

A surpreendente história não contada da biodiversidade do solo e nosso bem-estar

FABIANO DE CARVALHO BALEIRO



Embrapa

***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Solos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

A surpreendente história não contada da biodiversidade do solo e nosso bem-estar

Fabiano de Carvalho Balieiro

Embrapa
Brasília, DF
2022

Embrapa Solos

Rua Jardim Botânico, 1024
Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ - CEP: 22460-000
Fone: + 55 (21) 2179-4500
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Solos

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Silvio Barge Bhering*

Secretário-Executivo: *Marcos Antônio Nakayama*

Membros: *Bernadete da Conceição Carvalho Gomes Pedreira, David Vilas Boas de Campos, Evaldo de Paiva Lima, José Francisco Lumbreras, Joyce Maria Guimarães Monteiro, Lucia Raquel Queiroz Pereira da Luz, Maurício Rizzato Coelho, Wenceslau Geraldes Teixeira*

Supervisão editorial e revisão de texto: *Marcos Antônio Nakayama*

Colaboração: *Julia Stuchi e Cláudio Lucas Capeche (adaptação da linguagem).*

Normalização bibliográfica: *Luciana Sampaio de Araujo (CRB-7/5165)*

Projeto gráfico: *Fabiano de Carvalho Balieiro (usando Canva)*

Editoração eletrônica: *Fabiano de Carvalho Balieiro e Alexandre Abrantes Cotta de Mello*

Imagens: *Canva*®

1ª edição

1ª impressão (2022): 2.000 exemplares

Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Solos

Balieiro, Fabiano de Carvalho.

A surpreendente história não contada da biodiversidade do solo e nosso bem-estar / Fabiano de Carvalho

Balieiro. – Brasília, DF : Embrapa, 2022.

PDF (24 p.) : il. color.

ISBN 978-65-87380-87-2

1. Solo. 2. Biodiversidade. 3. Literatura Infantojuvenil. I. Embrapa Solos. II. Título.

CDD 631.4

Luciana Sampaio de Araujo (CRB 7/5165)

© Embrapa, 2022

Autor

Fabiano de Carvalho Balieiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Solos,
Rio de Janeiro, RJ

Dedico este livro aos meus filhos Victor e Luísa Franco Balieiro



Apresentação

Este livro é a tradução lúdica do conhecimento científico adquirido ao longo de décadas pelo pesquisador da Embrapa Solos, Fabiano de Carvalho Balieiro, cujo desafio maior foi transformar esse conhecimento em um livro com conteúdo ao mesmo tempo técnico, alegre, criativo, mas com uma linguagem adequada ao público infantojuvenil. As crianças e jovens terão a oportunidade de conhecer os organismos vivos que habitam e dão vida ao solo, esse recurso natural maior, que, juntamente com a água, garante a produção de alimentos, fibras e energia, além de participar da oferta de *serviços ecossistêmicos*, ou seja, de serviços que a natureza nos presta e muitas vezes não nos damos conta.

Este livro possui a missão especial de chamar a atenção das crianças, pais, professores e outros leitores para a importância da biodiversidade do solo e do papel desses organismos vivos para a saúde do solo e para nossa própria saúde.

A maneira fácil de apresentar esses seres vivos do solo (artrópodes, fungos, bactérias, dentre outros), bem como suas ilustrações, nos conduzem a uma leitura e um aprendizado fascinantes dessa história não contada, que começa lá atrás, há mais ou menos 2 bilhões de anos, e nos chega até hoje, plena de segredos e emoções, plantas e organismos “dando as mãos” em uma parceria virtuosa para a sustentabilidade do nosso planeta Terra.

Este livro é um dos “Top 10” premiados na primeira edição da competição promovida pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO/GSP) e pela União Internacional de Ciências do Solo (IUSS) em 2020, como parte da celebração do Dia Mundial do Solo (5 de dezembro), dentre as 97 submissões oriundas de 75 países.

Eu os convido a mergulhar fundo nessa aventura que se passa nos solos, bem debaixo de nossos pés. Avante!

Maria de Lourdes Mendonça Santos Brefin
Chefe-Geral da Embrapa Solos



Este trabalho possui transversalidade a diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), guardando, porém, maior alinhamento aos ODS e respectivas metas 2.4, 4.7, 12.8, 13.3, 15.3 e 17.7. Pretende-se, com a distribuição desta obra, contribuir para que jovens e adultos ampliem as intersecções – com gênero, etnia, idade, deficiência, orientação sexual, territorialidade, cultura, religião e nacionalidade – em torno da importância do solo e dos bichos que nele habitam. A qualidade e a quantidade de alimento, a proteção, recuperação e a conservação dos serviços ecossistêmicos são elementos chave para o bem-estar do todos.

Prefácio



Vocês sabiam que dependemos muito dos pequenos seres que vivem abaixo dos nossos pés? Sério! Existem bilhões deles vivendo no solo e garantindo o bem-estar de todas as pessoas e de todos os animais no planeta. É impossível não se maravilhar com este livro, que conta a quase desconhecida história desses seres – uma história que passa a ser contada agora.

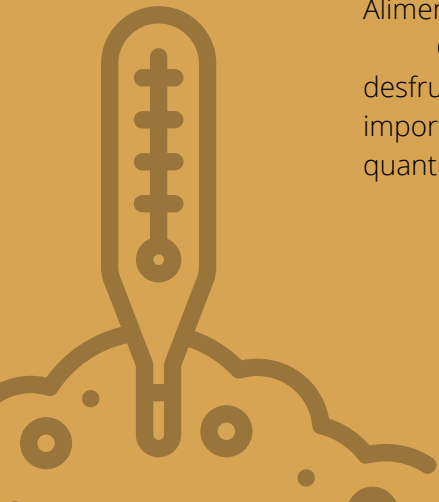
É grande a minha satisfação em recomendar este rico material sobre conscientização ambiental, que apresenta para todos nós a surpreendente história da biodiversidade do solo. E não podia haver ninguém melhor que Fabiano de Carvalho Balieiro para contá-la, nos entregando um material didático de alta qualidade e muito importante para a formação de cidadãos conscientes de seu papel neste planeta.

Belíssimas informações e lindas ilustrações nos apresentam a biodiversidade do solo e a sua importância para o nosso bem-estar. Mas então temos uma surpresa! Com uma história ainda não contada, a cada página, descobrimos um grande segredo escondido: como um solo cheio de vida garante a alimentação e a qualidade de vida para todos os 7 bilhões de vidas humanas e os milhares de bilhões de animais e plantas que habitam a Terra.

Antes de publicado, o original deste livro, em língua inglesa, foi premiado na primeira edição de uma competição promovida pela Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação, a FAO/ONU e pela União Internacional de Ciência do Solo.

Convido então crianças, pais e professores de todas as regiões deste imenso e lindo país a desfrutarem do precioso conteúdo deste livro. Vocês certamente perceberão como somos importantes para manter vivo o nosso meio ambiente, garantindo a produção de alimentos - em quantidade e com qualidade - e o nosso bem-estar.

Pedro Luiz de Freitas
Pesquisador da Embrapa Solos





Olá, meu nome é Maria. Cresci ouvindo meu pai falar sobre a terra e a importância de mantê-la saudável, ou seja, com muita vida.

Sim, às vezes ele era chato usando palavras complicadas, mas entendi que dependemos muito da terra, que ele chama de "solo".

Então, vou contar para vocês uma parte do que aprendi, pois o solo faz com que exista todo tipo de vida no nosso planeta!

Espero que gostem de nossa jornada!!!!

Você sabia que microrganismos e plantas existem na terra desde que os continentes ainda estavam "colados"?



+ 2 bilhões de anos



Os primeiros oceanos e continentes foram formados. As grandes massas de terra começaram a se mover. Ainda não tinha oxigênio para sustentar a vida, mas um tipo de vida que veio dos oceanos começou a fazer fotossíntese e, aos poucos, foi trazendo o oxigênio para o planeta.

~500 milhões de anos



Duas grandes massas de terra se movem em direções diferentes (Sul e Norte). O clima quente e os oceanos agora ricos em oxigênio fazem a vida prosperar. Organismos multicelulares e os primeiros ancestrais das plantas terrestres começam a aparecer.

~170 milhões de anos



Todos os principais grupos de vida já estavam na terra e no mar. Grande parte da interação entre plantas e organismos já havia sido estabelecida.

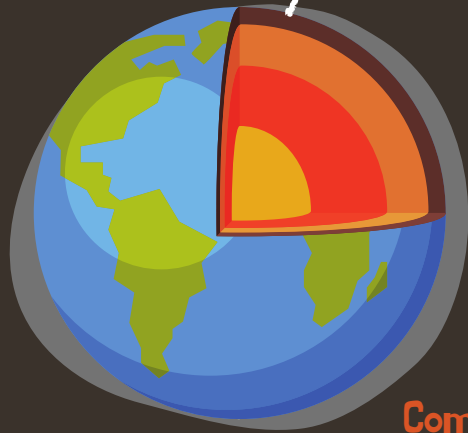
~6-7 milhões de anos



Algumas criaturas parecidas com macacos começaram a andar sobre duas pernas, na África.

Durante esse longo período, diferentes solos se formaram ...

Crosta terrestre



A camada mais fina que cobre nosso planeta Terra é chamada de CROSTA. Nesta camada, encontramos ar, água e solo, que sustenta grande parte da biodiversidade do planeta.

Solo

É a camada de cima da Terra. É feita de rocha quebrada em muitos pedacinhos combinada com uma mistura de materiais orgânicos vivos e não vivos.

Com a união de clima, organismos, relevo, tempo e rochas, formaram-se diferentes solos. Eles trazem formas, cores e texturas diversas, e são classificados de acordo com essas diferenças. Veja alguns exemplos abaixo:



Latossolo



Organossolo



Nitossolo



Chernossolo



Cambissolo

... e ao mesmo tempo microrganismos e plantas estabeleceram várias parcerias!

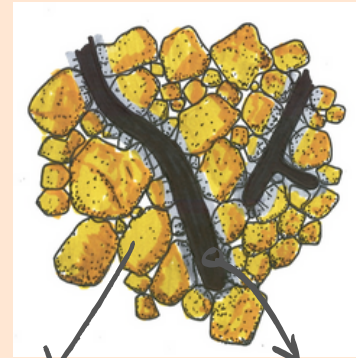
Sim, foi nos solos que plantas e micróbios "deram as mãos"!

A maioria das plantas, por exemplo, une suas raízes com fungos, em uma relação de parceria "ganha-ganha" (ou simbiose) chamada de micorriza (veja ao lado).

"De mãos dadas", as plantas e esses microrganismos trazem benefícios para a natureza e, assim, para nosso bem-estar.

Micorrizas (planta + fungo)

Micorriza (-)



Agregados do solo

Raízes finas

Micorriza (+)



Hifas de fungos
(finos filamentos que aumentam a extensão das raízes)

Ilustração: Fabiano de C. Balleiro

Alguns fungos permitem que algumas plantas possam viver muito bem, mesmo em solos degradados, pobres em nutrientes.



Alguns tipos de plantas conseguem passar nutrientes para outras plantas, por um tipo de rede vegetal-micróbios.

Mas quais são os micróbios que vivem no solo



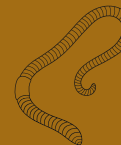
Em uma colher de chá de solo (cerca de 1 grama), podemos encontrar:



- Um bilhão de bactérias (correspondendo a cerca de dez mil diferentes tipos de bactérias);
- Até um milhão de fungos;
- Cerca de um milhão de células de protistas e várias centenas de nematoides.

A quantidade de vida no solo é mais alta nas camadas de cima e diminui conforme vai descendo


O solo é o lar de muitas espécies de artrópodes, minhocas e mamíferos.





Macrofauna (insetos do solo)

Esses insetos são pequenos animais que têm corpo maior que 1 centímetro de comprimento e maior que 2 milímetros de largura e não precisamos de microscópios para vê-los (veja alguns deles nesta página).



Você sabe qual é a melhor amiga dos agricultores?

A Minhoca

As minhocas se alimentam de restos de plantas e do solo, aumentando a quantidade de nutrientes para as plantas.

As minhocas fazem muitos canais e buracos que deixam o solo mais fofo e arejado, ajudando a água a entrar e circular dentro dele.

A minhoca "cimenta" partículas de solo, deixando o solo mais "unido", e isso contribui para que as enxurradas sejam mínimas.

Os solos ricos em minhocas produzem muito mais alimentos do que aqueles sem elas.

Solos bem cuidados produzem frutas e legumes de melhor qualidade

Solos saudáveis, alimentos saudáveis!

Existe um número incrível de seres no solo que mantêm nossas vidas mais saudáveis!

A qualidade dos alimentos que comemos tem um papel importante para manter nossa saúde.

Os agricultores que cuidam do solo, respeitando os inúmeros seres que nele habitam, produzem alimentos mais saudáveis e deliciosos.



Mais aromas



Mais sabor



Mais vitaminas

Mais saúde



Outras coisas boas que vêm da biodiversidade do solo...

Melhora o crescimento das plantas

Os micróbios melhoram a estrutura do solo, e assim o ambiente para as plantas viverem.

Os organismos do solo contribuem com o ciclo de nutrientes, ou seja, transformam nutrientes para que as plantas consigam absorver e crescer.



Melhora o clima

O crescimento e a atividade dos microrganismos do solo fazem as raízes das plantas crescerem mais, e isso ajuda a regulação do clima. Isto porque as raízes são verdadeiras "bombas" de carbono para o solo.

Melhora a qualidade da água e diminui as inundações

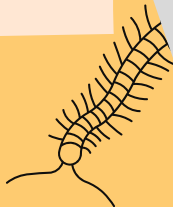
Com a ajuda de microrganismos, os solos são capazes de absorver toxinas, agroquímicos, combustíveis e reciclar resíduos, reduzindo o dano à nossa saúde.

Buraquinhos maiores no solo formados por raízes, minhocas e outros organismos são muito importantes para a infiltração de água, o que reduz as inundações.

Produção de remédios

Micróbios do solo produzem substâncias muito úteis para a indústria química, para os remédios, além da produção de alimentos.

Solos saudáveis, com muita atividade biológica, produzem alimentos ricos em vitaminas e minerais que melhoram nossa imunidade



Produção agrícola "amiga do meio ambiente"

Fixação biológica de nitrogênio



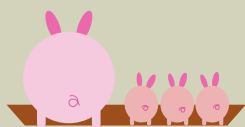
Algumas bactérias do solo transformam o nitrogênio do ar em nitrogênio disponível para "alimentar" as plantas. Espécies como a Soja contam com essas parceiras em suas raízes!

Assim, agricultores economizam muuuuito dinheiro porque diminuem a necessidade de aplicar fertilizantes químicos, e diminuem também a poluição do solo!

SOJA:
principal fonte de proteína no mundo



A soja é a fonte de proteína mais consumida pelos animais domésticos. Veja quais são os bichos que mais consomem soja:



Porcos (29%)



Aves (53%)



Peixes (8%)

Outros exemplos de plantas que contam com a parceria dessas bactérias que fixam nitrogênio do ar:



Grão-de-bico



Vagem



Tamarindo



Amendoim



Lentilha



Feijão

A biodiversidade do solo está em perigo !!

Veja as 4 maiores ameaças...



Superexploração e transformação das florestas em áreas agrícolas

A maior parte da biodiversidade da Terra mora nas florestas. Juntas elas têm mais de 60 mil espécies de árvores diferentes e são o lar para 80% das espécies de anfíbios, 75% de pássaros e 68% de mamíferos. Perder toda essa biodiversidade acima do solo também causa perdas abaixo dele.



Foto: Fabiano C. Balieiro

Poluição do solo: resíduos e produtos químicos

Produtos químicos podem atrapalhar o funcionamento do solo. Outros produtos que contaminam podem ter impactos mais negativos sobre a vida do solo, como os metais pesados e os pesticidas.



Foto: Cláudio Lucas Capeche

Outras ameaças aos organismos do solo

Foto: Cláudio Lucas Capeche



Mudanças climáticas

A vida do solo pode controlar a quantidade de Gases de Efeito Estufa (GEE) da atmosfera. Pela capacidade de "armazenar" carbono, os solos podem atuar como um dreno, ou sumidouro de carbono da atmosfera, podendo diminuir (ou aumentar) o efeito da mudança climática.

O clima mais quente aumenta a decomposição da matéria orgânica do solo, fazendo com que ela desapareça mais rápido, deixando o solo mais pobre e piorando as mudanças climáticas.

Foto: Cláudio Lucas Capeche



Práticas de manejo não sustentáveis

Erosão, uso excessivo de fertilizantes, compactação (causada, por exemplo, por uma maior quantidade de gado em um terreno do que ele pode suportar) e algumas práticas erradas na agricultura (como revolver todo o solo) são ruins para a matéria orgânica e não contribuem para a atividade dos micróbios do solo, que fazem o bem.



O que podemos fazer para salvar a biodiversidade do solo e nossa saúde



O conhecimento tradicional e a ciência trazem soluções simples!

Cultivar vários tipos de plantas



Foto: Cláudio Lucas Capeche

As raízes vivas e os adubos orgânicos mantêm a vida dos micróbios no solo. Assim, eles podem ter o papel de fertilizantes naturais. Para isso, é sempre bom cultivar vários tipos de plantas diferentes e não um apenas!

Plantar direto em cima da palha



Foto: Gabriel Faria

Os restos dos cultivos que são deixados em cima do solo (cobertura morta) protegem o solo contra a erosão e ajudam a manter a umidade e a temperatura, que favorecem também a multiplicação dos organismos do solo.

Ter um lugar certo para a reciclagem de resíduos

Alguns resíduos da agroindústria ou que sobram da produção de alimentos têm potencial para se tornarem adubos. É preciso acondicioná-los em lugares adequados para reciclá-los.



Foto: Prícila Vetrano Rizzo

Outras práticas "amigáveis do meio ambiente" para manter a biodiversidade do solo viva

Uso adequado dos nutrientes

Fertilizantes minerais poluem os solos, os córregos e os aquíferos quando aplicados em grandes quantidades. Além disso, podem aumentar a decomposição da matéria orgânica do solo, o que prejudica a sua capacidade de permitir a infiltração de água. É essencial fazer a análise do solo para uma recomendação de fertilizante segura e eficiente.



Foto: Felipe Santos da Rosa

Evite agrotóxicos



Foto: Fernanda Samarini Machado

Os agrotóxicos são muito ruins para a biodiversidade e dificultam o funcionamento normal do solo. Eles afetam a ciclagem de nutrientes e o controle pragas, além de serviços prestados pelo solo ao ambiente.

A produção de alimento com menos químicos deixa as plantas mais resistentes, os sistemas de produção mais biodiversos e a produção de alimentos e de água mais saudável e limpa.





**"Precisamos
pensar global,
mas agir
localmente"**

**Juntos, podemos
proteger a
biodiversidade
do solo !!!**

Outras ações importantes:

- 1. Planejar bem como vai ser o uso da terra. Devemos usar o solo de acordo com sua capacidade de produzir e suas condições para isso (sua aptidão)!**
- 2. Aumentar os investimentos no uso e manejo sustentável do solo!**
- 3. Uma forma de acompanhar a saúde do solo com a presença e comportamento de alguns animais (sistema de monitoramento de solo baseado em bioindicadores) pode nos ajudar a produzir alimentos saudáveis!**
- 4. Multiplicar a informação de que o solo produz muito mais que alimentos. Cuidando dele, garantimos a oferta de água e alimentos em quantidade e qualidade para vivermos melhor e a redução de enchentes e deslizamentos nas cidades.**

Não se esqueça!

**Matenha o solo vivo,
proteja a
biodiversidade!!**

Tchau, tchau!!



Você pode aprender mais. Visite estes sites

Formação de Solo (e o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo)

<https://www.embrapa.br/solos/sibcs/formacao-do-solo>

<http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/284480/>

Biodiversidade do solo e bioindicadores de manejo do solo

<https://www.fao.org/documents/card/en/c/CB1928EN>

Literatura recomendada

AISLABIE, J.; DESLIPPE, J. R. Soil microbes and their contribution to soil services. In: DYMOND, J. R. (ed.). Ecosystem services in New Zealand: conditions and trends. Lincoln: Manaaki Whenua Press, 2013. p. 143-161. Disponível em:

https://www.landcareresearch.co.nz/uploads/public/Publications/Ecosystem-services-in-New-Zealand/1_12_Aislabie.pdf. Acesso em: 10 mar. 2022.

BROWN, G. G.; PASINI, A.; BENITO, N. P.; AQUINO, A. M. de; CORREIA, M. E. F. Diversity and functional role of soil macrofauna communities in Brazilian no-till agroecosystems: a preliminary analysis. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MANAGING BIODIVERSITY IN

AGRICULTURAL ECOSYSTEMS, 2001, Montreal. Proceedings [...]. Tokyo: United Nations University, 2001. Disponível em:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.465.2819&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FRAANJE, W.; GARNETT, T. Soy: food, feed, and land use change. Oxford: Food Climate Research Network, 2020. (Foodsource: building blocks).

Disponível em: https://tabledebates.org/sites/default/files/2021-12/FCRN%20Building%20Block%20-%20Soy_food%20feed%20and%20land%20use%20change%20281%29.pdf. Acesso em: 10 mar. 2020.

FAO; ITPS. Status of the world's soil resources: main report. Rome, 2015. 607 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf>.

Acesso em: 10 mar. 2022.

FAO. Voluntary guidelines for sustainable soil management. Rome, 2017. 18 p. Disponível em: <https://www.fao.org/3/i6874en/I6874EN.pdf>.

Acesso em: 10 mar. 2022.

MENDES, I. de C.; CHAER, G. M.; SOUSA, D. M. G. de; REIS JUNIOR, F. B. dos; SILVA, O. D. D. da; OLIVEIRA, M. I. L. de; LOPES, A. A. de C.;

SOUZA, L. M. de. Bioanálise de solo: a mais nova aliada para a sustentabilidade agrícola. Informações Agronômicas, n. 8, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219731/1/IEDA-Bioanalise-do-solo-informacoes-agronomicas.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2022.

SOIL biodiversity. Disponível em: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/soil-biodiversity>. Acesso em: 10 mar. 2022.

TRAVEL through deep time with this interactive earth. Disponível em:

<https://www.smithsonianmag.com/science-nature/travel-through-deep-time-interactive-earth-180952886>. Acesso em: 10 mar. 2022.

The background features various illustrations of soil organisms: a bacterium with flagella in the top left, a nematode in the top center, several ants in the top right, and a large earthworm in the middle left. A large, faint illustration of a centipede is on the right side. The text is centered in a light grey box.

Embrapa

Solos

Este pequeno livro tem uma missão grandiosa: atrair a atenção das crianças para alguns organismos que estão sob nossos pés e que pouco conhecemos, mas dos quais muito dependemos: os microrganismos e outros bichos que vivem no solo.

Precisamos, juntos, proteger a biodiversidade do solo, que, mesmo escondida, ajuda a manter plantas, animais e nossas florestas saudáveis. Venha conhecer a história dessa riqueza sob nossos pés!

"Comemore o Dia Mundial do Solo com seus Amigos, em 5 de dezembro!!"

Silhouettes of a group of people of various ages holding hands, symbolizing community and unity.

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL