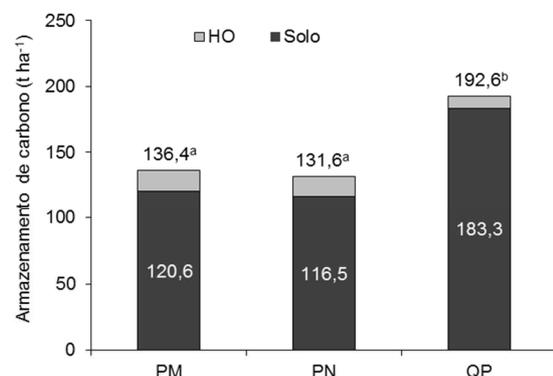
**Figura 1** – Quantidade total de folhagem para as espécies *PM*, *PN* e *QP*

A concentração de carbono no solo mostrou um gradiente vertical sob as três espécies, com os maiores valores na camada 0-5 cm e os menores na camada 20-30 cm (Quadro 1).

Considerando as camadas de solo no seu conjunto (0-30 cm) observa-se uma média de 120,6, 116,5 e 183,3 t C ha<sup>-1</sup> para as espécies *PM*, *PN* e *QP*, respectivamente (Figura 2). A proporção de carbono armazenado nas camadas minerais do solo em relação ao total (camadas minerais e horizontes orgânicos) foi de 88,5 % para as espécies *PM* e *PN* e de 95,2 % para a espécie *QP*. A elevada importância das camadas minerais do solo no armazenamento de carbono coloca em evidência que perturbações que aí ocorrem, como a alteração do coberto vegetal e a preparação do terreno, podem influenciar a sustentabilidade dos ecossistemas a longo prazo [9].

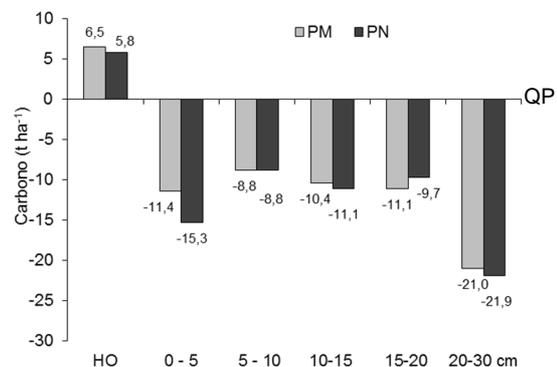
**Quadro 1** - Concentração e armazenamento de carbono nos solos sob as espécies *Pseudotsuga menziesii* (*PM*), *Pinus nigra* (*PN*) e *Quercus pyrenaica* (*QP*). Armazenamento de carbono no horizonte orgânico (HO) (média e desvio padrão).

Profundidade (cm)	Espécies		
	<i>PM</i>	<i>PN</i>	<i>QP</i>
Concentração de carbono (g kg <sup>-1</sup> )			
0-5	59 (1,4)	52 (1,0)	100 (2,3)
5-10	55 (1,1)	51 (0,9)	81 (0,8)
10-15	55 (1,8)	45 (0,5)	75 (0,8)
15-20	48 (1,2)	44 (0,5)	67 (0,7)
20-30	45 (1,2)	40 (0,9)	61 (1,0)
Armazenamento de carbono (t ha <sup>-1</sup> )			
HO	15,8 (0,4)	15,1 (0,6)	9,3 (0,2)
0-5	23,1 (0,5)	19,2 (0,4)	34,5 (0,7)
5-10	21,9 (0,3)	21,9 (0,5)	30,7 (0,4)
10-15	20,8 (0,5)	20,1 (0,3)	31,2 (0,5)
15-20	18,6 (0,4)	20,0 (0,3)	29,7 (0,5)
20-30	36,2 (1,2)	35,3 (0,8)	57,2 (0,7)



**Figura 2** – Carbono total armazenado nos horizontes orgânicos (HO) e minerais do solo (valores acima das barras), para as espécies *PM*, *PN* e *QP*. Os valores no interior das barras indicam o total de carbono armazenado no solo.

A substituição da vegetação climácica (*QP*) pelas espécies *PM* e *PN* afetou o armazenamento de carbono nos horizontes orgânicos e minerais do solo (Figura 3).



**Figura 3** – Ganhos (valores positivos) e perdas (valores negativos) de carbono para as espécies *PM* e *PN* relativamente ao solo original (*QP*).

Comparativamente ao solo original (*QP*), os horizontes orgânicos desenvolvidos sob as

espécies *PM* e *PN* comportaram-se como um reservatório de carbono (6,5 e 5,8 t C ha<sup>-1</sup>, respetivamente) enquanto os horizontes minerais do solo comportaram-se como uma fonte de carbono (62,7 t C ha<sup>-1</sup> para *PM* e 66,8 t C ha<sup>-1</sup> para *PN*) (Figura 3).

Após 50 anos, verifica-se uma redução do armazenamento de carbono nos horizontes minerais do solo como consequência da substituição da vegetação original (*QP*) pelas espécies *PM* e *PN*. Esta redução foi similar para ambas as espécies, 56,2 t C ha<sup>-1</sup> para *PM* e 61,0 t C ha<sup>-1</sup> para *PN*.

## Conclusões

A acumulação de resíduos orgânicos no solo foi mais elevada sob as espécies *PM* e *PN*. Sob a espécie *QP*, há uma maior transformação e incorporação do material orgânico na fracção mineral.

Relativamente à espécie *QP*, a quantidade de carbono armazenada nos horizontes orgânicos desenvolvidos sob *PM* e *PN* aumentou, enquanto nos horizontes minerais do solo diminuiu, atingindo uma redução global de cerca de 30 % do total de carbono armazenado no solo original. Num cenário de alterações climáticas, a substituição da vegetação climática tem um papel relevante no incremento de carbono na atmosfera.

## Referências bibliográficas

- [1] Agroconsultores e Coba, 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD, Vila Real.
- [2] Faulds, C.B., Williamson, G. 1999. The role of hydroxycinnamates in the plant cell wall. *J SCI FOOD AGR.* 79: 393–395.
- [3] Fonseca, F., Figueiredo, T., Martins, A. 2014. Carbon storage as affected by different site preparation techniques two years after mixed forest stand installation. *FOREST SYSTEMS* 23 (1): 84-92.
- [4] 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.
- [5] ISO, 1994. Organic and total carbon after dry combustion, in Environment soil quality. ISO/DIS 10694.
- [6] Oostra, S., Majdi, H., Olsson, M. 2006. Impact of tree species on soil carbon stocks and soil acidity in southern SWEDEN. *SCANDINAVIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH* 21: 364–371.
- [7] Paul, K.I., Polglase, P.J., Nyakuengama, J.G., Khanna, P.K. 2002. Change in soil carbon following afforestation. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 168: 241–257.
- [8] Peltoniemi, M., Mäkipää, R., Liski, J., Tamminen, P. 2004. Changes in soil carbon stand age – an evaluation of a modeling method with empirical data. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 10: 2078-2091.
- [9] Percival, H.J., Parfitt, R.L., Scott, N.A. 2000. Factors controlling soil carbon levels in New Zealand grasslands: Is clay content important? *SOIL SCI SOC AM J.* 64: 1623-1630.
- [10] Post, W.M., Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 6: 317–327.
- [11] Pregitzer, K., Euskirchen, E. 2004. Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age. *GLOBAL CHANGE BIOLOGY* 10: 2052–2077.
- [12] Schulp, C.J.E., Nabuurs, G.-J., Verburg, P.H., de Waal, R.W. 2008. Effect of tree species on carbon stocks in forest floor and mineral soil and implications for soil carbon inventories. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 256: 482–490.
- [13] Vallet, P., Meredieu, C., Seynave, I., Bélouard, T., Dhôte, J.F. 2009. Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 257: 1314–1323.