

Importância do SOLO nas alterações climáticas

oscargonzalezpelayo@ua.pt



cesam

universidade de aveiro
centre for environmental
and marine studies



MED

INSTITUTO MEDITERRÂNEO PARA A AGRICULTURA,
AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

O solo é a base dos ecossistemas terrestres. A maioria dos serviços ecossistémicos necessários para à sobrevivência humana provém do solo

(Kibblewhite et al., 2008. doi: 10.1098/rstb.2007.2178)



Solo

Pedofera

= Esfera de interação entre:

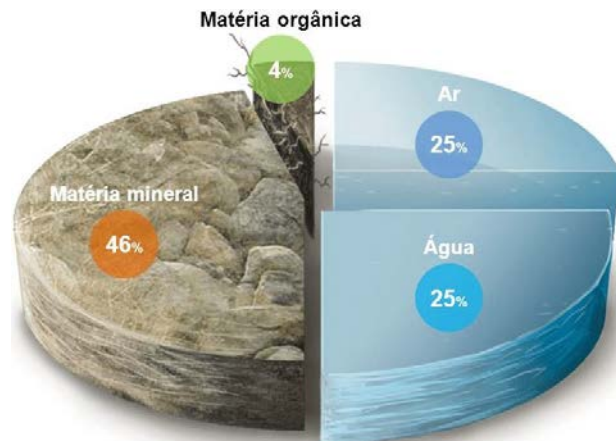
Atmosfera / Hidrosfera / Biosfera / Litosfera



Soil- Skin of the earth

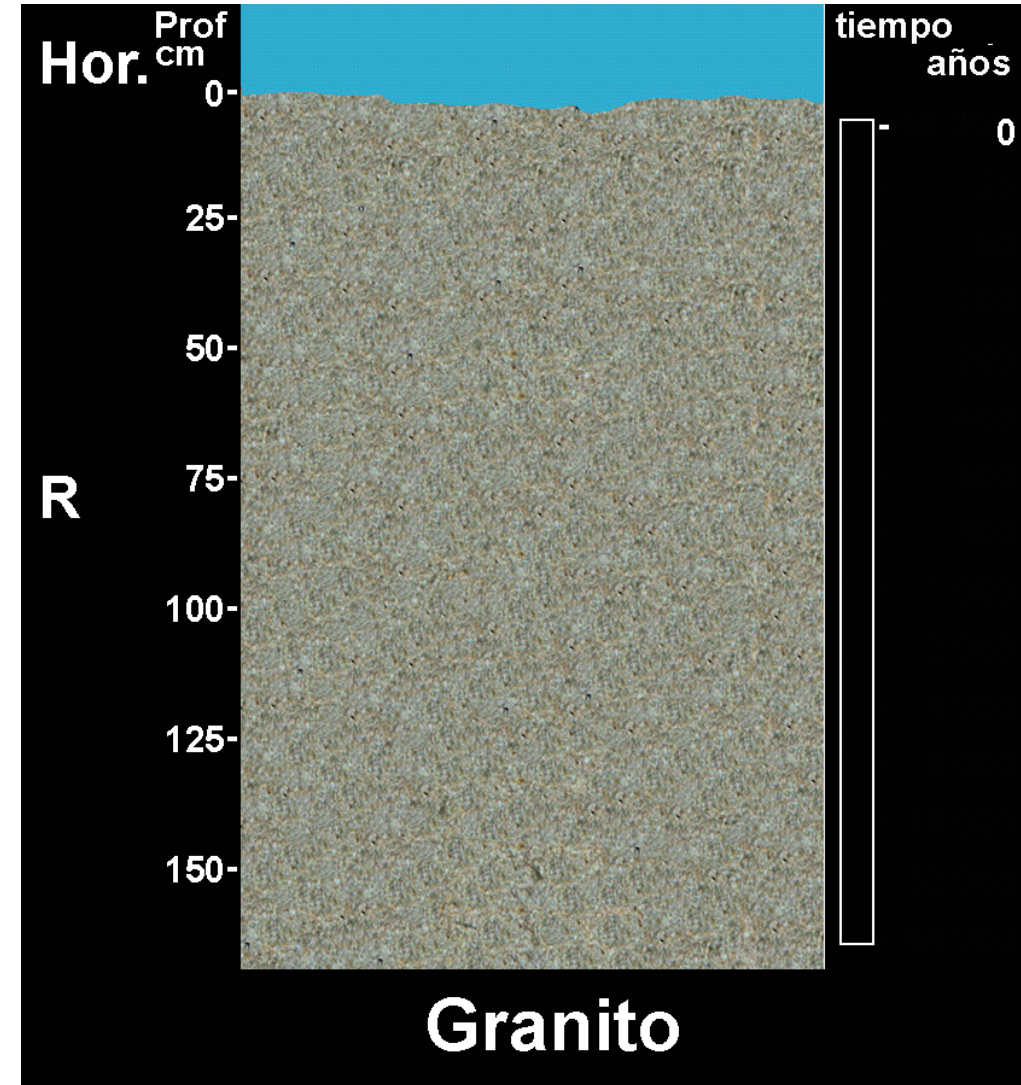
Non renovable resource...at the human scale

Matéria mineral + Matéria orgânica + Ar + Água >> SOLO



SOIL FORMATION FACTORS (N=5)

Rocha + clima + releve + organismos + tempo = SOLO



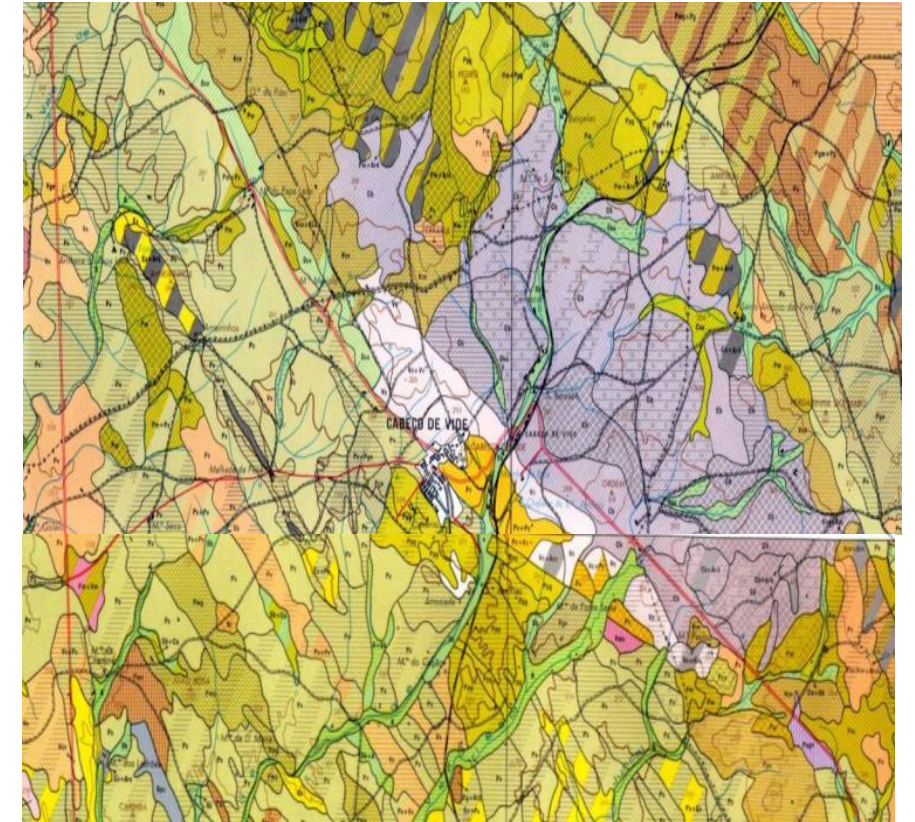
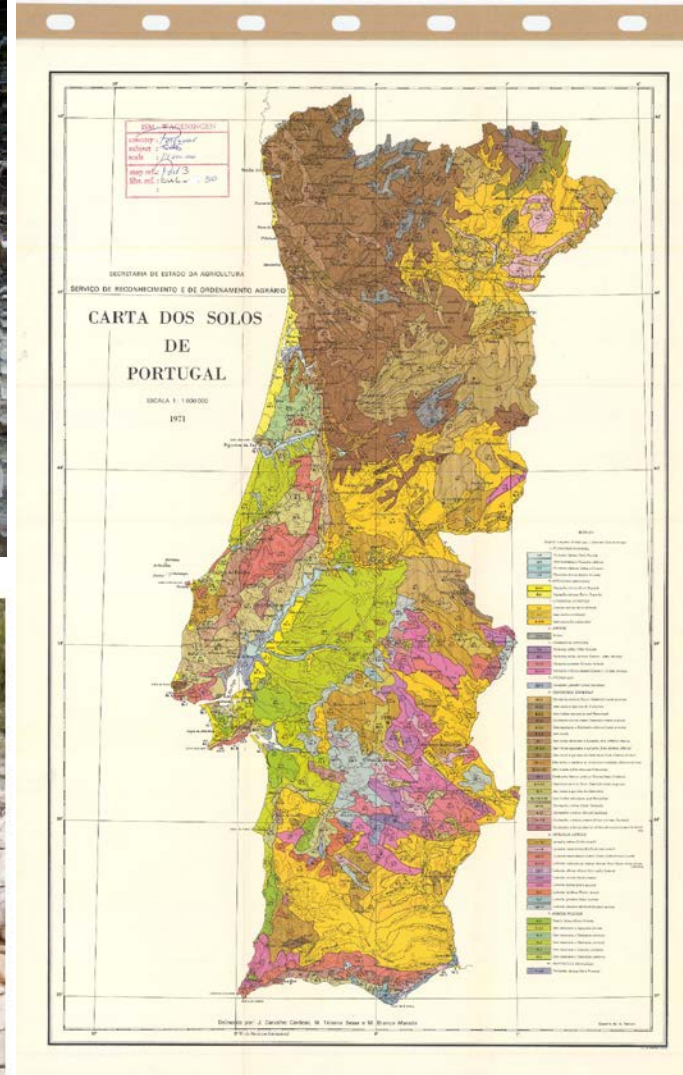
Dinamismo e Diversidade

PROCESOS

Humificação

Mineralização

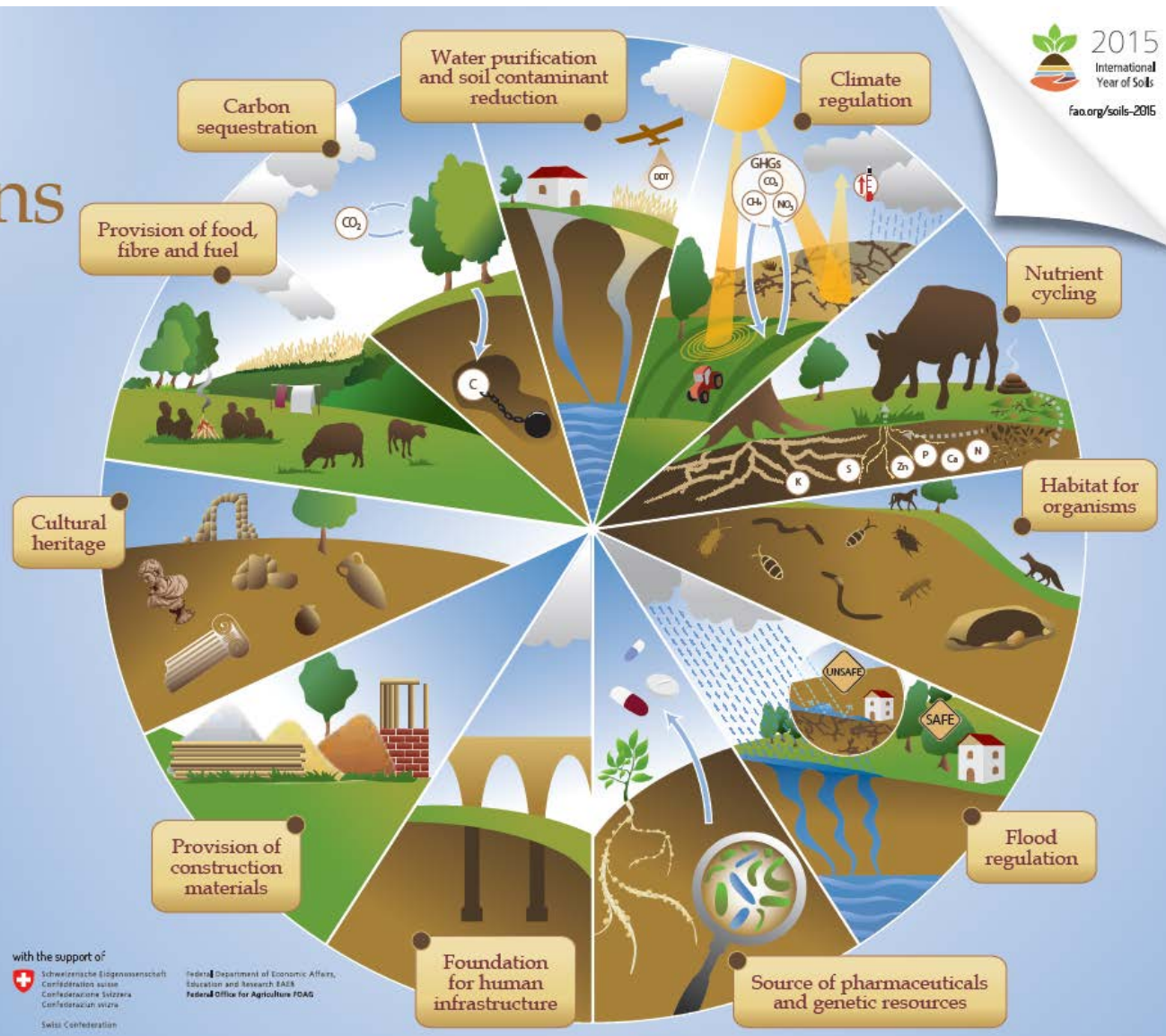
Argiluviação



Grandíssima DIVERSIDADE de solos na Ibéria, DIFERENTES propriedades de solo, **DIFERENTES FUNÇÕES**

Soil functions

Soils deliver ecosystem services that enable life on Earth



Principais funções do solo

- Manutenção da estrutura do solo
- Ciclos de nutrientes
- Transformações do carbono
- Regulação de pragas e doenças

Soil Ecosystem Services

- ES1. Water & Soil conservation
- ES2. Nutrient cycling
- ES3. Carbon sequestration
- ES4. Biodiversity

Futuro??-----Mitigação-----Funções do solo

nature communications



Article <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44513-3>

Significantly wetter or drier future conditions for one to two thirds of the world's population

Received: 13 June 2023
Accepted: 15 December 2023

Ralph Trancoso^{1,2}, Jozef Syktus¹, Richard P. Allan³, Jacky Croke⁴,
Ove Hoegh-Guldberg¹ & Robin Chadwick^{5,6}

Article <https://doi.org/10.1038/s41467-023-44513-3>

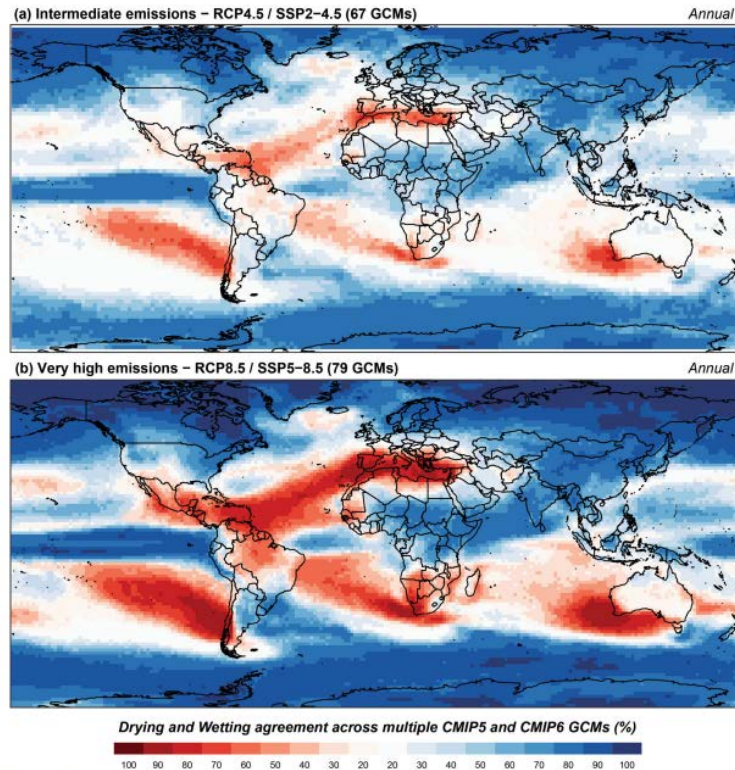


Fig. 3 | Multi-model (CMIP5 and CMIP6) drying and wetting agreement of robust trends in annual precipitation. a Intermediate (67 GCM runs) and b high emissions (79 GCM runs). Shades of red denote drying agreement and shades of blue indicate wetting agreement.



Soil Functions

Estrutura-Retenção de água nos períodos secos / presença de ar nos períodos húmidos

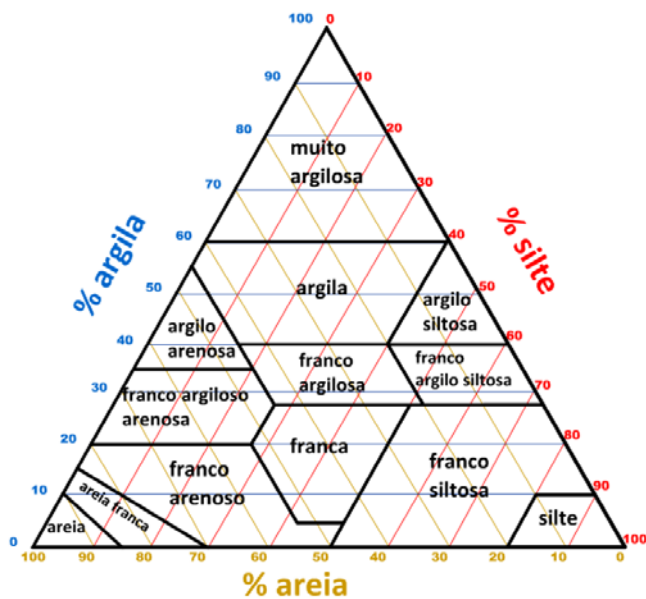
Nutrição-Disponibilidade de nutrientes limitantes (P K) pelo pH

Carbono-Acréscimo de mat org, melhora estrutura, infiltração, etc..

Equilíbrio no solo regula pragas e doenças

Conhecer FUNÇÕES pelas PROPRIEDADES...

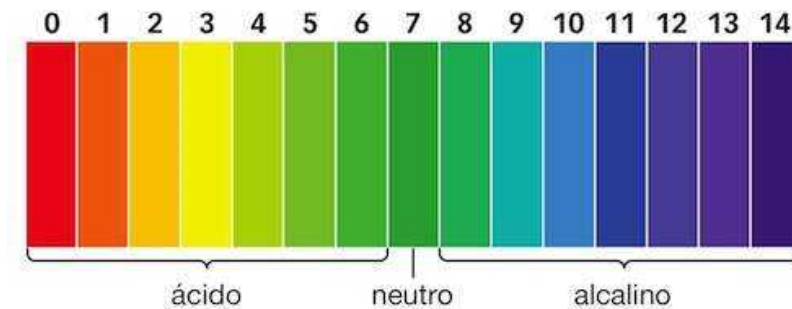
Textura



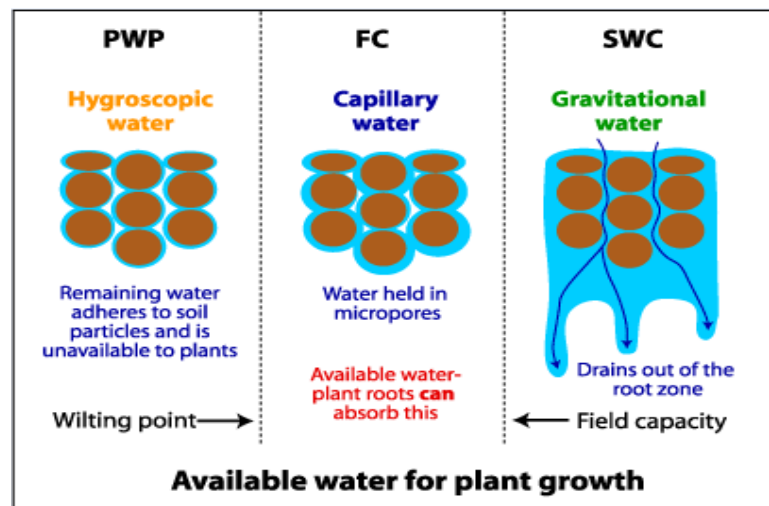
Estrutura



pH



Água



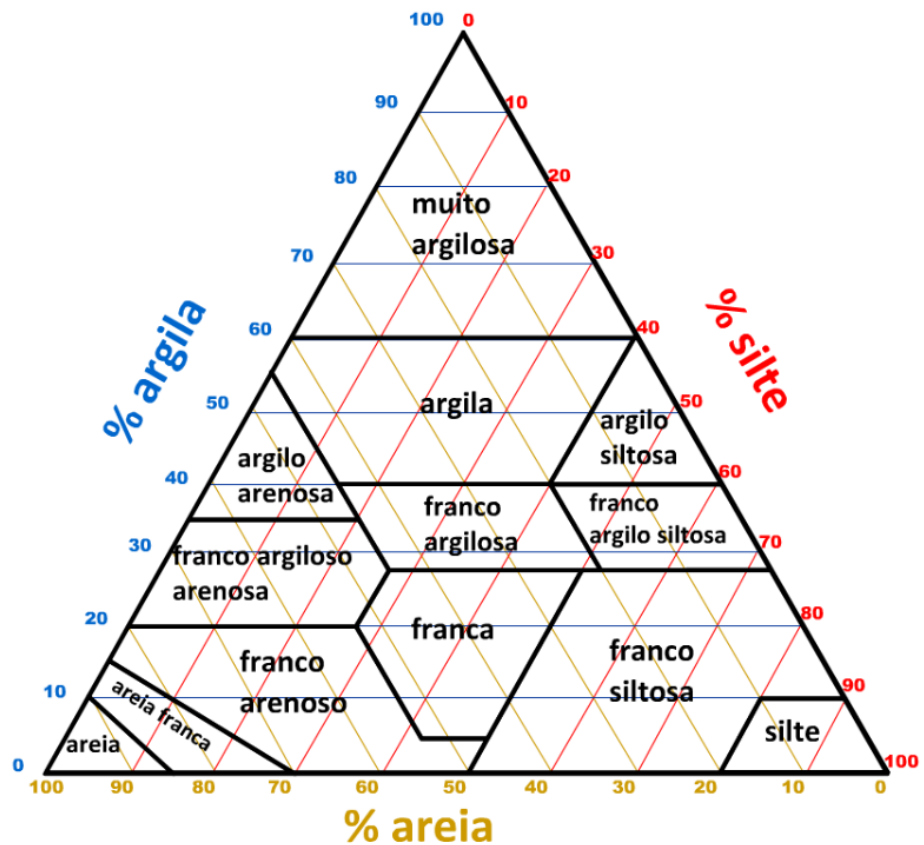
Matéria orgânica



Textura- % de partículas de diferentes tamanhos;

Areia (2–0,05 mm), **Limo** (0,05 – 0,002 mm) e **Argila** (<0,002 mm).

A textura tem a ver com a quantidade de água e ar que o solo contém. Infiltração, Condutividade hidráulica...



Textura como factor principal da fertilidade do solo

Textura (diâmetro)	Tipos de solo			
	arenoso	franco	limoso	argiloso
Areia (60 μ -2mm)	80 - 100 %	10 - 50 %	0 - 40 %	} 0 - 60 %
Limo (2-60 μ)	} 0 - 20 %	20 - 60 %	60 - 100 %	
Argila (<2 μ)		20 - 40 %	0 - 20 %	
Caracterização segundo a facilidade de mobilização	Solos ligeiros	Solos médios	Solos pesados	
Aumento/Diminuição				
Tamanho médio das partículas	[Diagram showing a wedge that tapers from left to right]			
Tamanho médio dos poros, (permeabilidade para água, arejamento)	[Diagram showing a wedge that tapers from left to right]			
Capacidade utilizável	[Diagram showing a wedge that is wider in the middle]			
Teor e armazenamento de nutrientes	[Diagram showing a wedge that tapers from left to right]			
Fertilidade do solo (Produtividade)	[Diagram showing a wedge that is wider in the middle]			

Estrutura. Característica física do solo expressa pelo tamanho, forma e arranjo das partículas e dos respectivos vazios, considerando-se não só as partículas individuais de areia, limo e argila, mas também as partículas compostas, ou seja, os agregados estruturais. A quantidade de mat. orgânica, atividade biológica (organismos) e textura tenham grande influencia. A estabilidade dos agregados é um **indicador**.

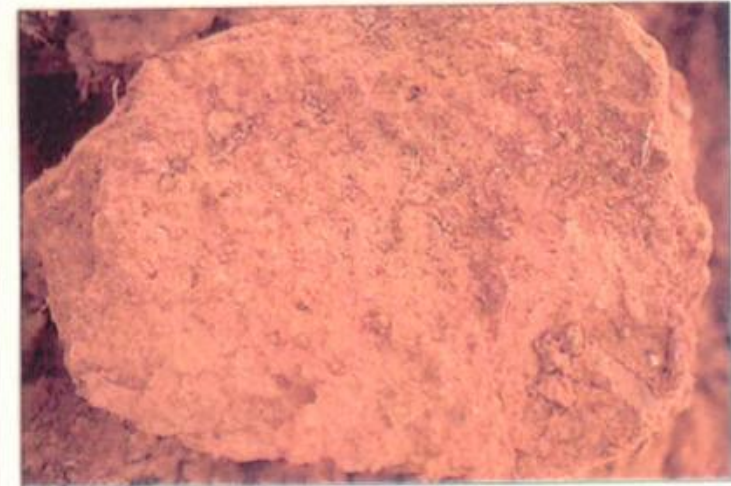


Solo não compactado



O SOLO tem VIDA, água, ar, microorganismos

Solo compactado



O SOLO tem pouca ar, excesso de água, anoxia, ...

Propriedades...

Estrutura e aptidão agrícola

Aptidão agrícola

+++

+++

--

++

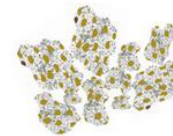
--

-

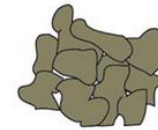
TIPO DE ESTRUTURA	DESCRIÇÃO DO AGREGADO NATURAL (PED)	DIAGRAMA	EXEMPLO DE OCORRÊNCIA
Granular	Agregados pequenos, arredondados e pouco porosos, que não se ajustam entre si.		Horizonte A ₁
Grumosa	Agregados pequenos, arredondados e porosos, que não se ajustam entre si.		Horizonte A ₁
Laminar	Agregados em forma de lâminas nas quais a linha horizontal é maior que a vertical.		Horizontes A ₂ ou horizontes compactados.
Blocos angulares	Agregados em forma de cubos ajustados entre si por faces planas e arestas vivas. As três dimensões do agregado são semelhantes.		Horizonte B de alguns solos, em geral mal drenados.
Blocos subangulares	Agregados semelhantes aos blocos angulares, apresentando faces convexas ou côncavas, com vértices e arestas arredondados.		Comum em horizonte B de solos bem drenados.
Prismática	Os agregados apresentam-se sob forma de prismas, com faces planas e arestas vivas e o eixo vertical maior.		Horizonte BG de solos mal drenados.
Colunar	Os agregados apresentam-se sob forma de prismas, com as faces e vértices superiores arredondados.		Horizonte B de solos com excesso de sódio trocável.



Granular (high permeability)



Aggregated (high permeability)



Blocky (moderate permeability)



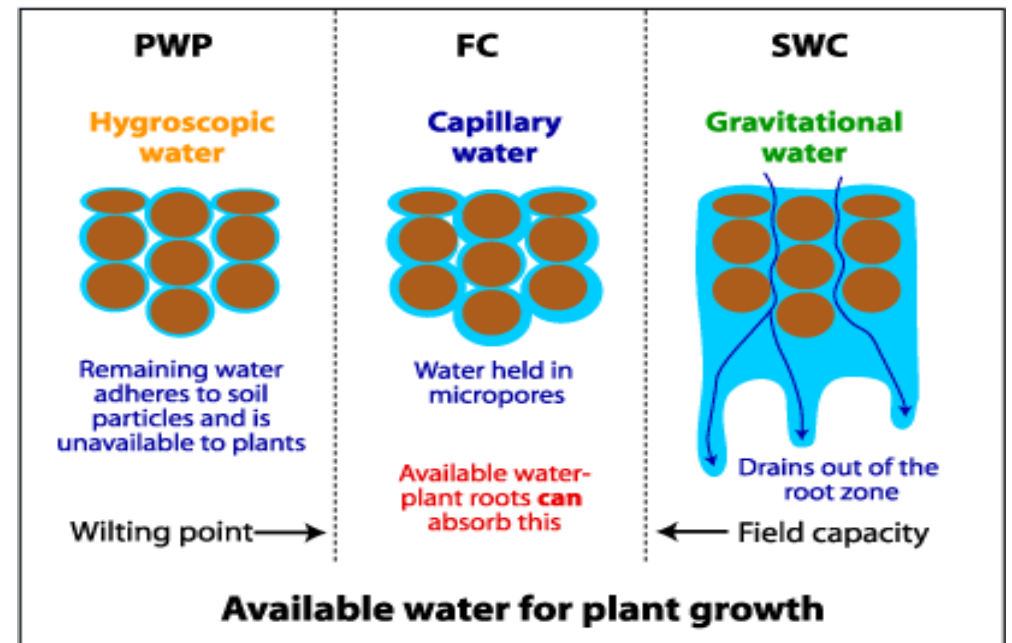
Columnar/prismatic (moderate permeability)



Platy (low permeability)

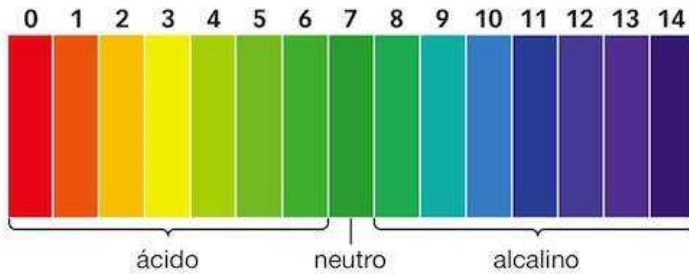


Massive (low permeability)



Boa estrutura facilita crescimento raiz, infiltração, maior retenção água em períodos secos, arejamento em períodos húmidos, habitat para microrganismos, ..., EVITA EROSIÃO

pH...pode ser corregido na procura do equilibrio



Reacção do solo

pH = 7 -----solo neutro
pH > 7 -----solo alcalino
pH < 7 -----solo ácido

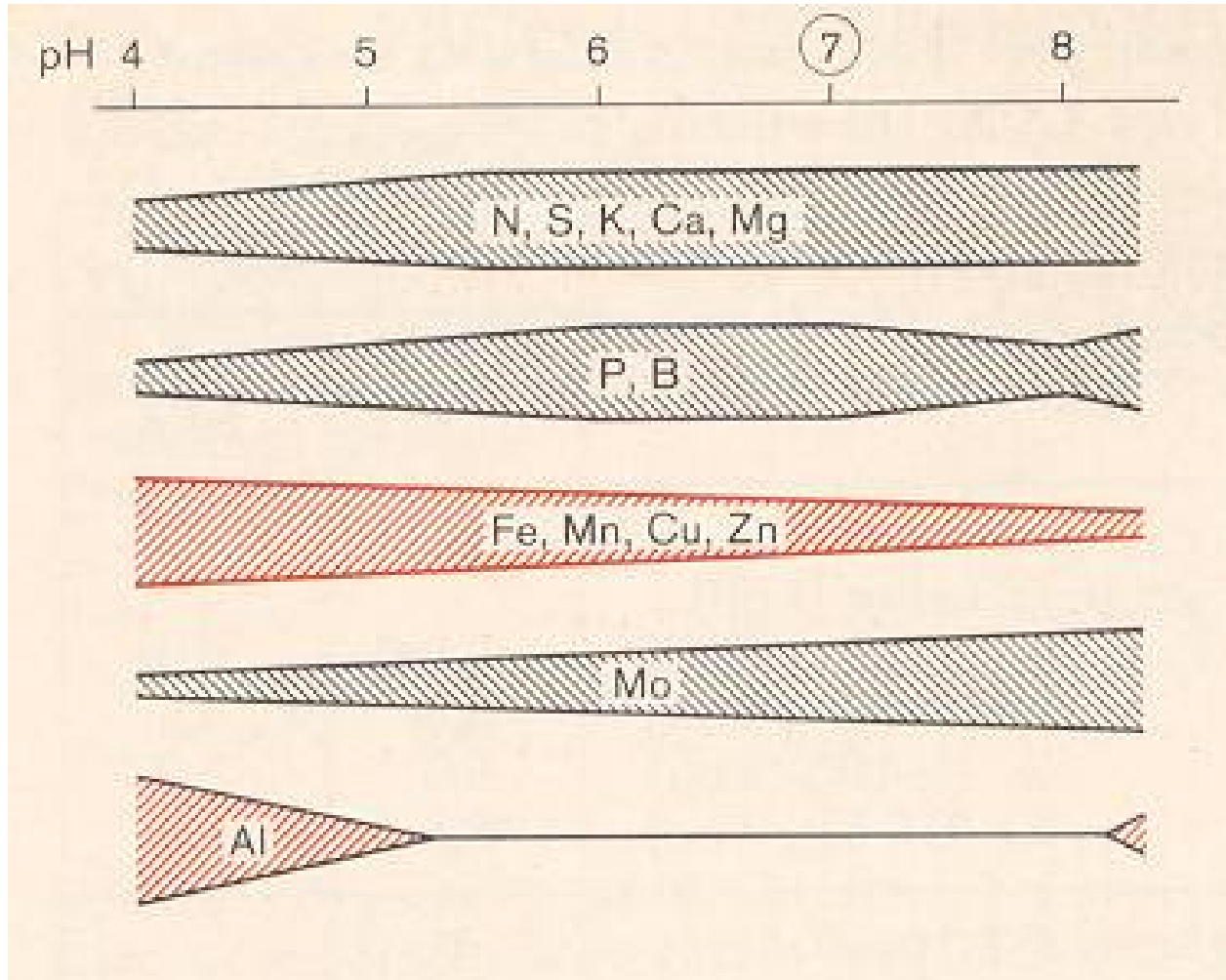
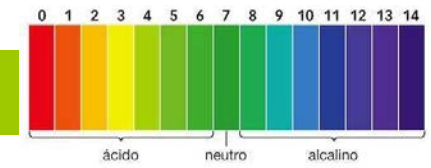
Efeitos do pH

- Disponibilidade de nutrientes
- Estrutura do solo (floculação)
- Vida microbiana
- Toxicidade do Al
- etc.

ótimo

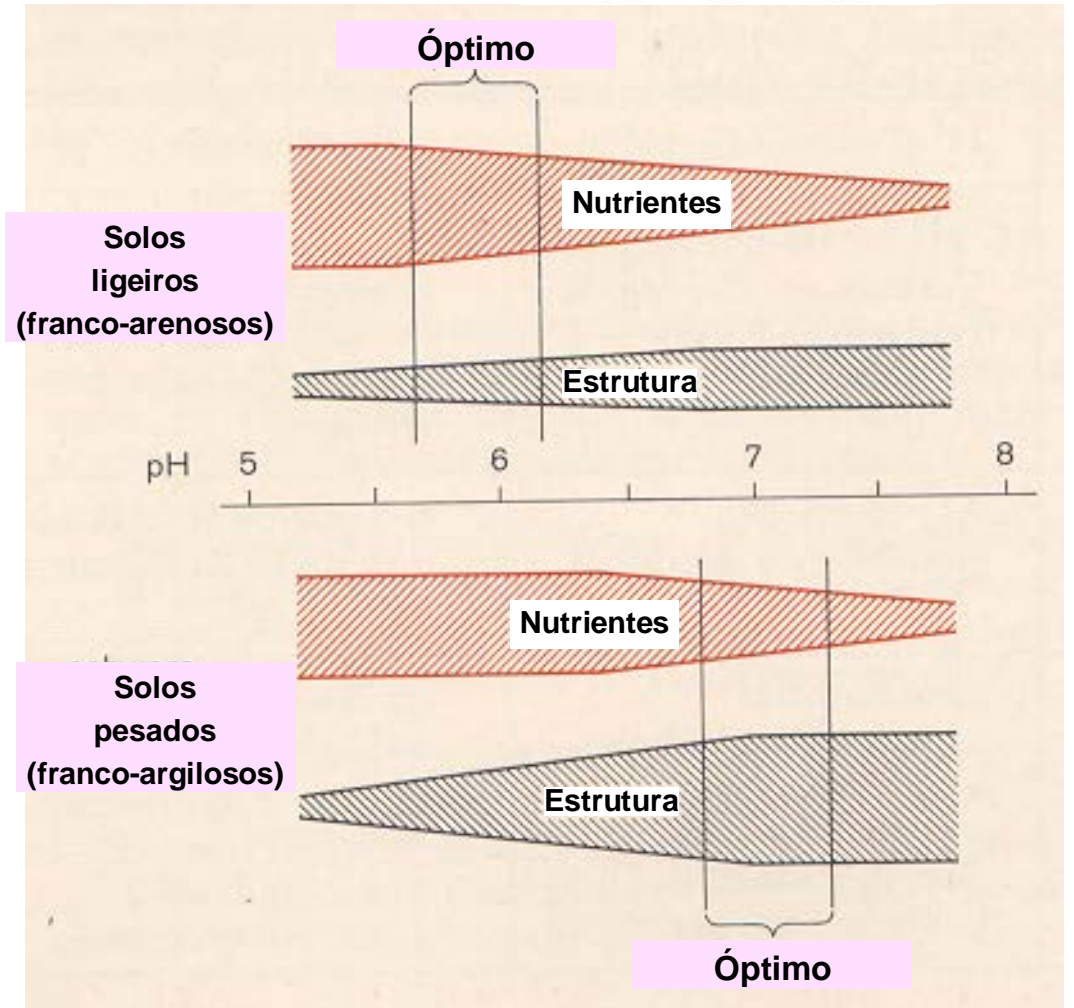
pH	Evaluación	Efectos esperables en el intervalo
< 4,5	Extremadamente ácido	Condiciones muy desfavorables.
4,5-5,0	Muy fuertemente ácido	Possible toxicidad por Al^{3+} y Mn^{++} .
5,1-5,5	Fuertemente ácido	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S. Suelos sin carbonato cálcico. El hormigón ordinario resulta atacado. Actividad bacteriana escasa.
5,6-6,0	Medianamente ácido	Intervalo adecuado para la mayoría de los cultivos.
6,1-6,5	Ligeramente ácido	Máxima disponibilidad de nutrientes.
6,6-7,3	Neutro	Mínimos efectos tóxicos. Por debajo de pH = 7,0 el carbonato cálcico no es estable en el suelo.
7,4-7,8	Medianamente básico	Suelos generalmente con $CaCO_3$.
7,9-8,4	Básico	Disminuye la disponibilidad de P y B. Deficiencia creciente de: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Suelos calizos. Clorosis férrica debida al HCO_3^- .
8,5-9,0	Ligeramente alcalino	En suelos con carbonatos, estos pH altos pueden deberse al $MgCO_3$, si no hay sodio intercambiable. Mayores problemas de clorosis férrica (Russell, 1978).
9,1-10,0	Alcalino	Presencia de carbonato sódico.
> 10,0	Fuertemente alcalino	Elevado porcentaje de sodio intercambiable (ESP > 15 %) Toxicidad: Na, B. Movilidad del P como Na_3PO_4 . Actividad microbiana escasa. Micronutrientes poco disponibles, excepto Mo.

Importância do pH e textura



Alteração dos teores em nutrientes

disponíveis em função do pH



Ótimo do pH de solos aráveis como resultado da combinação

de fatores **químicos e físicos**

Mat org como INDICADOR de QUALIDADE



A matéria orgânica pode afetar a estrutura do solo, através da porosidade, agregação e densidade aparente, bem como causar um impacto no conteúdo e transmissão de água, ar e calor, e da resistência do solo. A matéria orgânica exerce uma influência significativa nas propriedades químicas dos solos. Durante a decomposição da matéria orgânica, os nutrientes (especialmente N, P e S) são libertados para a reserva de nutrientes minerais.

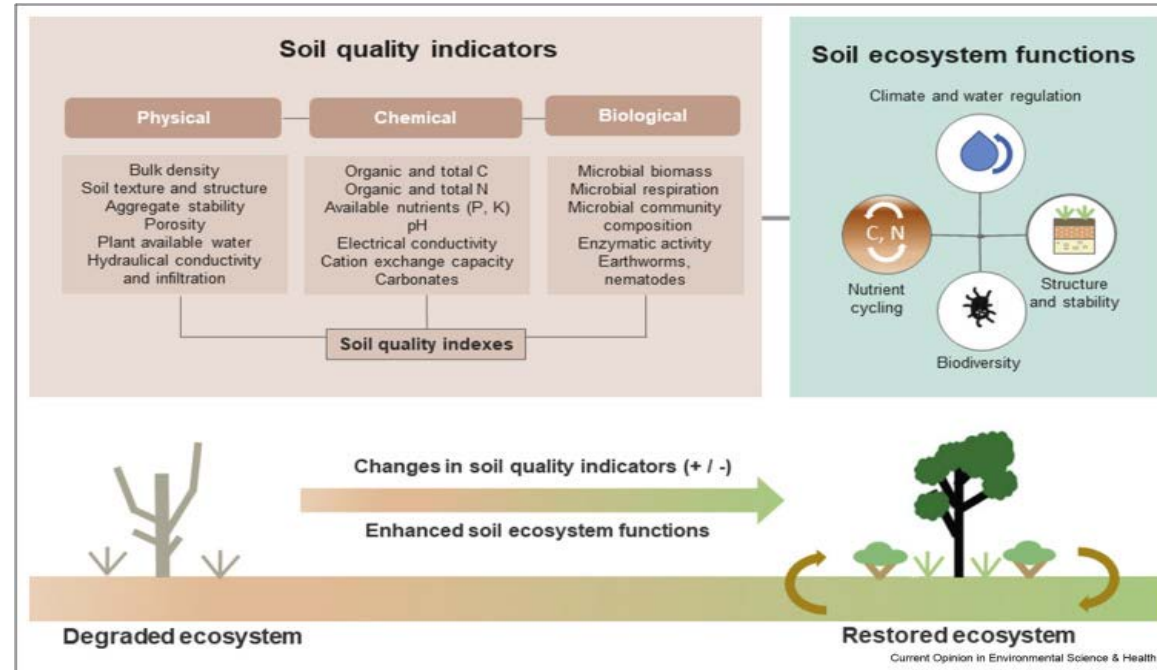
1-Relação C/N, disponibilidade de N. Elevado para FRESH e baixo para HUMUS. Rácio mais baixo maior produtividade do solo

Materia orgánica	C/N	Materia orgánica	C/N
Bacterias	4-5	Residuo de trébol	23
Hongos	9	Heno de alfalfa	25
Humus	8-12	Mantillo de bosque	30
Mantillo de jardín	12-15	Tallos y hojas de maíz	60
Alfalfa joven	12	Paja de trigo	80
Compost	15-20	Paja	90-110
Leguminosas maduras	20	Xenobióticos	120 y más
Estiércol maduro	20	Serrín	> 250

2-SOC lábil/SOC total. Informa sobre a produtividade do solo. É a fração do SOC total com as taxas de renovação mais rápidas. O pool lábil é constituído por micróbios vivos e seus produtos, para além da matéria orgânica do solo.

“Soil Quality” e Indicadores

Falamos assim da “Soil Quality”. A capacidade do solo para funcionar, sustentar a produtividade vegetal e animal, manter ou melhorar a qualidade da água e do ar e apoiar a saúde e a habitação humanas.

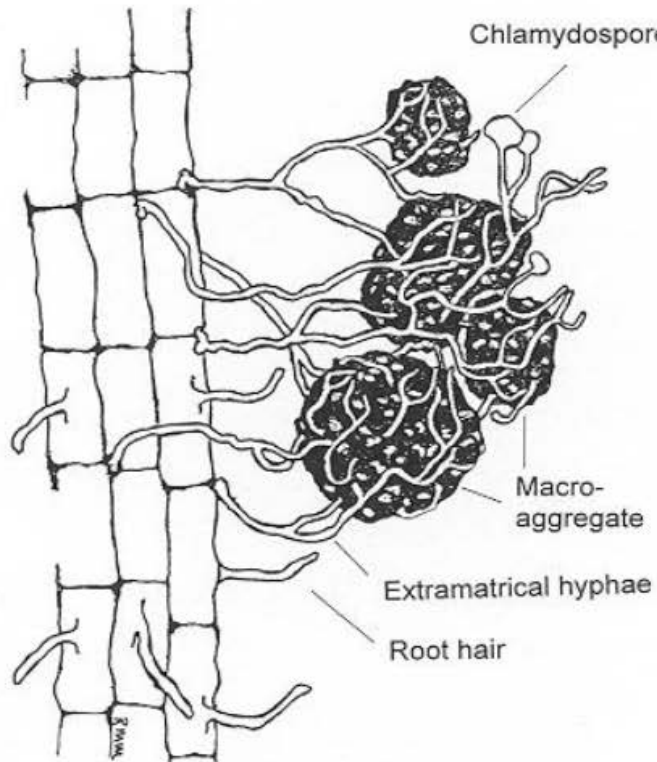


Soil quality indicators (SQIs) são atributos mensuráveis do solo que estão inter-relacionados e têm o efeito combinado de várias propriedades ou processos que afetam a capacidade de um solo para desempenhar uma função específica.

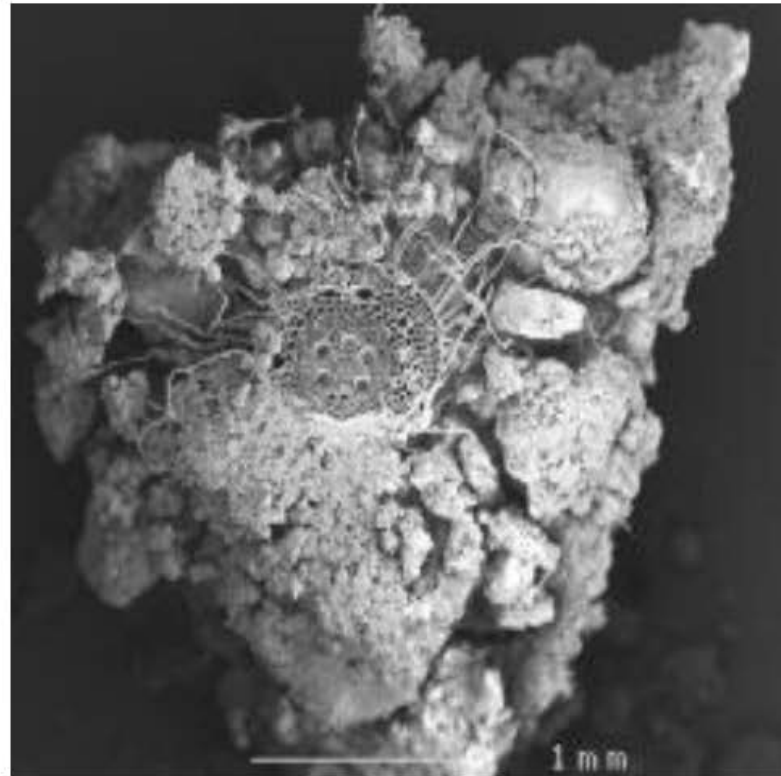
INDICADORES

Microbiologia de solos

Estabilidade Estrutural



Miller & Jastrow, 1992



Above: This electron micrograph shows a cross section of a wheat root and its rhizosphere, in which soil particles are held together by exudates from the root and root hairs. Photo: Michelle Watt et al. *Functional Plant Biology* (2005)

Existe uma correlação directa entre a estabilidade de macroagregados do solo e o comprimento das hifas (Tisdall, Oades 1980).

Funções

- Decomposição MO
- Agregação de partículas
- Estabilidade estrutural
- Interações – Mutualistas ...
- Fixação N
- Produção de compostos
- Degradação de xenobióticos
- Sequestro de C

I. Brito, Personnel communication

INDICADORES

Microbiología do solo. Exemplo práctico:

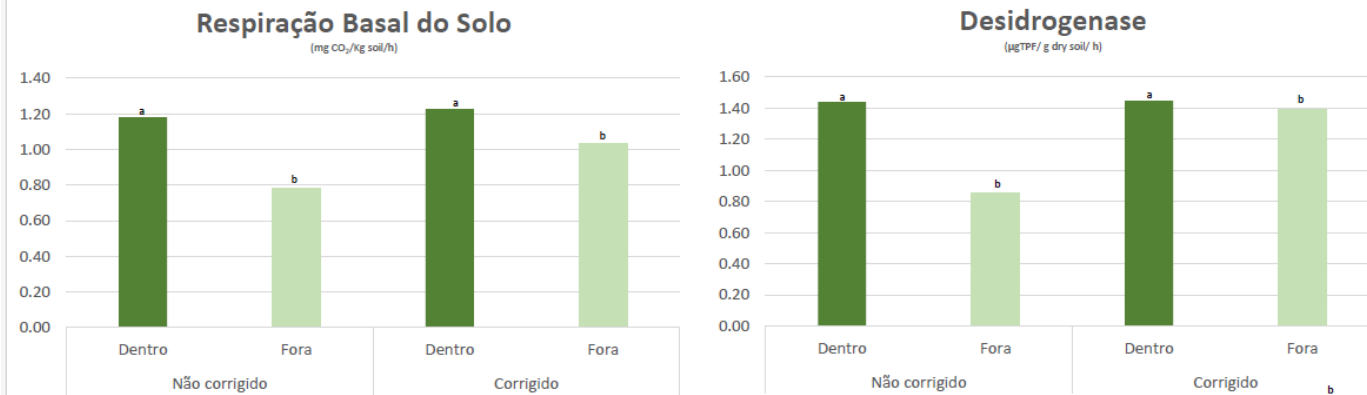


Desequilíbrio entre Baixo da Copa e Fora da Copa.

Olhem para a presença da Margaça

Solo de Montado com e sem calagem

(Nov. 2017 e Jun. 2019, 2 ton/ha)



- Dentro da copa sempre maior actividade microbiana
- Correção aumenta a actividade, não altera valores de forma significativa
- Correção diminui amplitude das diferenças entre dentro e fora da copa (aumento fora)

I. Brito, Personnel communication. Unpublished data

Indicadores. Exemplo prático

Dr. Oliveira Soares & Prof. M. Carvalho
Personnel communication

Her. Abegoaria_Dr. Caetano Oliveira Soares



Her. Abegoaria_No tillage >10years, Dolomitic limestone appl + ash + sewage sludge.

Neighbour Her. Abegoaria_Dr. Caetano Oliveira Soares



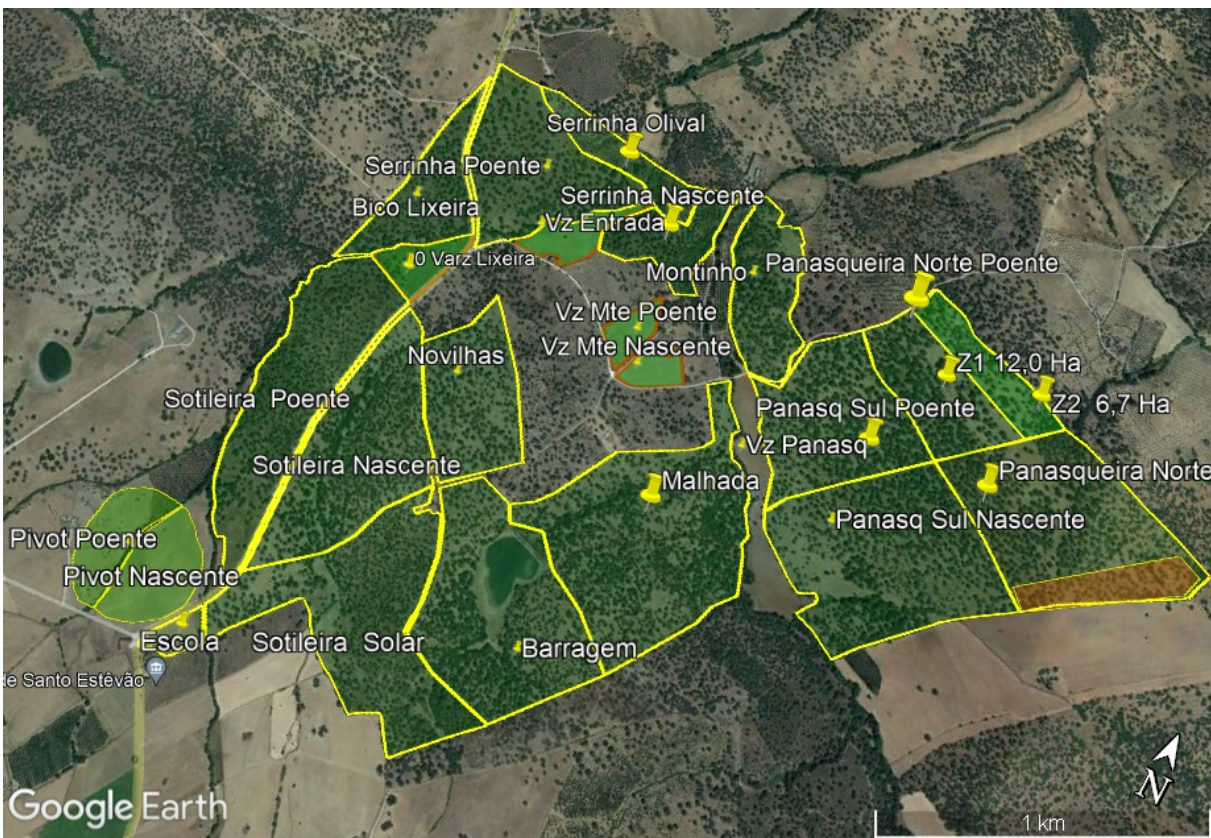
Her. Abegoaria_Neighbour. Tillage, No Dolomitic limestone

Melhor estrutura do solo, pH em equilíbrio facilita nutrição, maior conteúdo em Mat. Org., maior infiltração e retenção da água, maior produção vegetal,...., MENOR EROSÃO!!

além da Mitigação das alterações climáticas.

Indicadores. Exemplo prático

Francisco Guedes & Prof. M. Carvalho
Personnel communication



MANICURA na gestão. Dividir em folhas e aplicação/gestão dirigida

Indicadores. Exemplo prático

Luvisol-Px (Schist bedrock)

Sotileira poente is of interest. Soil type **Px**, Luvisol over schist

Px

Solos Mediterrâneos Pardos
de xistos ou grauvaques

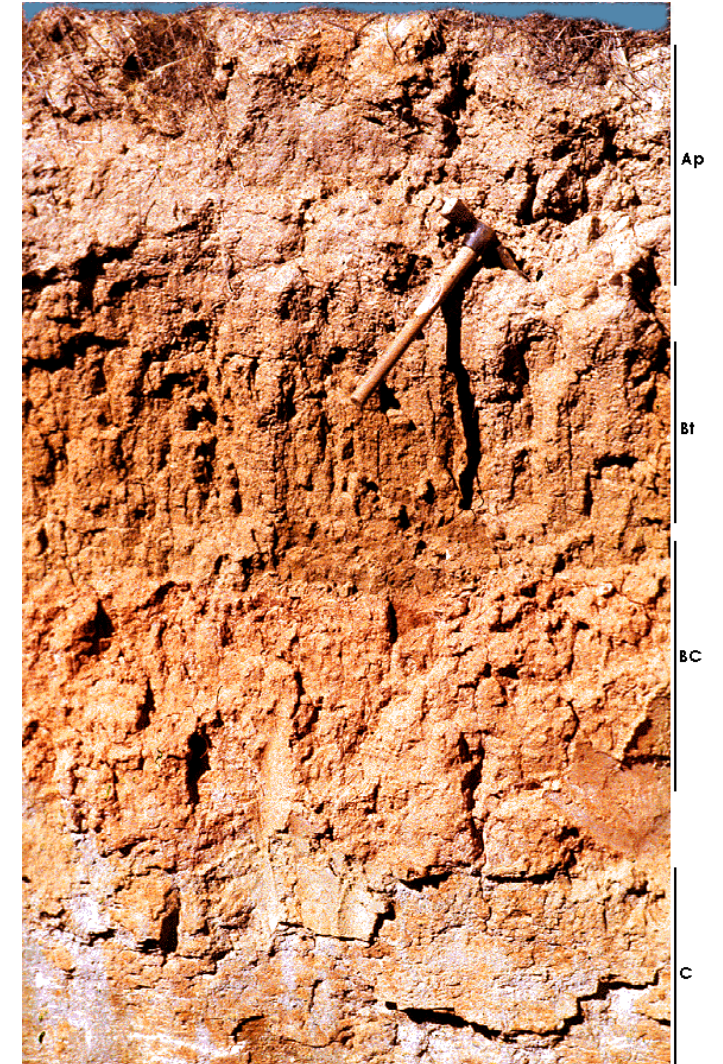
Horizonte A1 - 15 a 25 cm; pardo ou castanho, nalguns casos pardo-amarelado; franco ou franco-limoso; estrutura granulosa fina moderada a fraca; friável; pH 5,5 a 6,0.

Transição gradual para

Horizonte B - 10 a 30 cm; pardo ou pardo-amarelado; franco-limoso ou franco-argilo-limoso; estrutura anisoforme angular média moderada; notam-se películas de argila nas faces dos agregados; friável a firme; pH 5,5 a 6,5.

Transição gradual para

Horizonte C - Material originário: proveniente da meteorização de xistos argilosos, xistos cristalofílicos não básicos ou grauvaques, em geral com fragmentos da própria rocha.



MANICURA
na gestão

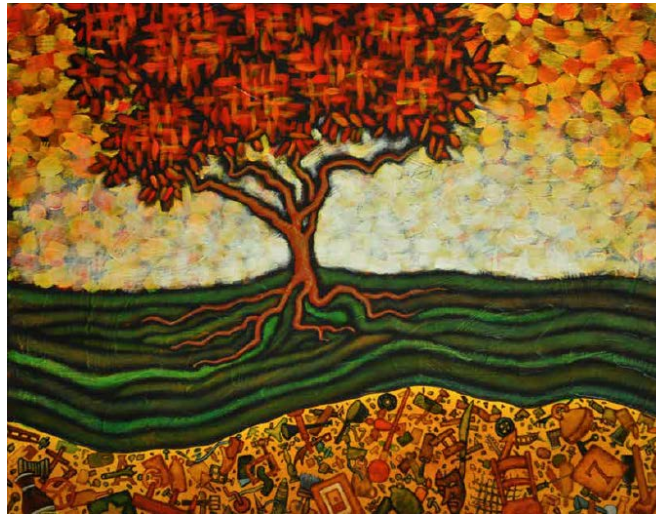


Mensagem CHAVE

- O SOLO como fator chave na MITIGAÇÃO das alterações climáticas e DESERTIFICAÇÃO**
- Cada TIPO DE SOLO tem os seus próprios atributos que desempenham diferentes funções no solo, podemos CORREGIR para melhorar ás funções.**
- Necessidade de conhecer o estado de saúde do solo e como as suas funções estão a interagir, precisamos MEDIR e obter Indicadores de Qualidade do Solo (SQI) simples e mensuráveis**
- CHAVE: aumento Mat. org, corrigir com “amendments”, equilíbrio na carga animal e minimizar arado melhora estrutura, diminuem compactação e por tanto o movimento da agua no solo.**
- Manter o coberto, minimizar erosão e participar na luta contra a DESERTIFICAÇÃO**

Obrigado

“O que mais há na terra, é paisagem. Por muito que do resto lhe falte, a paisagem sempre sobrou, abundância que só por milagre infatigável se explica, porquanto a paisagem é sem dúvida anterior ao homem, e apesar disso, de tanto existir, não se acabou ainda. Será porque constantemente muda: tem épocas no ano em que o chão é verde, outras amarelo, e depois castanho, ou negro. E também vermelho, em lugares, que é cor de barro ou sangue sangrado. Mas isso depende do que no chão se plantou e cultiva, ou ainda não, ou não já, ou do que por simples natureza nasceu, sem mão de gente, e só vem a morrer porque chegou o seu último fim. Não é tal o caso do trigo, que ainda com alguma vida é cortado. Nem do sobreiro, que vivíssimo, embora por sua gravidade o não pareça, se lhe arranca a pele, aos gritos.” (*Levantado do chão*. 1980. José Saramago.)



Acknowledgement to CESAM by FCT/MCTES (UIDP/50017/2020+UIDB/50017/2020+LA/P/0094/2020), to MED & CHANGE through FCT/MCTES (UIDB/05183/2020), & further acknowledge FCT for the funding of project SOILCOMBAT (PTDC/EAM-AMB/0474/2020) & POLLINATE (PTDC/EAM-AMB/1509/2021). I personally acknowledge to land owners, land technicians & associations of Alentejo region, and specially to Prof. Mário de Carvalho.