

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

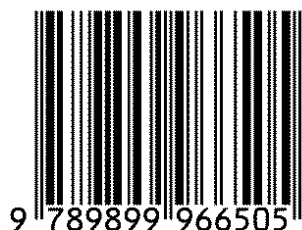




Ficha técnica

<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)



Mapeamento do carbono orgânico do solo numa bacia hidrográfica de montanha

Mapping soil organic carbon in a mountain watershed

Sil, Ângelo^{1*}, Gonçalves, João², Honrado, João², Azevedo, João C.^{1*}, Ramos, Alice¹,
Fonseca, Felícia¹

¹ Centro de Investigação de Montanha (CIMO), Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Sta. Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal; * angelosil@ipb.pt

² Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos (CIBIO), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Campus Agrário de Vairão, 4485-601 Vairão, Portugal

Resumo

Com o objectivo de modelar e representar cartograficamente a distribuição actual do carbono orgânico no solo na bacia superior do rio Sabor, (i) recolheram-se e processaram-se amostras em 120 unidades de amostragem, distribuídas na área de forma otimizada; (ii) modelou-se estatisticamente, com base numa regressão linear múltipla, a relação do carbono solo com um conjunto de variáveis independentes potencialmente explicativas do teor de carbono no solo; e (iii) procedeu-se à representação espacial das estimativas de carbono no solo, pela aplicação do modelo estatístico em SIG, com base na distribuição espacial das variáveis independentes significativas. A altitude, as unidades-solo “Leptossolos úmbricos de xistos e rochas afins e Cambissolos úmbricos crómicos de depósitos de vertente em áreas de xistos ou rochas afins (lux, Buxx2)” e “Leptossolos úmbricos de xistos e rochas afins e Leptossolos dístricos órticos de xistos e rochas afins (lux, Idox)” bem como a classe de uso e ocupação do solo “Soutos” contribuíram de forma significativa para a explicação do carbono orgânico no solo. A cartografia obtida com base neste modelo permite observar os principais padrões espaciais do carbono no solo na bacia superior do rio Sabor bem como permite avaliar a área na perspectiva da fixação de carbono pelos ecossistemas e pela paisagem.

Palavras-chave: sequestro e armazenamento de carbono no solo, uso do solo, modelação, cartografia, serviços de ecossistema.

Abstract

With the purpose of modelling and mapping the current soil organic carbon in the Sabor River's upper basin, we (i) collected and processed samples in 120 sampling units distributed in the study area according to an optimized sampling design; (ii) modelled the relationship between soil carbon and a set of variables based on multiple linear regression analysis and (iii) represented spatially the distribution of soil carbon estimates by applying the regression statistical model in GIS to the distribution of the statistically significant independent variables. Elevation, soil units “umbric leptosols of schists, chromi-umbric cambisols of schists and orthi-dystric leptosols of schists (lux, Buxx2, Idox), and land use / land cover class “chestnut orchards” contributed significantly to explaining the distribution of soil carbon in the study area. The map obtained allows the observation of the major spatial patterns of soil organic carbon in the Sabor River's upper basin, as well as evaluating the area from the point of view of ecosystem and landscape carbon fixation.

Keywords: carbon sequestration and storage, land use, modelling, mapping, ecosystem services

Introdução

O armazenamento de carbono no solo é dos serviços de ecossistema actualmente mais valorizados pela sociedade devido ao seu efeito em processos atmosféricos associados a alterações climáticas. Dado o elevado peso que o solo representa na fixação de carbono pelos ecossistemas terrestres, a avaliação e monitorização do carbono aí armazenado, permite compreender o papel actual e potencial de diferentes ecossistemas enquanto reservatórios de carbono. Ao nível da paisagem, no entanto, o conhecimento actual da distribuição e dinâmica do carbono no solo é ainda escasso [1]. Em Portugal este conhecimento é igualmente escasso, desconhecendo-se padrões espaciais a escalas detalhadas como a escala da paisagem. O mapeamento do carbono armazenado no solo constitui uma das tarefas actualmente mais relevantes para a compreensão da referida dinâmica, para suportar a análise de processos horizontais e verticais de libertação e sequestro/retenção de carbono, em particular a sua relação com o carbono armazenado na biomassa vegetal aérea e subterrânea. Constitui também um passo essencial na monitorização contínua do carbono na paisagem, fundamental para a análise de processos associados a alterações climáticas, gestão dos ecossistemas e perturbação de origem antrópica ou natural. O presente trabalho teve como principal objectivo modelar espacialmente e representar cartograficamente a distribuição actual do carbono orgânico no solo na bacia superior do rio Sabor no âmbito da avaliação de valoração de serviços de ecossistema.

Material e métodos

O trabalho consistiu na recolha de amostras e dados de campo de acordo com um esquema de amostragem pre-estabelecido, na determinação de carbono presente nas amostras recolhidas, na modelação estatística e na representação espacial do carbono no solo na área de estudo.

Área de Estudo

O trabalho foi realizado na bacia superior do rio Sabor, uma área de 30650 ha localizada

no Nordeste de Portugal, distrito de Bragança (Lat. 41.9893 a 41.7691°; Long. -6.5747 a -6.82292°). O relevo da área é complexo sendo dominado a Oeste pelo maciço granítico da Serra de Montesinho (1486m), a Leste pelo planalto xistoso da Alta Lombada (média de 900 m de altitude) e no centro por uma depressão a cerca de 600 m de altitude. A precipitação média anual é de 1262 mm no ponto mais alto e 806 mm na Lombada. As temperaturas médias anuais variam entre 8,5°C (Montesinho) e 12,8°C (Lombada).

Amostragem

A definição do desenho de amostragem seguiu um processo bietápico [2]. Na primeira etapa usou-se um desenho estratificado aleatório para escolher 25 Unidades Primárias (PSU) registadas numa grelha regular com unidades de 1x1km (WGS 1984 – UTM 29N).

A camada de estratificação foi obtida a partir de dados espaciais do clima, topografia, tipo de solo, regime de fogo e estatuto de conservação. Com estes dados procedeu-se a uma análise de agrupamento para estratificação (mínimo 2 e máximo 20 estratos) com o método HCL (*Aprendizagem Competitiva*) [3], correspondendo a um máximo global do Índice de Silhueta (SI=0,56). Na segunda etapa, com o intuito de reduzir o custo de amostragem, foi utilizado um desenho sistemático com a seleção de cinco Unidades Secundárias (SSU) de 200x200m localizadas nos cantos e no centro de cada PSU. No total, 125 SSU foram escolhidas para a amostragem (Figura 1) embora só tenha sido possível recolher amostras em 120 dessas SSU.

Colheita e processamento das amostras de solo

Em cada parcela, o carbono orgânico total do solo foi calculado numa espessura de 30 cm a partir da concentração de carbono de amostras colhidas nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20 e 20-30 cm e da densidade aparente determinada para as mesmas profundidades. De um modo geral, os solos apresentam baixa espessura e elevada pedregosidade, pelo que definiu-se como metodo-

logia a espessura de colheita de 30 cm, o que está de acordo com as recomendações

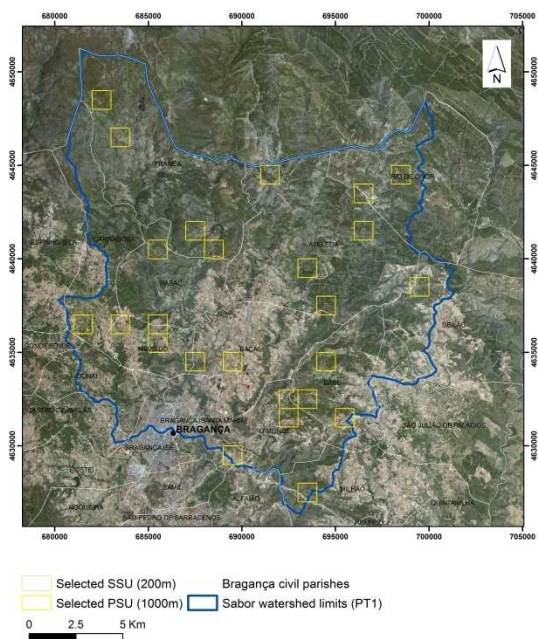


Figura 1 – Esquema de amostragem seguido na bacia superior do rio Sabor com indicação das unidades primárias e secundárias amostradas.

sugeridas pelo Protocolo de Quioto. A densidade aparente foi determinada em amostras não perturbadas colhidas em cilindros de 100 cm³ de volume e secas em estufa a 105°C, até peso constante. As amostras de solo foram secas ao ar, crivadas com vista à determinação do teor de elementos grosseiros (> 2 mm) e analisadas para a concentração de carbono por combustão seca [4]. O carbono orgânico do solo (COS, kg m⁻²) foi calculado multiplicando a concentração de carbono (CC, g kg⁻¹) pela densidade aparente (DA, g cm⁻³) e espessura (z, cm) de cada camada de solo, com correcção para o teor de elementos grosseiros (EG, v v⁻¹), utilizando a seguinte equação [5,6]:

$$\text{COS} = z \text{ CC} (DA - 2,65 \text{ EG} / 100)$$

O total de carbono armazenado numa espessura de 30 cm foi obtido através do somatório do carbono armazenado nas diferentes camadas de solo amostradas.

Modelação espacial

A distribuição do carbono orgânico do solo foi modelada estatisticamente com base na análise de regressão linear múltipla usando um conjunto de variáveis para os 120 pon-

tos de amostragem considerados, nomeadamente Altitude, Declive, Uso e Ocupação do Solo, Tipo de solo [7] e Litologia. As variáveis categóricas foram transformadas em variáveis indicadoras (0,1) para cada classe observada na área de estudo. No estabelecimento de modelos de regressão múltipla em SPSS utilizou-se o método de selecção de variáveis *stepwise* com base em valores limites de F. O melhor modelo explicativo do carbono orgânico do solo foi seleccionado entre várias combinações com base no valor do coeficiente de determinação R², no nível de significância dos coeficientes da equação e na distribuição de resíduos. O mapeamento do carbono foi realizado aplicando à totalidade da área de estudo o modelo estatístico obtido no passo anterior. Tal foi realizado em SIG com base na distribuição espacial das variáveis independentes do modelo.

Resultados e discussão

O modelo de regressão obtido para a distribuição do carbono do solo na bacia superior do rio Sabor foi o seguinte:

$$\text{COS} = - 46,320966 + 0,122817 * \text{ALT} + 35,650114 * \text{SOLO13} - 25,543767 * \text{LULC12} + 15,393276 * \text{SOLO12}$$

em que

COS: Carbono orgânico do solo (Mg ha⁻¹)

ALT: altitude (m)

LULC12: Classe de uso e ocupação do solo “Soutos”

SOLO12: Classe de solo “Leptossolos úmbricos de xistos e rochas afins e Cambissolos úmbricos crómicos de depósitos de vertente em áreas de xistos ou rochas afins” (lux, Buxx2)

SOLO13: Classe de solo “Leptossolos úmbricos de xistos e rochas afins e Leptossolos dístricos órticos de xistos e rochas afins” (lux, ldox)

Os pressupostos da regressão linear múltipla foram verificados. O coeficiente de determinação (R²=0,566) é significativo (p=0,01) bem como todo os coeficientes da equação do modelo (p<0,01).

A altitude foi a variável que mais contribuiu para a explicação da variável dependente

COS (0,615) tendo uma influência positiva sobre a acumulação de carbono no solo. Os tipos de solo 13 e 12 contribuem também de forma significativa e positiva para a estimativa do carbono no solo (0,329 e 0,215, respetivamente). A única variável seleccionada relacionada com o coberto vegetal, a classe LULC12, contribui negativamente (-0.235) para o carbono no solo.

No mapa da distribuição do carbono obtido com base neste modelo (Figura 2) as zonas de altitude e as zonas planálticas dominadas por Leptosolos úmbricos, Cambissolos úmbricos e Leptosolos dís-tricos apresentam níveis mais elevados de carbono no solo enquanto as zonas mais baixas e de solos de outros tipos apresentam teores muito baixos, particularmente onde ocorrem plantações de castanheiros.

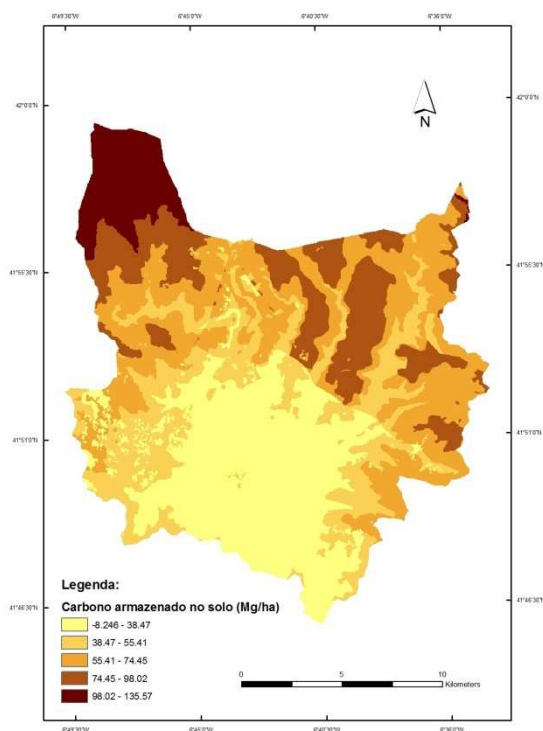


Figura 2 – Distribuição do carbono orgânico do solo na bacia superior do rio Sabor, Bragança.

Conclusões

O carbono orgânico do solo na bacia superior do rio Sabor pode ser explicado pela altitude, por dois tipos de solo e pela classe de uso do solo “Soutos”. O modelo obtido é robusto e permite obter estimativas úteis para estimativa do carbono. A cartografia do carbono no solo obtida indica os padrões dominantes na paisagem bem como permite avaliar a importância da área na fixação de carbono pelos ecossistemas e pela paisagem.

Agradecimentos

Este trabalho foi parcialmente financiado por Fundos FEDER (COMPETE) e Nacionais (FCT), projeto FCOMP-01-0124-FEDER-027863 (IND_CHANGE).

Referências bibliográficas

- [1] Chen, J., John, R., Sun, G., McNulty, S., Noormets, A., Xiao, J., Turner, M.G., Franklin, J.F. 2014. Carbon fluxes and storage in forests and landscapes. In Azevedo, J.C., A. Perera and M.A. Pinto (Eds.), Forest Landscapes and Global Change. Springer, pp. 139-166.
- [2] Gruijter, J.d., Brus, D., Bierkens, M., Knotters, M., 2006. Sampling for Natural Resource Monitoring. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- [3] Rolls, E.T., Deco, G., 2002. Computational neuroscience of vision, 1st Ed. ed. Oxford University Press, Oxford.
- [4] ISO, 1994. Organic and total carbon after dry combustion, in Environment soil quality. ISO/DIS 10694.
- [5] Tate, K.R., Giltrap, D.J., Claydon, J.J., Newsome, P.J., Atkinson, I.A.E., Tayler, M.D., Lee, R. 1997. Organic carbon stocks in New Zealand's terrestrial ecosystems. J ROY SOC NEW ZEA, 27:315-335.
- [6] 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.
- [7] Agroconsultores and Coba, 1991. Carta dos Solos do Nordeste de Portugal (Soil Map of Northeast Portugal). UTAD. Vila Real.