

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

Carbono nos solos do Parque Natural de Montesinho, NE Portugal: armazenamento e estabilidade estimados com base cartográfica

FONSECA, F., FIGUEIREDO, T. DE

Instituto Politécnico de Bragança (IPB/ESAB), CIMO – Mountain Research Centre, Campus de Santa Apolónia, 5301-855 Bragança, Portugal, ffonseca@ipb.pt

Resumo

O Parque Natural de Montesinho (PNM), NE de Portugal, é uma área protegida de 75 mil hectares, reconhecida pelos seus valores naturais. Nestes incluem-se espécies, comunidades e ecossistemas, e paisagens classificadas pelo seu elevado valor, objecto de acções de conservação e gestão. Acrescem a estes valores as funções e serviços ecossistémicos que este território pode realizar, entre as quais se encontra o contributo para o sequestro de Carbono, aspecto importante no quadro do controlo dos níveis de gases de efeito de estufa na atmosfera. Estes serviços acrescentam valor ao território e responsabilidade na sua gestão, designadamente no plano das alterações no uso do solo. O armazenamento de Carbono nos ecossistemas destas regiões é fortemente dependente do solo. A dinâmica dos processos de decomposição dos resíduos orgânicos, as intervenções no uso do solo que contribuem para os acelerar, os episódios de fogo, todos mostram que, nas avaliações do Carbono, ao armazenamento é forçoso acoplar sua estabilidade nos ecossistemas, questão muito importante também no quadro de outras dinâmicas decorrentes de cenários de alteração climática plausíveis. Com o propósito de contribuir para melhor conhecer o papel dos solos do PNM no armazenamento de Carbono e sua estabilidade nesta área protegida, tomaram-se os elementos constantes da Carta de Solos do NE de Portugal, no tracto correspondente ao Parque. O tratamento dessa informação diz respeito ao Carbono e ao Azoto de 14 Perfis-tipo representativos das unidades-solo identificados no PNM. Justificadamente discutidos, tomaram-se como indicadores o conteúdo em C de 0-30 cm para o armazenamento e a Razão C/N para a sua estabilidade. Foi avaliada a expressão e analisada a distribuição espacial destes indicadores a partir da Carta de Solos do PNM. Os Leptossolos e os Cambissolos são as Unidades Solo mais representadas, ocupando 76 e 20% da área do PNM, respectivamente. Seguem-se os Luvisolos e Alissolos que no conjunto representam 2,5% da área total. Os Cambissolos são os que armazenam mais Carbono por unidade de área ($7,2 \text{ kg m}^{-2}$), seguidos dos Leptossolos ($5,5 \text{ kg m}^{-2}$), registando-se os valores mais baixos nos Alissolos ($2,2 \text{ kg m}^{-2}$). O armazenamento de Carbono é superior nas zonas mais altas, frias e húmidas registando-se acréscimos expressivos no armazenamento quando a temperatura média anual desce de 12 para 10°C e a precipitação ultrapassa os 1000 mm. A Litologia do Material Originário dos solos também se reflecte no armazenamento de Carbono observando-se os maiores valores nas áreas de granito ($24,6 \text{ kg m}^{-2}$) e os menores nas áreas de depósitos sedimentares ($2,7 \text{ kg m}^{-2}$). De um modo geral, a estabilidade do Carbono no sistema acompanha o padrão referido para o armazenamento.

Palavras chave

Armazenamento de Carbono no solo, Razão C/N, Parque Natural de Montesinho (Portugal).

1. Introdução

O Parque Natural de Montesinho (PNM), NE de Portugal, é uma área protegida de 75 mil hectares, reconhecida pelos seus valores naturais. Nestes incluem-se espécies, comunidades e ecossistemas, e paisagens classificadas pelo seu elevado valor, objecto de acções de conservação e gestão (IPB/ICN, 2007). Acrescem a estes valores funções e serviços ecossistémicos que este território pode realizar, entre os quais se assinala o contributo para o sequestro de Carbono, aspecto importante no quadro do controlo dos níveis de gases de efeito de estufa na atmosfera (IPB/ICN, 2007; IPCC, 2000). Estes serviços acrescentam valor ao território e responsabilidade na sua gestão, designadamente no plano das alterações no uso do solo.

O armazenamento de Carbono nos ecossistemas destas regiões é fortemente dependente do solo (Bompastor et al., 2009). Alguns exemplos são ilustrativos das dinâmicas a que está sujeito o compartimento solo no que respeita ao armazenamento de Carbono, seja com carácter continuado no tempo, seja com carácter episódico. No primeiro caso estão os processos de decomposição dos resíduos orgânicos e, a uma outra escala temporal, as intervenções no uso do solo que contribuem para os acelerar; no segundo, os fogos (Post & Kwon, 2000; Fonseca et al., 2006; Yimer et al., 2006; Ordóñez et al., 2008). Estes exemplos servem para sublinhar que, no quadro de outras dinâmicas decorrentes de cenários de alteração climática plausíveis, importa considerar nas avaliações do Carbono não apenas o seu armazenamento. Com efeito, não sendo estático o contributo dos ecossistemas terrestres, e especificamente do solo, para o sequestro de Carbono e redução dos níveis de CO₂ na atmosfera, por isso mesmo, deve ser avaliado também em termos da sua variabilidade temporal, ou, dito de outro modo, da sua estabilidade.

As variações no solo representam a primeira fonte de variação temporal do potencial de armazenamento de Carbono nos ecossistemas terrestres das zonas temperadas. De facto, embora outras fontes (intervenções na gestão ou no uso do solo e o fogo, já referidas acima) possam revelar-se mais importantes, o seu carácter é episódico ou esporádico. A razão C/N é o mais conhecido indicador da estabilidade da matéria orgânica dos solos. Mesmo reconhecendo as fragilidades conceptuais devidas ao seu carácter estritamente químico, a razão C/N tem demonstrado grande robustez enquanto indicador do grau de decomposição dos resíduos orgânicos do solo (Enriquez et al., 1993; Springob & Kirchmann, 2003; Boerner et al., 2008; Thomsena et al., 2008).

2. Objectivos

Este trabalho tem como primeiro propósito contribuir para melhor conhecer o papel dos solos do PNM no armazenamento de Carbono nesta área protegida, deste modo permitindo a quantificação de um serviço ecossistémico importante no quadro de cenários de alteração climática. Com carácter aproximativo, propõe-se também e adicionalmente estimar a estabilidade temporal desse armazenamento, apenas no que depende dos processos de decomposição do material orgânico dos solos.

3. Material e Métodos

Tomou-se como informação de base para este trabalho, os elementos constantes da Carta de Solos do NE de Portugal, no tracto correspondente ao Parque (Agroconsultores & Coba, 1991; IPB/ICN, 2007). Essa Carta, na sua origem à escala 1:100 000, segue a legenda

FAO/UNESCO (1987). Na designação das unidades solo aplica-se a sequência unidade principal, unidade secundária (em alguns casos também terciária), e litologia do material originário dos solos. A Carta dos Solos do NE de Portugal contém informação adicional relativa às unidades cartográficas representadas, designadamente sobre zona climática, relevo e uso da terra (Agroconsultores & Coba, 1991). A informação disponível e tratada para este trabalho consta de uma base de dados e de um SIG, especificamente constituídos em várias etapas anteriormente desenvolvidas, com a participação maior ou menor do autores (Araújo e tal., 2004; IPB/ICN, 2004; Projecto Edunather, 2009).

O tratamento da informação centrou-se no Carbono e na Razão C/N de 14 Perfis-tipo representativos das unidades solo dominantes no PNM (Projecto Edunather, 2009). A selecção destes perfis integrou o conhecimento das correlações espaciais genericamente identificadas na região entre factores do ambiente pedogenético, processos deste dependentes e a sua expressão em termos de características morfológicas e físico-químicas dos solos. Assinala-se ainda que a selecção se levou a cabo em momento anterior e de forma independente deste trabalho.

Tomaram-se como indicadores o teor em C (kg m^{-2}) para o armazenamento e a Razão C/N para a sua estabilidade, ambos avaliados de 0-30cm de profundidade. No primeiro caso, o cálculo foi efectuado tomando os valores de %C nos vários horizontes e respectivas espessuras, densidade aparente e teor de elementos grosseiros. Os resultados por horizonte são integrados até à profundidade de 30cm, limite adoptado para assegurar a comparabilidade das avaliações. Foi avaliada a expressão e analisada a distribuição espacial destes indicadores a partir da Carta de Solos do PNM (Agroconsultores & Coba, 1991; IPB/ICN, 2007; Projecto Edunather, 2009).

4. Resultados e Discussão

Os Leptossolos e os Cambissolos são as Unidades Solo mais representadas, ocupando 76 e 20% da área do PNM, respectivamente. Seguem-se os Luvisolos e Alissolos que, no conjunto, representam 2,5% da área total (Figura 1).

O teor de Carbono no solo até aos 30cm de profundidade varia de $18,2 \text{ kg m}^{-2}$ nos Leptossolos úmbricos de granitos a $1,3 \text{ kg m}^{-2}$ nos Leptossolos dístricos de xistos (Figura 2). O armazenamento médio global de Carbono até aquela profundidade nos solos do PNM pode estimar-se em 5 kg m^{-2} , com base na importância espacial das unidades solo dominantes aqui representadas, valor que se enquadra nos estimáveis para esta área geográfica (Bompastor et al., 2009).

Os Cambissolos são os que armazenam mais Carbono por unidade de área ($7,2 \text{ kg m}^{-2}$), seguidos dos Leptossolos ($5,5 \text{ kg m}^{-2}$), registando-se os valores mais baixos nos Alissolos ($2,2 \text{ kg m}^{-2}$) (Figura 3). Estes resultados podem explicar-se pela ocorrência preferencial de Cambissolos em áreas de menor declive, onde as condições de decomposição dos resíduos orgânicos estão condicionadas por teores de humidade mais elevados quando comparados com os Leptossolos, típicos de zonas mais declivosas (Figura 1). Por outro lado, em nenhuma das restantes Unidades Principais se encontram Unidades Secundárias Úmbricas, a significar que ocorrem em ambientes pedogenéticos pouco favoráveis à acumulação de matéria orgânica.

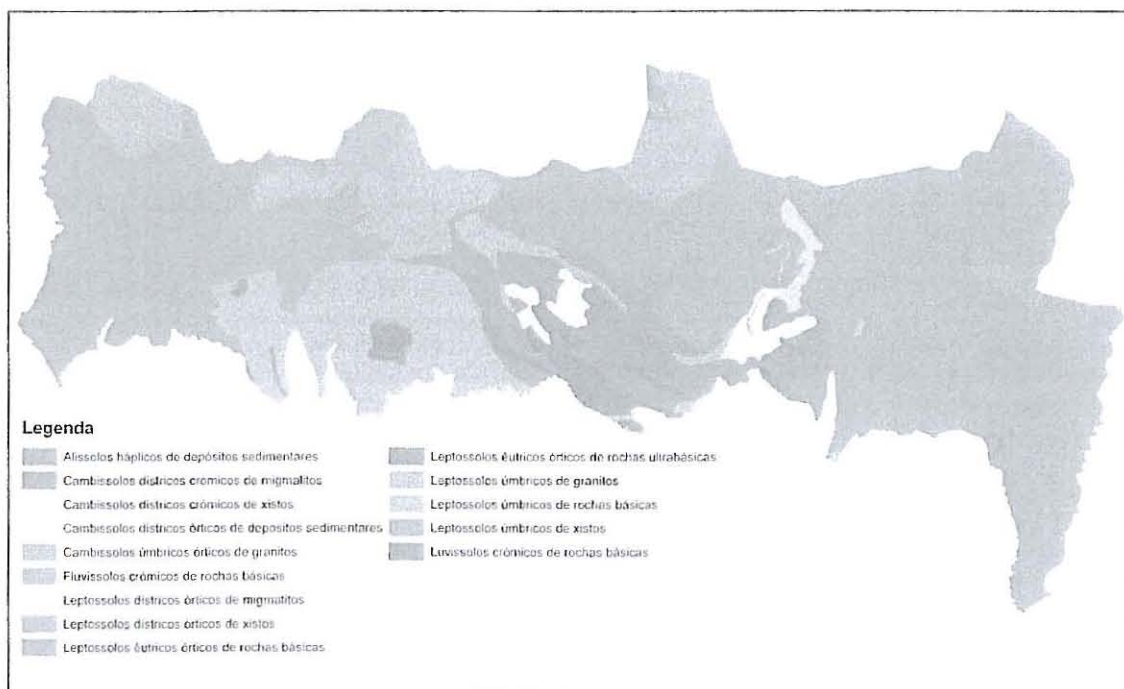


Figura 1. Carta dos Solos do Parque Natural de Montesinho (Agroconsultores & Coba, 1991; IPB/ICN, 2007; FAO/UNESCO, 1987)

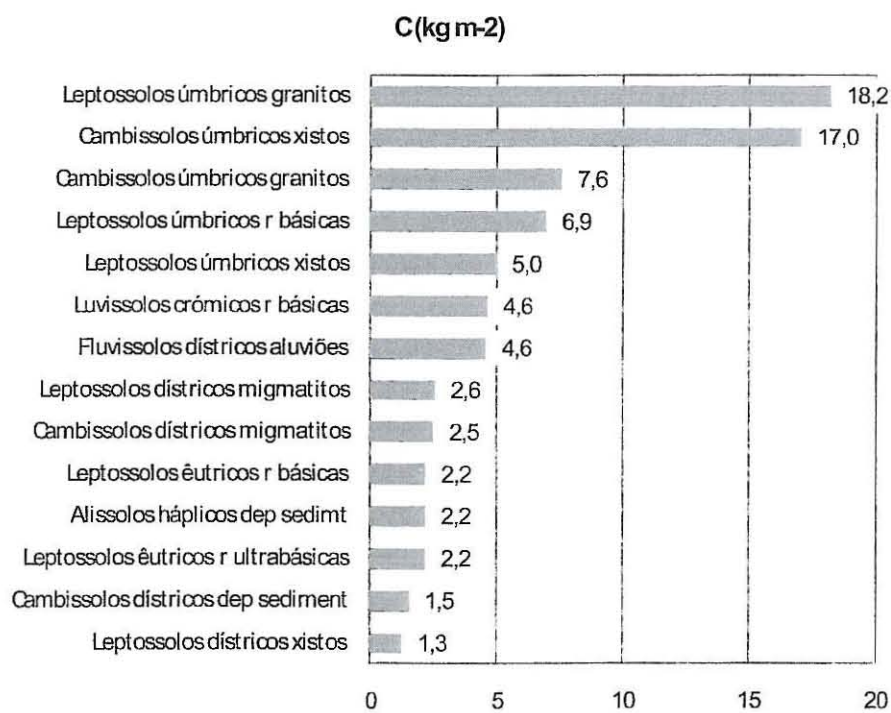


Figura 2. Teor de Carbono (kg m⁻², 0-30cm de profundidade) nas Unidades Solo dominantes no PNM

A razão C/N varia de 11,1 nos Cambissolos a 14,0 nos Fluviolos (Figura 3); como é do domínio comum quanto mais elevada a razão C/N maior a quantidade de Carbono armazenado em componentes mais estáveis da matéria orgânica (Sierra et al., 2007). Como as unidades solo mais representadas são os Leptossolos e os Cambissolos, pode-se considerar que a estabilidade do Carbono não é discriminável nestes tipos principais de solo presentes na área do PNM.

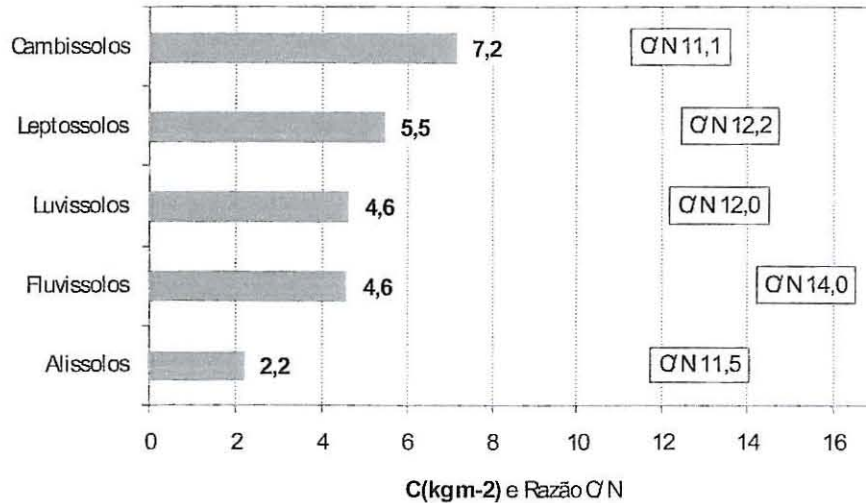


Figura 3. Teor médio de Carbono (kg m⁻²) e Razão C/N até 30cm de profundidade nas Unidades Principais representadas no PNM

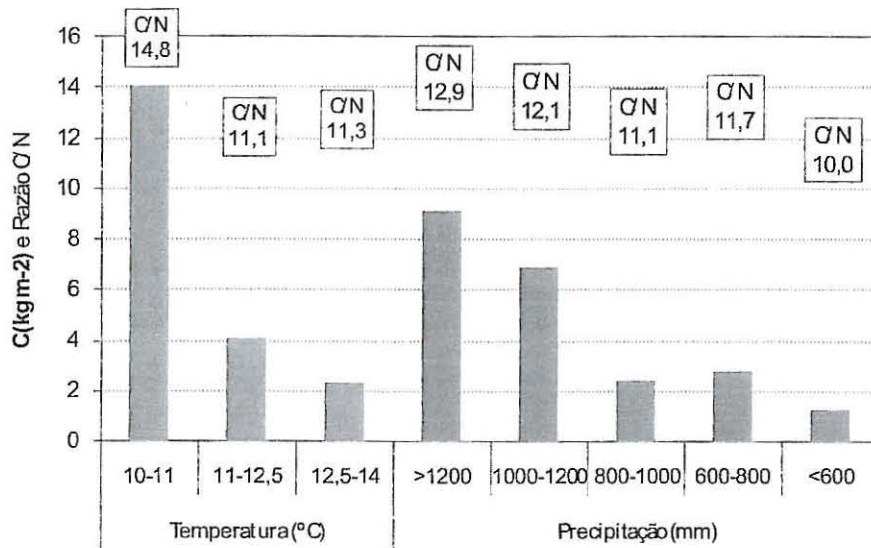


Figura 4. Teor de Carbono e Razão C/N no solo até 30cm de profundidade: efeito da zona climática

O armazenamento de Carbono é superior nas zonas mais altas, frias e húmidas registando-se acréscimos expressivos no armazenamento quando a temperatura média anual desce de 12 para 10°C e a precipitação ultrapassa os 1000 mm (Figura 4). Esta é a verificação prática do conhecido efeito dos factores Precipitação e Temperatura na acumulação de matéria orgânica nos solos, por via da sua influência nas taxas de decomposição dos resíduos orgânicos (Spain, 1990; Post & Kwon, 2000; Schneider et al., 2005).

O Carbono apresenta menor estabilidade nos solos das zonas mais secas e quentes, com razões C/N que variam de 10,0 ($P < 600$ mm) a 11,3 ($12,5 < T < 14^{\circ}\text{C}$) (Figura 4), o que associado à maior actividade biológica nestes ambientes do PNM conduz a menores quantidades de Carbono armazenado no solo.

A Litologia do Material Originário dos solos também se reflecte no armazenamento de Carbono observando-se os maiores valores nas áreas de granito ($12,9 \text{ kg m}^{-2}$) e os menores nas áreas de depósitos sedimentares ($1,9 \text{ kg m}^{-2}$). Na verdade, trata-se apenas de um efeito aparente já que resulta da distribuição espacial das manchas litológicas no PNM e não especificamente de processos do solo dependentes da litologia do material originário com consequências para a acumulação de Carbono no solo. De facto, às áreas de maior altitude no PNM correspondem afloramentos graníticos (Figura 1 e Figura 5).

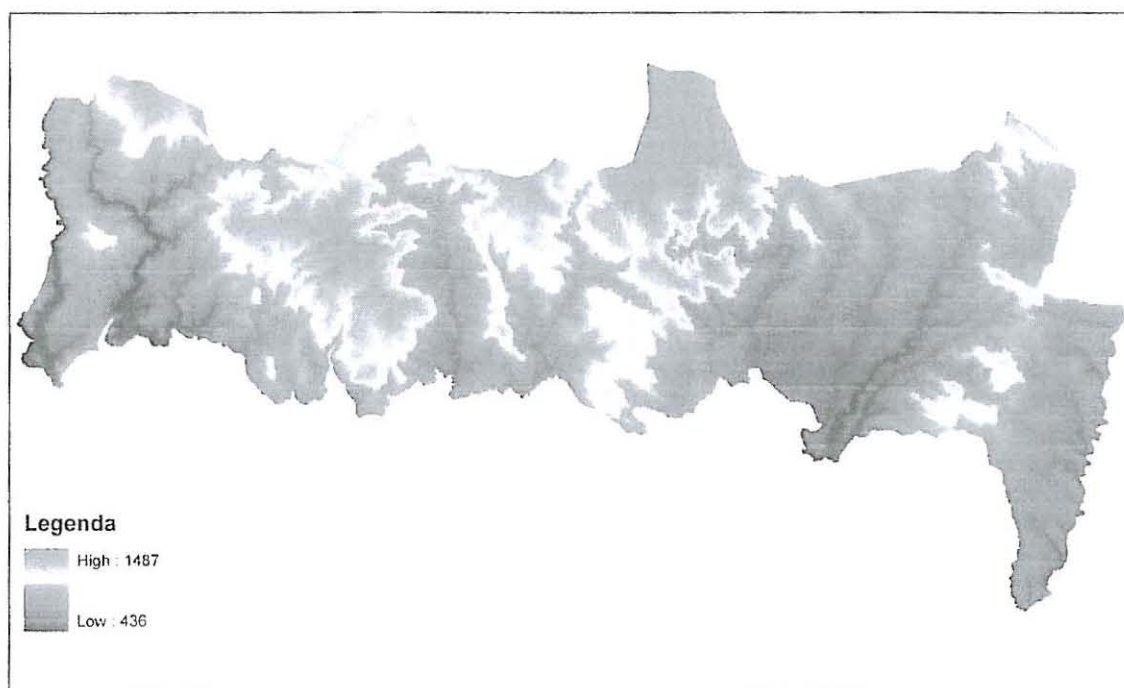


Figura 5. Carta hipsométrica do PNM (IPB/ICN, 2007; Projecto Edumather, 2009)

O uso da terra tem um efeito muito claro nos níveis de acumulação e estabilidade do Carbono nos solos do PNM (Figura 6). Os valores de Carbono estimados rondam em média os 3 kg m^{-2} em solos agrícolas, valor que quadruplica quando se passa para área florestais, ou mesmo de matos (Figura 6). A estabilidade do Carbono no solo é nitidamente superior nas áreas de matos ($C/N = 15,6$) seguida das áreas de floresta ($C/N = 13,8$). O efeito combinado da quantidade e qualidade de biomassa produzida e não exportada em cada sistema, e as taxas de decomposição da matéria orgânica decorrentes do ambiente pedogenético em que maioritariamente se instalam bem como as práticas de gestão do solo comumente aplicadas, no seu conjunto podem contribuir para explicar estas diferenças entre tipos genéricos de uso da terra no PNM (Thomsena et al., 2008; Martins et al., 2009).

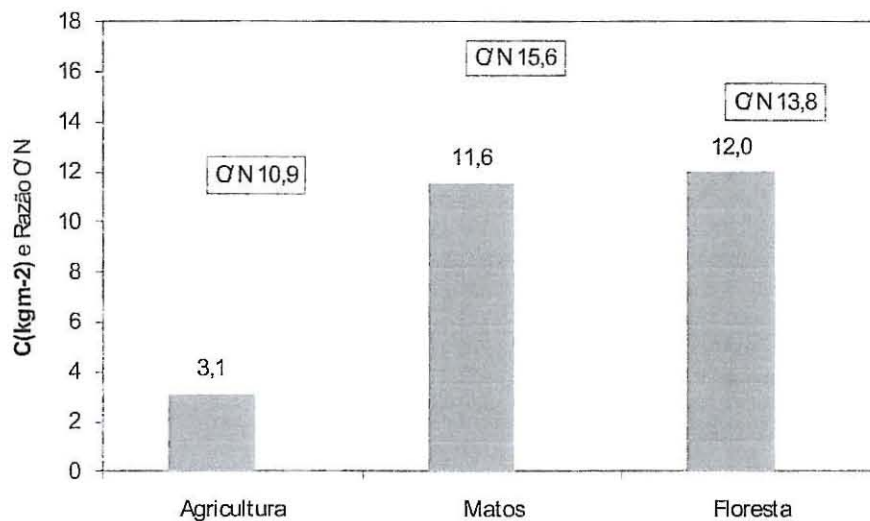


Figura 6. Teor de Carbono e Razão C/N no solo até 30cm de profundidade: efeito do uso do solo

5. Conclusões

As unidades solo principais, Leptosolos e Cambissolos, que no conjunto representam cerca de 95% da área total do PNM, são as que armazenam maior quantidade de Carbono por unidade de área (5,5 e 7,2 kg m⁻², respectivamente), mostrando também idêntica estabilidade do Carbono no solo. A acumulação e estabilidade do Carbono aumentam com o aumento da precipitação e redução da temperatura, bem como com a existência de vegetação perene no solo, isto é nas áreas de matos e floresta. A média ponderada global de Carbono armazenado no solo até 30cm de profundidade é de 5 kg m⁻², valor estimado para o PNM.

6. Referências bibliográficas

- AGROCONSULTORES & COBA, 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal. UTAD. Vila Real.
- ARAÚJO, J.A.T., FIGUEIREDO, T. DE, CASTRO, J.P., 2004. Sistema de informação geográfica da Carta de Solos do Nordeste de Portugal. 1º Congresso Ibérico da Ciência do Solo. ESA/IPB. Bragança.
- BOERNER, R.E.J., HUANG, J., HART, S.C., 2008. Fire, thinning, and the carbon economy: Effects of fire and fire surrogate treatments on estimated carbon storage and sequestration rate. *Forest Ecology and Management* 255, 3081–3097.
- BOMPASTOR, A., FIGUEIREDO, T., FONSECA, F., 2009. Matos do Parque Natural de Montesinho, NE de Portugal – produção de serviços ecossistémicos. Actas do 15º Congresso da APDR. 338–364. Cidade da Praia. Cabo Verde.
- ENRIQUEZ, S., DUARTE, C.M., SAND-JENSEN, K., 1993. Patterns in decomposition rates among photosynthetic organisms: the importance of detritus C :N :P content. *Oecologia* 94, 457–471.

FONSECA, F., MARTINS, A., FIGUEIREDO, T., GUERRA, A., NOGUEIRA C., 2006. Evaluation of the effect of soil mechanical operations before plantation on the carbon storage and distribution on young forest stands. In: Gallardo Lancho, J.F. (ed.): Medioambiente en Iberoamérica - vision desde la Física y la Química en los albores del Siglo XXI. 487-495. Ediciones Mundi-Prensa.

IPB/ICN (Instituto politécnico de Bragança/Instituto da Conservação da Natureza), 2007. Plano de Ordenamento do Parque Natural de Montesinho – Caracterização. Bragança.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 2000. Land use, land-use change, and forestry special report. Cambridge.

MARTINS, A., AZEVEDO, S., RAIMUNDO, F., MADEIRA, M., 2009. Decomposição de folhada de quatro espécies florestais no Norte de Portugal: Taxa de decomposição e evolução da composição estrutural e do teor em nutrientes. *Rev. de Ciências Agrárias*. [online]. ene. vol. 32.

ORDÓÑEZ, J.A.B., DE JONG, B.H.J., GARCÍA-OLIVA, F., AVIÑA, F.L., PÉREZ, J.V., GUERRERO, G., MARTÍNEZ, R., MASERA, O., 2008. Carbon content in vegetation, litter and soil under 10 different land-use and land-cover classes in the Central Highlands of Michoacan, Mexico. *Forest Ecology and Management* 255, 2074–2084.

POST, W.M., KWON, K.C., 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* 6, 317–327.

PROJECTO EDUNATHER, 2009. [Documentação do projecto Piloto Leonardo da Vinci “Educational strategies for the promotion of natural heritage 2006-2009”] www.edunather.net.

SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., SOBRINHO, V.G. & SCHNEIDER, P.S.P., 2005. Determinação indirecta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). *Ciência Florestal* 15, 391-402.

SIERRA, C.A., DEL VALLE, J.I., ORREGO, S.A., MORENO, F.H., HARMON, M.E., ZAPATA, M., COLORADO, G.J., HERRERA, M.A., LARA, W., RESTREPO, D.E., BERROUET, L.M., LOAIZA, L.M., BENJUMEA, J.F., 2007. Total carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia. *Forest Ecology and Management* 243, 299–309.

SPAIN, A.V., 1990. Influence of environmental conditions and some soil chemical properties on the carbon and nitrogen contents of some tropical Australian rainforest soils. *Aust. J. Soil Res.* 28, 825–839.

SPRINGOB, G., KIRCHMANN, H., 2003. Bulk soil C to N ratio as a simple measure of net N mineralization from stabilized soil organic matter in sandy arable soils. *Soil Biology & Biochemistry* 35, 629–632.

THOMSENA, I.K., PETERSENA, B.M., BRUUN, S., JENSEN, L.S., CHRISTENSEN, B.T., 2008. Estimating soil C loss potentials from the C to N ratio. *Soil Biology & Biochemistry* 40, 849–852.

YIMER, F., LEDIN, S., ABDELKADIR, A., 2006. Soil organic carbon and total nitrogen stocks as affected by topographic aspect and vegetation in the Bale Mountains, Ethiopia. *Geoderma* 135, 335–344.