

11| Evidências: A cátedra do solo: está a academia a estudar o que a sociedade precisa saber sobre o solo?

Autores: Silvana Munzi, Alessandro Ramos², Inês Ferreira¹, Oriana Brás, Pedro Correia, Teresa Dias¹, Cristina Cruz¹

¹ cE3c - Center for Ecology, Evolution and Environmental Changes & CHANGE - Global Change and Sustainability Instituto, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Edifício C2, Piso 5, Sala 2.5.03, Campo Grande, 749-016 Lisboa, Portugal.

² Universidade de VilaVelha, Espírito Santo, Brazil

As contribuições da ciência do solo são cada vez mais reconhecidas na arena política como importantes para alcançar o Desenvolvimento Sustentável, conforme expresso pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ONU, 2015) e, mais recentemente, pelo Acordo Verde Europeu (EU-GreenDeal.com). Vários relatórios indicaram os vários caminhos a percorrer para alcançar os objetivos traçados. Por exemplo:

- i) O acordo climático CAP 21 incluiu a proposta: “4per1000” destinada a aumentar o teor de matéria orgânica dos solos como uma medida de mitigação da mudança climática (<https://www.4p1000.org>).
- ii) A Convenção das Nações Unidas para Combater a Desertificação defendeu medidas de gestão do solo para combater a desertificação (<https://www.unccd.int/publications>).
- iii) O Painel Internacional de Mudanças Climáticas no relatório sobre Uso da Terra enfatizou a importância da mudança do uso da terra e da gestão específica do solo para mitigação e adaptação climática (IPCC, 2019).
- iv) A Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços do ecossistema fez recomendações para combater a degradação do solo (IPBES, 2018).

As Academias Europeias de Ciências exploraram a sustentabilidade do solo em relação a disciplinas específicas para várias formas de uso da terra, conforme apresentado na interpretação tradicional de investigação de solo e esquemas de avaliação de terra. O desafio agora é trabalhar com modeladores em profissões adjacentes, como agronomia, hidrologia, climatologia, ecologia, sociologia e outras áreas que contribuem com dados relevantes sobre o solo e criar parcerias ativas em projetos inter e transdisciplinares que se concentrem cada vez mais adaptados aos desafios dos objetivos do desenvolvimento sustentável. Particularmente preocupantes são os efeitos das mudanças climáticas no uso da terra e na produção agrícola,



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952051

onde o uso de modelos é essencial e onde os mapas de solo existentes em nível regional e superior são importantes para mostrar padrões espaciais.

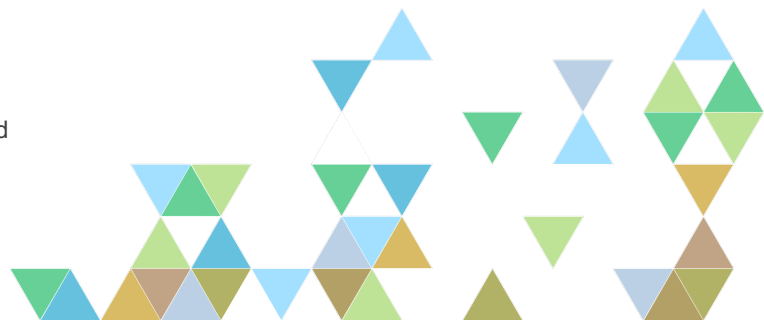
Os objetivos do desenvolvimento sustentável da organização das Nações Unidas são 17, são objetivos globais destinados a enfrentar vários desafios sociais, económicos e ambientais até 2030. O solo está intimamente ligado a muitos desses objetivos devido ao seu impacto na agricultura, segurança alimentar, biodiversidade, clima e muito mais (Tabela 1).

Nome	Objetivo	Contribuição do solo
	Erradicar a pobreza	a saúde do solo e as práticas sustentáveis de gestão da terra são parte integrante dos esforços de redução da pobreza. Ao promover práticas que melhoram a fertilidade do solo, reduz-se a degradação e aumenta-se a produtividade agrícola, contribuindo para criar meios de subsistência mais resilientes e sustentáveis para comunidades em todo o mundo.
	Fome zero	Solos saudáveis e férteis são essenciais para a produtividade agrícola e segurança alimentar. Práticas de conservação do solo, gestão adequada de nutrientes e métodos agrícolas sustentáveis contribuem para aumentar o rendimento das culturas e melhorar a nutrição humana e animal.
	Saúde e bem-estar	Solos ricos em nutrientes produzem alimentos mais nutritivos, que são vitais para a saúde humana. A poluição relacionada ao solo pode ter impactos negativos na qualidade da água e, conseqüentemente, na saúde pública.
	Cidadania responsável	O solo é uma componente essencial da educação ambiental. Educar sobre ciência do solo, saúde do solo e práticas sustentáveis de gestão do solo ajuda a entender o papel crítico que o solo desempenha nos ecossistemas, na agricultura e no meio ambiente.
	Empoderamento das mulheres	Em muitas sociedades, as mulheres são as principais responsáveis pelo trabalho agrícola. Melhorar a fertilidade do solo e adotar práticas sustentáveis pode reduzir o trabalho físico necessário para a agricultura e libertar tempo para as mulheres se envolverem em outras atividades geradoras de rendimento, educação ou envolvimento na comunidade.
	Água potável e saneamento	Solos bem administrados podem atuar como filtros naturais, ajudando a purificar a água à medida que ela se move pelo perfil do solo. Por outro lado, a erosão e a contaminação, do solo podem contribuir para a poluição da água.
	Bioenergia	O solo é essencial para o crescimento da biomassa, que pode ser utilizada como matéria-prima para a produção de bioenergia. Culturas como a colza e cana-de-açúcar podem ser cultivadas em terras agrícolas para produzir biocombustíveis, como bioetanol e biodiesel, contribuindo para fontes de energia renováveis. Certas árvores e produtos da limpeza das Floresta podem ser usados para a produção de bioenergia.
	Subsistência agrícola	Muitas pessoas nos países em desenvolvimento dependem da agricultura para a sua subsistência. Solos saudáveis e produtivos são essenciais para garantir colheitas adequadas e produção de alimentos. Ao promover práticas sustentáveis de gestão do solo, como rotação de culturas, agricultura orgânica e agrossilvicultura, os agricultores podem aumentar o seu rendimento e reduzir o risco de quebra de colheitas, contribuindo para a redução da pobreza.



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952051

 <p>9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURAS</p>	Infraestruturas	O desenvolvimento urbano requer consideração cuidadosa das características do solo para garantir que os projetos de infraestrutura sejam sustentáveis. O solo pode desempenhar um papel na infraestrutura de gestão de resíduos. Os aterros sanitários adequadamente projetados usam camadas de solo para conter os resíduos e minimizar a contaminação ambiental. As inovações nas técnicas de gestão do solo, como a bioengenharia do solo e tecnologias resistentes à erosão, contribuem para o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e resiliência contra riscos naturais.
 <p>10 REDUZIR AS DESIGUALDADES</p>	Melhorar o nível de vida dos mais desfavorecidos	Muitas comunidades indígenas e locais dependem do conhecimento tradicional para a gestão sustentável do solo e da terra. Reconhecer e integrar os seus conhecimentos pode promover a equidade social e preservar o património cultural. Envolver comunidades marginalizadas nas decisões sobre manejo e uso da terra pode fortalecê-las e reduzir as desigualdades no acesso a recursos e benefícios. Práticas sustentáveis de gestão do solo podem criar oportunidades económicas além da agricultura, como ecoturismo, agroecoturismo e produtos florestais não madeireiros. Essas oportunidades podem beneficiar comunidades marginalizadas e reduzir as disparidades económicas.
 <p>11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS</p>	Cidades e comunidades sustentáveis	A agricultura urbana, que depende de solos saudáveis, pode contribuir para a produção local de alimentos e a resiliência da comunidade. A gestão adequada do solo em áreas urbanas pode reduzir a erosão e promover espaços verdes.
 <p>12 PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS</p>	Consumo e produção responsáveis	Práticas sustentáveis de gestão do solo, como redução de insumos químicos e adoção da agricultura orgânica, contribuem para métodos de produção responsáveis que minimizam os impactos ambientais negativos.
 <p>13 AÇÃO CLIMÁTICA</p>	Ação climática	O solo é um importante reservatório de carbono. Melhorar a saúde do solo por meio de práticas como agrossilvicultura, cultivo de cobertura e agricultura de plantio direto pode aumentar o sequestro de carbono e mitigar as mudanças climáticas.
 <p>14 PROTEGER A VIDA MARINHA</p>	Combate à eutrofização	A erosão do solo pode resultar na sedimentação de corpos de água, o que afeta negativamente os ecossistemas aquáticos. O excesso de nutrientes, como nitrogénio e fósforo pode ser escoado dos solos para as águas causando eutrofização, esgotamento do oxigênio, proliferação de algas nocivas e degradação do habitat aquático. e a poluição.
 <p>15 PROTEGER A VIDA TERRESTRE</p>	Vida terrestre	Solos saudáveis sustentam diversos ecossistemas e habitats. A conservação do solo ajuda a prevenir a degradação e perda do solo, o que pode ter impactos prejudiciais a jusante nos ecossistemas aquáticos.
 <p>16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES</p>	Segurança	Práticas sustentáveis de gestão de terras e instituições fortes desempenham um papel vital na prevenção de conflitos, promoção da justiça e garantia de alocação estável de recursos. Ao abordar questões relacionadas aos direitos à terra, gestão sustentável de recursos e acesso equitativo aos recursos, as iniciativas relacionadas ao solo contribuem para a construção de sociedades pacíficas. A fertilidade dos solos contribui para a segurança alimentar que é uma das principais bases para a paz.
 <p>17 PARCERIAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS</p>	Parcerias para os objetivos	A colaboração entre governos, academia, indústria e sociedade civil é essencial para a implementação de estratégias eficazes de conservação e manejo do solo. No geral, o solo é um recurso crítico que sustenta muitos aspetos do desenvolvimento sustentável, desde a produção de alimentos até à proteção ambiental.



Se é claro que o conhecimento sobre o solo pode contribuir para todos e cada um dos objetivos sustentáveis definidos pela Organização Mundial das Nações Unidas, para que esse potencial se concretize é necessário que a investigação realizada seja feita de forma integrativa e multidisciplinar utilizando um processo de cocriação de conhecimento entre as várias disciplinas envolvidas. Será que é isso que estamos a fazer? Um estudo das publicações sobre o solo indexadas no Easy web of knowledge, Google e Scopus, com fator de impacto e publicadas entre 2015 e 2022 mostra que mesmo em relação a questões prementes e emergentes sobre o solo como água, contaminação, características ecológicas, fertilidade ou a capacidade de sequestro de carbono são abordadas em clusters de forma quase independente (Figura 1). Neste contexto é importante refletir se não faria sentido proteger os solos, que são parte da natureza, como protegemos a natureza de forma integrada e coerente? Faria sentido falar numa cátedra europeia de solos? Seria a criação dessa cátedra a forma de distinguir e dignificar o ensino do solo criando centro de excelência que contribua para o avanço do conhecimento, promovendo práticas sustentáveis de gestão do solo e educando as futuras gerações em cientistas do solo?

4

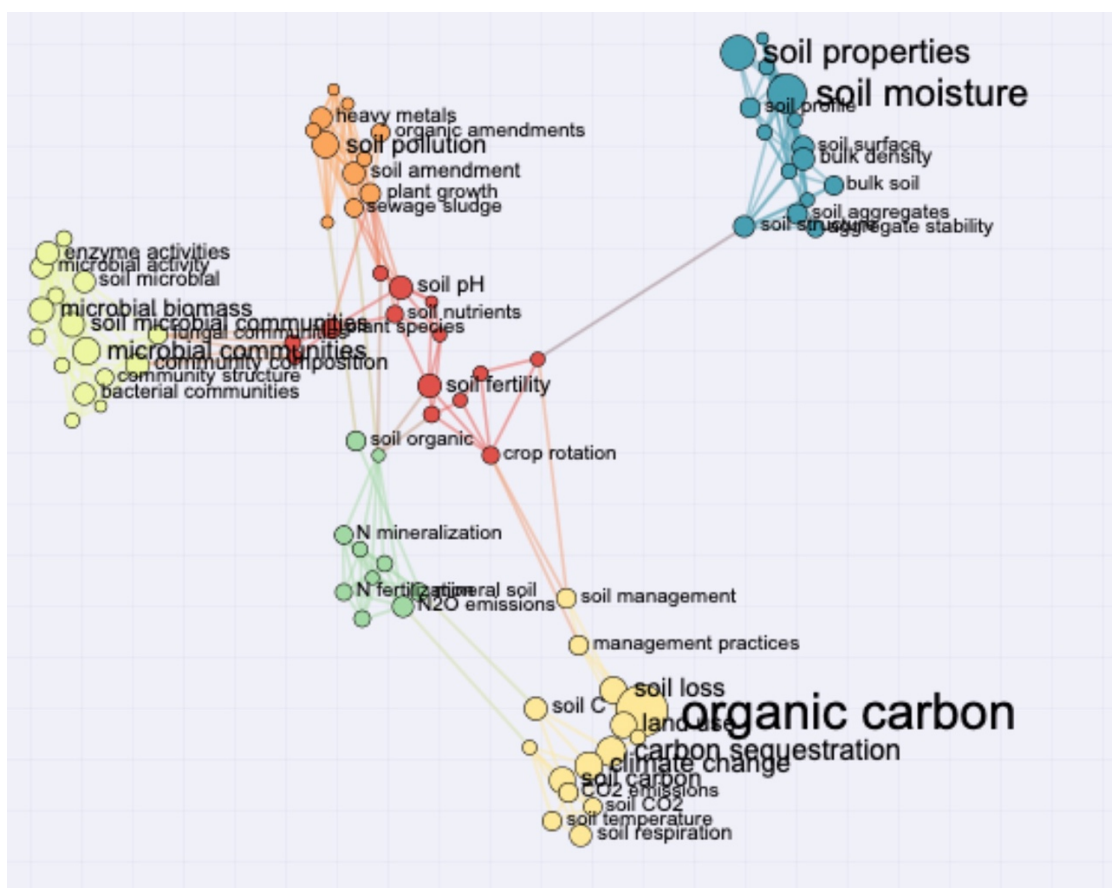
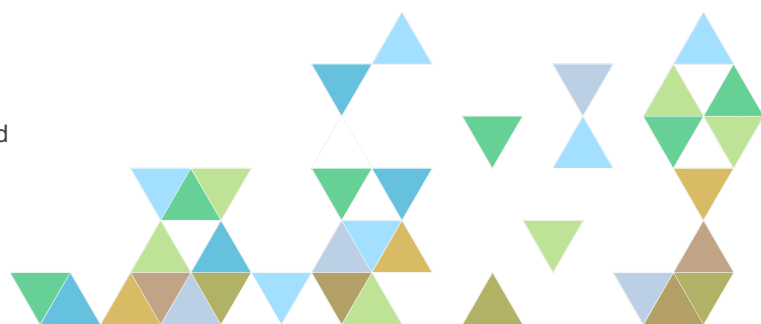


Figura 1: Mapas temáticos da investigação sobre solo na União Europeia no período 2015-2022. Foram considerados 15 000 artigos publicados em revistas com fator de impacto e tendo como área de investigação o solo. (Adaptado de Brás 2022; comunicação pessoal)



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952051



O desenho dos currículos de ciência do solo em instituições acadêmicas desempenha um papel crucial na atratividade para os jovens e na adequação da formação oferecida às necessidades do mercado de trabalho. Se o currículo for abrangente, atualizado e alinhado com os últimos avanços na ciência do solo, é mais provável que atenda efetivamente às necessidades dos alunos e da indústria. No entanto, experiência e a visão dos membros do corpo docente que ensinam cursos de ciência do solo é essencial para criar perspectivas mais integradoras e instrumentais que permitam identificar os grandes desafios a que a ciência do solo vai ter que responder nos próximos anos e quais as abordagens a usar. É importante ter presente que a ciência do solo é um campo multidisciplinar. A educação eficaz deve abranger não apenas física, química e biologia do solo, mas também conectar a ciência do solo com outras disciplinas como agronomia, ecologia, geologia, ciências ambientais, sociais e políticas. O estudo do solo é uma área onde os vários tipos de conhecimento (empírico e científico) devem coexistir e onde a experiência prática, como trabalho de campo, análise de laboratório e projetos de investigação é crucial. E por isso os alunos devem ter oportunidades para aplicar o conhecimento teórico a cenários do mundo real.

Uma "cátedra de solo" forte deve contribuir para investigar questões prementes relacionadas com o solo, desde a gestão de nutrientes e degradação do solo até aos impactos das mudanças climáticas. As instituições acadêmicas precisam promover uma cultura de inovação no ensino e na investigação desses temas. Inovação essa que deve passar pela colaboração com a indústria e a agricultura. A colaboração com as indústrias agrícolas e ambientais ajuda a garantir que os programas acadêmicos estejam alinhados com as necessidades práticas e os desafios atuais.

Também é importante considerar que a ciência do solo é um campo em evolução, com novos focus e tecnologias emergentes, a academia deve ser proativa na integração dessas tendências numa perspectiva de conservação e sustentabilidade sem esquecer as perspectivas global e local, pois as questões relacionadas com o solo variam com base na localização geográfica e contextos culturais.

A educação eficaz em ciência do solo, mais do que em qualquer outra área, vai muito para além das salas de aula formais. As instituições acadêmicas devem envolver-se em atividades de extensão para compartilhar conhecimentos e resultados de pesquisas com agricultores, formuladores de políticas e o público em geral. A colaboração de educadores, investigadores, especialistas da indústria e formuladores de políticas é essencial para garantir que a academia ensine efetivamente o que é necessário sobre o solo para enfrentar os desafios de hoje e de amanhã.

Referências

Amador JA (2019) Active Learning Approaches to Teaching Soil Science at the College Level. *Front. Environ. Sci.* 7:111. doi: 10.3389/fenvs.2019.00111



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 952051