



OS GASES COM EFEITOS DE ESTUFA NO SETOR AGRÍCOLA

iStock



O aumento da população e das atividades realizadas têm causado um acréscimo da concentração atmosférica de gases com efeito de estufa, atribuída, principalmente, à combustão de combustíveis fósseis e à desflorestação.

As atividades realizadas pelos humanos incluem as do setor agrícola, necessárias à nobre e milenar função de produzir bens e serviços essenciais. Todavia, as atividades do setor agrícola, além de contribuírem com valores bastante inferiores aos do setor energético, estão associadas a dois dos principais sumidouros de gases com efeito de estufa, as plantas e solo.

Compreende-se, assim, a grande relevância dos sistemas do setor agrícola e das atividades praticadas para a remoção de gases com efeito de estufa a partir da fotossíntese realizada pelas plantas, do contributo dos seus resíduos para o teor de matéria orgânica do solo e deste como grande reservatório de carbono. Nos solos que caracterizam a superfície agrícola utilizada em Portugal, em geral, o teor de matéria orgânica tende para 1%, no entanto, uma gestão adequada dos solos pode permitir, no médio prazo, um aumento de 0,2% a 0,4%. Com um acréscimo de 0,2% a 0,4% de matéria orgânica, constituída por, aproximadamente, metade de carbono orgânico, facilmente se constata que poderá existir um aumento a tender para 10% a 20% de sequestro e armazenamento de gases com efeito de estufa nos solos utilizados pela agricultura em Portugal.

José Godinho Calado*

Introdução

O Decreto-Lei n.º 4/2024, de 5 de janeiro, institui o mercado voluntário de carbono e estabelece as regras para o seu funcionamento. Por sua vez, a resolução legislativa do Parlamento Europeu, de 10 de abril de 2024, sobre a proposta de regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece um quadro de certificação da União Europeia relativo às remoções de carbono (https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0195_PT.pdf, acessado em 18/06/2024).

Apesar da legislação de enquadramento, é essencial o suporte técnico para possibilitar a operacionalização, cabendo aos decisores compreenderem e garantirem uma aplicação correta e tecnicamente sustentável, com conhecimento de todos os fatores e variáveis associadas à libertação e remoção de gases com efeito de estufa pelos sistemas do setor primário.

A maior contribuição para a emissão de gases com efeito de estufa em Portugal é o setor energético, nomeadamente a produção de energia e os transportes. Segundo Pereira *et al.* (2024), em 2022 coube à energia 67,2% do total de emissões. Depois encontrava-se o setor agrícola com 12,3%, os processos industriais com 10,4% e os resíduos com 10,0%. Na atividade agrícola, as principais fontes de emissão são a fermentação entérica (CH_4), a gestão de efluentes pecuários (metano: CH_4 e óxido nitroso: N_2O), a cultura do arroz (CH_4), a utilização agrícola do solo (N_2O) e a queima de resíduos agrícolas (CH_4 e N_2O). Todavia, as fontes de emissão fazem parte de um sistema onde se verifica o sequestro de carbono e será sempre no balanço com maior sequestro do que emissões, quer no imediato quer numa perspectiva de médio e longo prazo, que devem ser pensadas as estratégias e os projetos para as atividades agropecuárias, agroflorestais e florestais. Sabe-se que a pretensão de atingir uma finalidade, sem apreciar a viabilidade, causará grandes constrangimentos e até o encerramento da atividade. Por sua vez, o abandono provocará mais riscos e perdas do que manter a atividade, desde que a estratégia implementada lhe permita ser viável. Situação similar pode ocorrer com o mercado de

carbono, que deve promover estratégias para aumentar a remoção relativamente à emissão de gases com efeitos de estufa, mantendo a viabilidade nas componentes técnica, económica, social e nas restantes subcomponentes ambientais.

Nesta publicação alerta-se para a implementação do mercado voluntário de carbono nos sistemas agrícolas necessitar de um balanço, sendo o valor a considerar obtido a partir da diferença entre a quantificação das remoções e das emissões dos gases com efeito de estufa.

Emissão de gases com efeito de estufa

A emissão de gases com efeito de estufa das atividades agrícolas resulta de variados processos. No caso do metano (CH_4) é, sobretudo, proveniente da atividade pecuária e do respetivo efetivo animal, em virtude de se formar, essencialmente, durante a fermentação entérica e da gestão dos efluentes animais. Quanto à emissão de óxido nitroso (N_2O) resulta, principalmente, da aplicação de efluentes animais ao solo e da utilização de fertilizantes azotados.

De acordo com Pereira *et al.* (2024), em 2022 o contributo do setor agrícola para a emissão de gases com efeito de estufa foi de 12,3% (Figura 1). Para o valor total do setor contribuíram a fermentação entérica (CH_4) com 56,0%, a gestão de efluentes pecuários (CH_4 e N_2O) com 14,4%, os solos agrícolas (N_2O) com 26,6%, a cultura do arroz (CH_4) com 2,3% e outros subsectores com 0,7%.

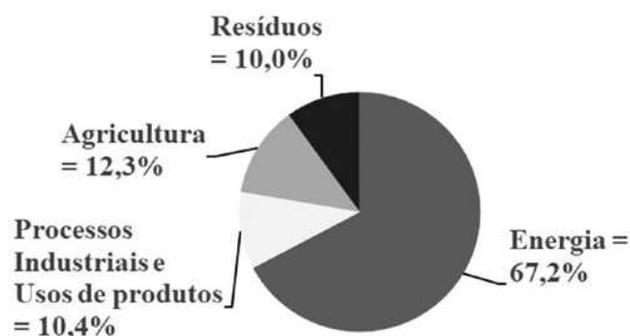


Figura 1 – Emissões setoriais de gases com efeito de estufa, em Portugal, no ano de 2022 (Pereira *et al.*, 2024).

iStock



Em 2022 registou-se um total de emissões da agricultura, expressa em equivalente de CO₂, de 72,0% de CH₄, de 27,6% de N₂O e ainda de 0,4% de CO₂ (Pereira *et al.*, 2024).

A variabilidade de emissão de gases com efeito de estufa pelas atividades agrícolas está, assim, relacionada com as oscilações na produção animal de pequenos e grandes ruminantes e de suínos, com um acréscimo nos últimos anos (Pereira *et al.*, 2024). Por sua vez, a substituição de culturas anuais por pastagens tem diminuído a utilização de fertilizantes e a emissão de gases, nomeadamente de N₂O (Pereira *et al.*, 2024). Lembra-se que, segundo o INE (2022), em 1999 as culturas anuais ocupavam 45% e as pastagens permanentes 36% dos 3 863 094 ha da Superfície Agrícola Utilizada (SAU) enquanto em 2019 havia 26,2% de culturas anuais e 51,7% de pastagens permanentes nos 3 963 945 ha da SAU.

De imediato, poder-se-á verificar uma variação entre anos em virtude da menor ou maior utilização de fertilizantes azotados inorgânicos, do número de bovinos em sistema intensivo, sobretudo bovinos de leite, e em sistema extensivo, e da área ocupada com a cultura do arroz.

O setor agroflorestal ou florestal contribui para a remoção de gases com efeito de estufa, exceto em anos caracterizados por graves incêndios rurais, como, por exemplo, o ano de 2017. Segundo Pereira *et al.* (2024), o ano de 2017 foi um emissor líquido, com um total de 21,5 Mt de dióxido de carbono (CO₂) equivalente, representando 23,2% das emissões totais de Portugal. Os anos com maiores incêndios rurais, em geral, são anos muito secos e quentes, que ocorrem devido à grande variabilidade do clima subtropical seco. Nas últimas décadas, tem sido verificada uma tendência para um acréscimo da temperatura média do ar e um decréscimo

no registo de precipitação relativamente às médias da temperatura média do ar e da precipitação registadas no período de 1931 a 2010. Conhecendo as características e a variabilidade do clima, tem de ser realizada uma gestão adequada, direcionada para ações e operacionalização de tarefas com efeitos preventivos.

Na gestão adequada deve considerar-se a necessidade de uma redução da libertação de CO₂ dos solos para a atmosfera, que ocorre quando há mineralização dos resíduos orgânicos ou da matéria orgânica, sendo o fluxo de CO₂ referido como respiração do solo e resultante da respiração da fauna e das raízes subterrâneas. O fluxo de carbono terrestre

é variável, sazonalmente, em função de elementos ambientais como temperatura, humidade, teor de nutrientes e concentração de oxigênio (FAO, 2017). A gestão adequada está sob a responsabilidade humana e, por isso, tem de existir um claro equilíbrio com a presença humana nas regiões, sendo fundamental a criação de estratégias setoriais e subsectoriais para se atingir a pretensão de um balanço com contributo evidente na remoção de gases com efeito de estufa.

Remoção de gases com efeito de estufa

Como as plantas fazem fotossíntese absorvem CO₂. O CO₂ é transformado em açúcares e depois

iStock



em compostos mais estáveis. Nas plantas lenhosas (árvores) dá origem a lignina (madeira) e o CO₂ que estava na atmosfera passou a uma forma muito estável de carbono elementar.

Assim, as plantas removem CO₂ da atmosfera e armazenam o carbono que contêm em biomassa nova e, a médio e longo prazo, contribuem para o armazenamento no solo. Isto pode acontecer através de novas plantas ou da regeneração de áreas florestais. A biomassa do sistema radical também pode aumentar o teor de matéria orgânica do solo.

Quanto à matéria orgânica, aproximadamente metade, é carbono. Na matéria orgânica o carbono é muito estável e só voltará ao CO₂ se ocorrer oxidação significativa, por exemplo, a partir de uma perturbação intensa do solo.

As más práticas de gestão do solo, com perturbação intensa, associadas à variabilidade que caracteriza o clima, como o subtropical seco registado nas latitudes e longitudes do Continente, com largos períodos de secura, estão a afetar negativamente as comunidades do solo. Daí resulta uma perda na biodiversidade, que afeta múltiplas funções, incluindo a decomposição do carbono orgânico do solo e a capacidade de troca catiónica (retenção e disponibilidade de nutrientes).

Se a gestão do solo for adequada e evitar perturbações intensas, que promovem a mineralização da matéria orgânica, sem limitar a nobre e milenar função da produção de alimentos obtidos a partir das atividades agrícolas, há um grande potencial para aumentar o teor de matéria orgânica do solo e do armazenamento do seu principal constituinte, que é o carbono. A maioria dos solos em todo o mundo, e claramente em Portugal, está longe do limiar de saturação de carbono, por isso, é fácil de constatar o potencial do solo para armazenar carbono.

O solo e a sua gestão têm um grande potencial para mitigar as adições de CO₂ à atmosfera devido ao sequestro de carbono realizado a partir do sistema solo-planta. As plantas removem o CO₂ da atmosfera durante a fotossíntese e criam hidratos de carbono, alguns dos quais são incorporados nos tecidos vegetais. À medida que as plantas ou órgãos de

plantas morrem há tecidos vegetais incorporados no solo, que contribuem para a matéria orgânica.

A matéria orgânica é formada pelos microrganismos e por resíduos de organismos e plantas em várias fases de decomposição, sendo, como já foi referido, o carbono orgânico o seu principal constituinte.

Conhecendo o baixo teor de matéria orgânica dos solos da SAU no Continente, com valores a tenderem, em geral, para 1%, constata-se que um acréscimo de 0,1% no teor da matéria orgânica, apesar de ser lento, corresponde a um valor percentual a tender para 10%. Os 10% podem contribuir para um armazenamento de 5% de carbono orgânico.

Segundo a FAO (2017), o solo tem mais carbono armazenado do que a atmosfera e a vegetação em conjunto. Daqui conclui-se que nos sistemas florestais de quercíneas dominantes no Continente, não se devem assumir os ganhos e perdas no solo e na população herbácea sem qualquer impacto ou, como está referido por Pereira *et al.* (2024), marginais relativamente aos valores das árvores.

Como está referido em FAO (2017) e já descrito nos parágrafos anteriores, o sequestro de carbono e o seu armazenamento no solo envolve três etapas principais:

- remoção de CO₂ da atmosfera a partir da fotossíntese das plantas;
- transferência de carbono do CO₂ para a biomassa vegetal;
- transferência de carbono da biomassa vegetal para o solo, onde é armazenado.

Sabendo que o armazenamento de carbono no solo é determinante para a redução do CO₂ atmosférico, é necessário utilizar sistemas agrícolas e práticas culturais adequadas, que tenham presente a viabilidade dos sistemas e a conservação do solo. Também é necessário conhecer que, mesmo com o emprego de práticas culturais adequadas, há atividade metabólica de microrganismos presentes no solo, animais e plantas, e daí existirá libertação de CO₂. A utilização de sistemas agrícolas e práticas culturais adequadas é ainda mais determinante em regiões mediterrânicas, caracterizadas por um stress

de origem abiótica em resultado de fatores externos, principalmente de um clima com uma estação quente e seca longa, que favorecem teores baixos de matéria orgânica no solo, bem como estruturas frágeis e texturas grosseiras.

Conclusões e reflexões

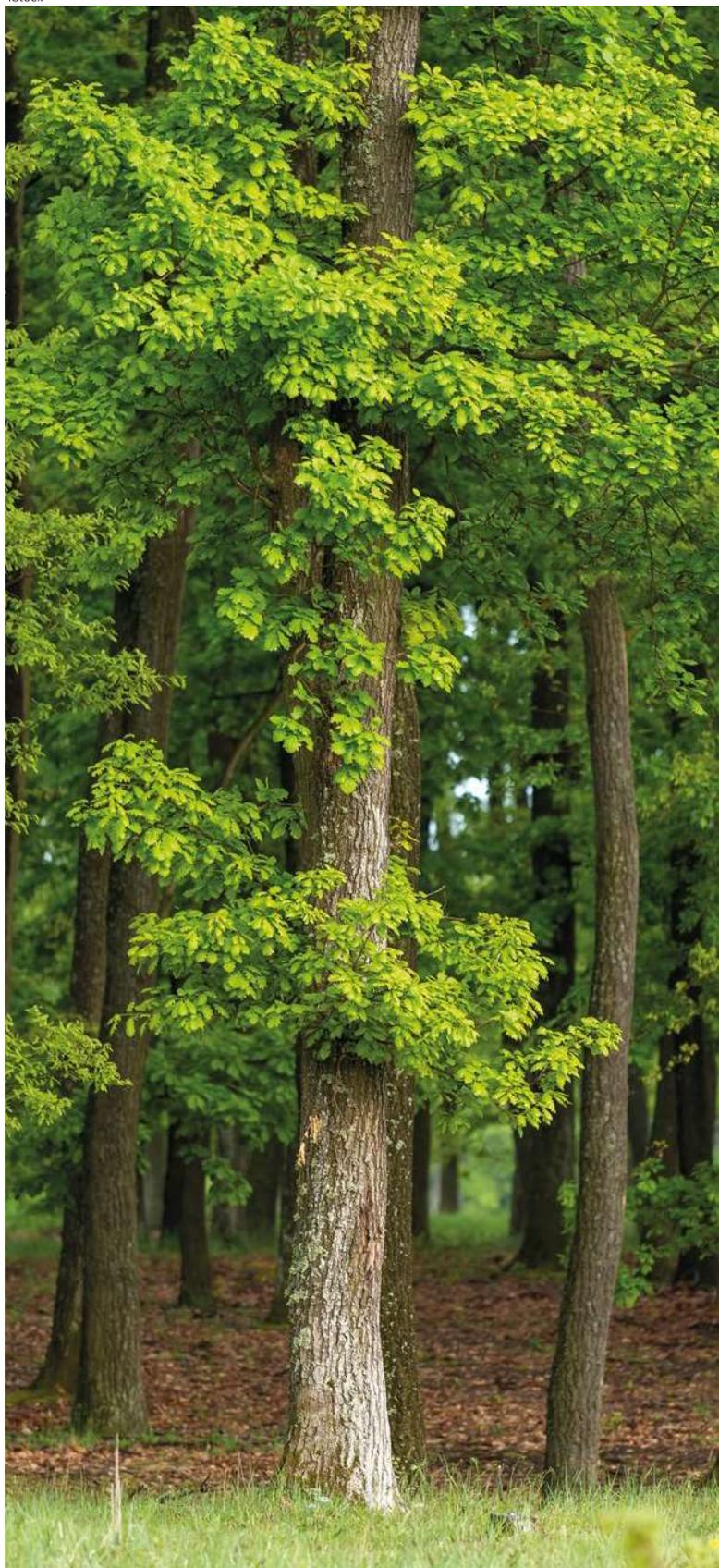
A quantidade emitida de gases com efeito de estufa tem aumentado à medida que a população tem crescido e, em consequência, diversas atividades, incluindo alterações orgânicas. Embora exista a noção da necessidade de reduzir as emissões de gases com efeito de estufa provenientes da agricultura, a prática não deve ter um impacto negativo na produção e na rentabilidade das explorações agrícolas, uma vez que tal restringiria a sua aplicação (Chataut *et al.*, 2023).

Fatores físicos, químicos e biológicos interagem de forma complexa e os fluxos de gases com efeito de estufa dos sistemas agrícolas são variáveis no tempo e no local (Chataut *et al.*, 2023). Daqui conclui-se que deve existir uma governança com medidas focadas na implementação de práticas da agricultura de conservação e da agricultura inteligente, procurando ganhos de melhoria na eficiência da utilização de fatores de produção.

Considerando as máquinas e os equipamentos existentes e o conhecimento sobre as práticas culturais e o uso de fatores de produção, tecnicamente, é possível:

- reduzir as emissões de dióxido de carbono através da diminuição da taxa de degradação florestal;
- adotar boas práticas de gestão da superfície agrícola utilizada, recorrendo à diminuição da perturbação do solo, à gestão integrada com recurso a práticas da agricultura de conservação e da agricultura de precisão para aplicar nutrientes e produtos fitofarmacêuticos, e para o uso da água;
- diminuir as emissões de metano e de óxido nítrico com um manejo adequado dos efetivos pecuários e dos seus resíduos, bem como um uso mais eficiente da rega da cultura do arroz e uma aplicação precisa e eficiente dos nutrientes nas culturas;

iStock



- aumentar as áreas em agricultura de conservação e utilizar boas práticas na gestão florestal e na reflorestação de sistemas agrossilvopastoris e silvopastoris, para maximizar o sequestro de carbono;
- continuar com a produção de energia renovável para utilizar nas atividades agropecuárias e com incentivos à redução de gases com efeitos de estufa, reduzindo as emissões nas zonas rurais.

Quanto à vida no solo, sabe-se que é muito importante em vários processos, incluindo os ciclos do carbono e do azoto. Os processos envolvem sistemas complexos e interligados que tornam difícil isolar uma única variável. Todavia, se não existir uma adequada gestão dos solos, pode ocorrer um acréscimo na quantidade de gases com efeito de estufa na atmosfera. Isto causará um efeito oposto ao que se pretende, devido à perda da capacidade dos solos serem sumidouros de carbono em resultado da mineralização e do conseqüente decréscimo da matéria orgânica.

O aumento do sequestro de carbono na superfície de terras agrícolas é possível de atingir a partir do acréscimo da matéria orgânica do solo resultante da decomposição de resíduos e recorrendo ao uso das práticas da agricultura de conservação.

De acordo com o que já foi referido, existem apenas duas formas de aumentar o carbono do solo: adicionar mais ou perder menos. Apesar de existirem estudos que indicam dificuldades para alcançar o sequestro, para minimizar perdas e estabilizar o carbono no solo dever-se-á:

- evitar a conversão de ecossistemas ricos em carbono, como são os sistemas florestais;
- aumentar a produtividade das pastagens e das terras agrícolas, que permite adicionar carbono a partir das raízes e dos resíduos das plantas;
- aumentar o uso de sistemas agroflorestais com acréscimo de carbono acima do solo;
- prosseguir com a implementação de estratégias para aumentar o carbono no solo, mesmo perante os desafios e as dificuldades nas áreas onde a fertilidade do solo é crítica para a produção de alimentos.

Como reflexão, é fundamental continuar com a implementação de sistemas agrícolas e práticas culturais de conservação do solo que evitem a degradação e reduzam as emissões de gases com efeito de estufa, contrariem a expansão de zonas secas e áridas e permitam maior retenção de água. Além do efeito direto na retenção de gases com efeitos de estufa, aumenta-se a produção de biomassa com capacidade fotossintética. 🌱

*Departamento de Fitotecnia, Escola de Ciências e Tecnologia, MED – Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento, Instituto de Investigação e Formação Avançada, Universidade de Évora. E-mail: jcalado@uevora.pt

Referências bibliográficas

- Pereira, T.P.; Amaro, A.; Borges, M.; Silva, R.; Seabra, T. & Canaveira, P. (2024). Portuguese National Inventory Report on Greenhouse Gases, 1990–2022. Edição Agência Portuguesa do Ambiente, Amadora. https://apambiente.pt/sites/default/files/_Clima/Inventarios/20240520/NIR2024_15May.pdf.
- Chataut, G.; Bhatta, B.; Joshi, D.; Subedi, K. & Kafle, K. (2023). Greenhouse gases emission from agricultural soil: a review. *J. Agric. Food Res.*, **11**:1–8. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100533>.
- FAO (2017). *Soil Organic Carbon: the hidden potential*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- INE (2022). *Estatísticas agrícolas 2021*. Instituto Nacional de Estatística, Lisboa, 144 pp.

Sítios na internet

Resolução legislativa do Parlamento Europeu, de 10 de abril de 2024, sobre a proposta de regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho que estabelece um quadro de certificação da União relativo às remoções de carbono (COM(2022)0672 – C9-0399/2022–2022/0394(COD)). https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2024-0195_PT.pdf.

Legislação

Decreto-Lei n.º 4/2024, de 5 de janeiro (<https://files.dia-riodarepublica.pt/1s/2024/01/00400/0004700062.pdf>, acedido em 18/06/2024).