



SOLO AGRÍCOLA E AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

O solo constitui um reservatório de carbono orgânico com uma capacidade cerca de três vezes superior à da vegetação terrestre. A atividade humana tem vindo a diminuir as reservas de carbono orgânico no solo, por isso é urgente reverter este processo adotando práticas de gestão do solo, que permitem a mitigação e a adaptação dos sistemas agrícolas às alterações climáticas.

O solo como reservatório e sumidouro de carbono

O papel vital do solo para a sociedade é evidenciado pelas suas múltiplas funções, que se estendem para além da produção de alimentos. Uma das funções do solo que é atualmente alvo de grande interesse é a sua capacidade de armazenamento e sequestro de carbono. O solo constitui um reservatório de carbono superior à atmosfera e vegetação juntas. Estima-se que, no primeiro metro de profundidade, o solo armazene cerca de 1500 Gt de carbono orgânico, enquanto a atmosfera tem cerca de 800 Gt de carbono e a vegetação terrestre cerca de 500 Gt (FAO, 2017).

O carbono orgânico do solo é o constituinte principal da matéria orgânica, formada pelos microrganismos e por resíduos de organismos e plantas em várias fases de decomposição. As plantas fixam primariamente o CO₂ (dióxido de carbono) da atmosfera para formar os compostos orgânicos, através da fotossíntese. A degradação da matéria orgânica do solo devolve o carbono à atmosfera, sob a forma de CO₂ ou CH₄ (metano), resultantes do metabolismo de microrganismos aeróbios e anaeróbios. Para além da decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos, também a erosão do solo contribui para a diminuição do teor de matéria orgânica.

O carbono orgânico do solo tem diferentes graus de estabilidade. As formas lábeis são degradadas pelos microrganismos num período de 1 a 2 anos. O carbono na matéria orgânica parcialmente mineralizada pode ficar fisicamente isolado em agregados do solo ou quimicamente ligado aos minerais, dificultando a sua degradação pelos microrganismos e levando a tempos de residência entre 10 a 100 anos. Algumas formas de carbono orgânico podem ainda associar-se a estruturas moleculares complexas e permanecer no solo durante milénios. Quando as perdas de matéria orgânica, por mineralização, erosão ou lixiviação, são superiores à sua taxa de formação e incorporação no solo, há uma diminuição do teor de matéria orgânica e das reservas de carbono orgânico do solo (FAO, 2017).

Ana Marta Paz, Nádía Castanheira, Corina Carranca e
Maria Conceição Gonçalves

Instituto Nacional de Investigação Agrária e Veterinária





Figura 1 – Olival no concelho de Aljustrel. As práticas de minimização da mobilização do solo e manutenção dos resíduos das culturas podem levar a aumentos significativos do carbono orgânico do solo (Foto: Ana Paz).

A transformação dos ecossistemas naturais em ecossistemas agrícolas tem contribuído para a diminuição do carbono orgânico do solo, quer através das alterações de uso (por exemplo, a transformação de florestas naturais em áreas cultivadas), quer através de práticas inadequadas de gestão do solo que levam ao aumento da mineralização da matéria orgânica, erosão ou redução dos organismos do solo. Estima-se que a maior parte dos solos minerais cultivados tenham perdido entre 30 a 50% do carbono orgânico nos primeiros 30 cm (Davidson e Ackerman, 1993).

Para além de CO_2 e CH_4 , o solo também pode emitir N_2O (óxido nitroso), um gás com potencial de aquecimento global cerca de trezentas vezes superior ao CO_2 . As emissões de N_2O do solo são também

influenciadas pela atividade humana, estando em grande parte relacionadas com o uso de fertilizantes com nitrogénio. O nitrogénio é um elemento necessário para o crescimento das culturas, mas a adição de fertilizantes diminui a eficiência do seu uso pelas plantas. Em resultado, aumentam os processos de nitrificação e desnitrificação levados a cabo por diferentes géneros de bactérias no solo, e que têm como produto a emissão de N_2O .

O papel do solo na neutralidade climática

O solo pode emitir gases com efeito de estufa (CO_2 , CH_4 e N_2O) e sequestrar carbono sob a forma de matéria orgânica. Quando as emissões são superiores ao sequestro, o solo diz-se um emissor de



Figura 2 – Pomar de pereiras “Rocha” em Alcobaca (INIAV). A manutenção de vegetação nas entrelinhas das culturas contribui para aumentar a matéria orgânica do solo e diminuir a erosão (Foto: Rui de Sousa).

gases com efeito de estufa, contribuindo para as alterações climáticas. Quando o solo sequestra carbono a uma taxa superior às suas emissões, diz-se que é um sumidouro de carbono, contribuindo assim para a mitigação das alterações climáticas. O papel do solo enquanto sumidouro de carbono é fundamental na atual política de combate às alterações climáticas, com metas ligadas ao conceito de neutralidade climática. A neutralidade climática pressupõe que as emissões de gases com efeito de estufa sejam compensadas, em igual medida do seu potencial de aquecimento global, pelo sequestro de carbono. Os reservatórios com que podemos contar para sequestrar carbono são o solo e a vegetação. O papel das florestas enquanto reservatório de carbono tem sido amplamente investigado

e divulgado, mas sabemos hoje que o potencial de sequestro de carbono no solo pode superar o da biomassa florestal. Dada a redução de carbono orgânico ocorrida na maior parte dos solos cultivados, estima-se que estes solos tenham um elevado potencial de sequestro, que pode ocorrer durante um período médio de cerca de 20 anos, até o reservatório atingir a saturação (Zomer *et al.*, 2017). Portugal apresentou um roteiro para atingir a neutralidade climática em 2050, enquanto a União Europeia expressou o compromisso da neutralidade climática dentro do mesmo prazo temporal, no Pacto Ecológico Europeu. Os solos agrícolas em Portugal e na UE são, em média, emissores de gases com efeitos de estufa, mas uma gestão adequada pode reverter essa situação. Para isso,

é necessário, por um lado, diminuir as emissões de gases com efeito de estufa dos solos agrícolas e, por outro, aumentar o seu sequestro de carbono. As práticas de gestão do solo para manter e sequestrar o carbono orgânico têm sido alvo de extensa investigação dado o interesse agronómico em manter e aumentar o teor de matéria orgânica. Para além de armazenar carbono, os benefícios da matéria orgânica do solo são bem conhecidos dos agricultores: melhora a estrutura do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e nutrientes, promove a infiltração de água e diminui a erosão.

Exemplos de práticas de gestão do solo para manter e sequestrar carbono orgânico são a minimização das mobilizações do solo, o uso de culturas de cobertura, a adição ao solo de resíduos das culturas e outros resíduos orgânicos ou o pastoreio extensivo. Casos de estudo no sul de Portugal mostram que a combinação da sementeira direta com a manutenção dos restolhos de cereais à superfície do solo numa rotação de tremço-trigo-aveia-cevada, resulta num aumento significativo do carbono orgânico do solo num período de 11 anos (Carvalho e Lourenço, 2014). Uma investigação realizada em soutos no nordeste de Portugal, ao longo de 17 anos, mostrou um aumento significativo do carbono orgânico à superfície do solo não mobilizado, face ao mesmo solo mobilizado (Borges *et al.*, 2018). Estudos com sementeiras de pastagens permanentes com elevada diversidade de espécies e ricas em leguminosas têm evidenciado um aumento de matéria orgânica do solo superior ao registado nas pastagens naturais (Teixeira *et al.*, 2011).

Estes são alguns casos de estudo em que foi contabilizado o aumento de carbono orgânico do solo por diferentes práticas de gestão em Portugal. No entanto, a capacidade de sequestro é muito dependente das condições específicas de cada sistema agrícola. Para contabilizar o sequestro de carbono pelos solos agrícolas sujeitos a diferentes práticas, por exemplo no âmbito das metas de neutralidade climática, é necessário um conhecimento robusto dos processos de sequestro e armazenamento,

bem como um modelo claro para a sua monitorização. Em Portugal ainda não existe um sistema de monitorização do carbono orgânico do solo, sendo ainda necessários estudos sobre o potencial nacional de sequestro de carbono em solos sujeitos a diferentes usos e práticas de gestão.



O programa conjunto europeu EJP SOIL

Decorre até 2025 o programa conjunto europeu EJP SOIL, financiado pelo H2020, com parceiros em vinte e quatro países europeus e no qual Portugal está representado pelo INIAV. O principal objetivo do programa é contribuir para o conhecimento dos solos agrícolas num contexto das alterações climáticas, contemplando a necessidade de mitigação, bem como de adaptação dos sistemas agrícolas ao clima em mudança. A agricultura é dos setores com maiores impactos negativos decorrentes das alterações climáticas, sendo necessárias amplas medidas de adaptação para garantir a produção alimentar. Muitas das práticas de gestão do solo com impacto na mitigação são simultaneamente medidas de adaptação às alterações climáticas. Dentro destas, destacam-se as práticas que promovem o aumento da matéria orgânica do solo, que leva à diminuição da erosão, aumento da capacidade de retenção de água e nutrientes e aumento da produtividade do solo. Estas são características muito relevantes para a adaptação à menor precipitação e maior número de eventos extremos, temperaturas mais elevadas e risco crescente de desertificação, como é o caso em Portugal.

No âmbito do EJP SOIL, desenvolvem-se vários projetos com diferentes parceiros internos e externos ao consórcio. Um destes projetos, o *CarboSeq*, tem como objetivo estimar o real potencial de sequestro de carbono orgânico nos solos agrícolas, tendo em consideração as condições técnicas e económicas. O resultado final do projeto será um mapa interativo dos solos da Europa, com o potencial de sequestro de cada prática de gestão do solo

e com informação sobre os impactos económicos da sua implementação. Este mapa permitirá escolher as práticas mais eficientes para o sequestro de carbono e mitigação das alterações climáticas em cada região europeia. Outro dos projetos do EJP SOIL, o STEROPES, tem como objetivo desenvolver o potencial de monitorização do carbono orgânico dos solos agrícolas em diferentes condições edafoclimáticas e sistemas agrícolas, através de deteção remota. Para além destes e outros projetos de investigação, o EJP SOIL tem ainda como objetivo a criação de uma ampla rede de divulgação do conhecimento sobre solos agrícolas, fundamental para a promoção em larga escala da gestão sustentável do solo, um objetivo inadiável no atual contexto de alterações climáticas. 🌱

Referências

- Borges, O.; Raimundo, F.; Coutinho, J. et al. (2018). Carbon fractions as indicators of organic matter dynamics in chestnut orchards under different soil management practices. *Agroforest Syst.*, **92**. <https://doi.org/10.1007/s10457-017-0088-3>.
- Carvalho, M. e Lourenço, E. (2014). Conservation Agriculture – A Portuguese Case Study. *Journal of Agronomy and Crop Sci.* <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jac.12065>.
- Davidson, E.A. e Ackerman, I.L. (1993). Changes in soil carbon inventories following cultivation of previously untilled soils. *Biogeochemistry*, **20**. <https://doi.org/10.1007/BF00000786>.
- FAO (2017). *Soil Organic Carbon: the hidden potential*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Teixeira, R.; Domingos, T.; Costa, A., et al. (2011). Soil organic matter dynamics in Portuguese natural and sown rainfed grasslands. *Ecological Modelling*, **222**. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.11.013>.
- Zomer, R.J.; Bossio, D.A.; Sommer, R. et al. (2017). Global Sequestration Potential of Increased Organic Carbon in Cropland Soils. *Sci. Rep.*, **7**. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-15794-8>.



SUBSCREVA

A NEWSLETTER SEMANAL



TENHA ACESSO A:

- Notícias, artigos e entrevistas sobre agronegócios
- Casos práticos, opiniões de especialistas e informação técnica
- Convites para eventos exclusivos da VIDA RURAL

Fique connosco!

