



Matéria Orgânica



Matéria Orgânica

A Matéria Orgânica do solo constitui um sistema complexo e heterogêneo, com uma dinâmica própria e integra diferentes grupos de substâncias.

Faz parte da fração sólida do solo, pode ocupar até 5 % do solo;

➡ Zonas frias e húmidas têm maior valor;

➡ Zonas quentes e secas têm menor valor, devido a elevados valores de degradação.



Matéria Orgânica

Origem e constituição da Matéria Orgânica do solo

A fracção orgânica do solo constitui um sistema muito complexo em que se encontram:

- Resíduos de plantas e animais em vários graus de decomposição;
- Produtos excretados pelos organismos vivos;
- Produtos de síntese, originados á custa dos anteriores;
- Microrganismos vivos que não é possível distinguir e separar do material orgânico morto;
- Estrumações e outros correctivos orgânicos (RSU, Lamas)



Matéria Orgânica

A matéria orgânica do solo é o conjunto de resíduos vegetais e animais, mais ou menos decompostos e transformados pela acção dos microrganismos.

A matéria orgânica do solo costuma ser encarada segundo dois critérios diferentes:

➡ **Critério Microbiológico (ou critério de Waksman)**

➡ **Critério Químico**



Matéria Orgânica

Critério de Waskman ou Critério Microbiológico

Para Waskman o húmus não é um complexo químico bem definido, mas sim um estado da matéria que deve identificar-se com a totalidade da matéria orgânica do solo. É um complexo heterogêneo de onde se podem isolar inúmeros compostos químicos.

O húmus divide-se em grupos específicos de constituintes – lenhinas, derivados e proteínas, sendo mais importantes os hidratos de carbono, gorduras, ceras e resinas.



Matéria Orgânica

Critério de Waskman ou Critério Microbiológico

Assim o húmus não é um complexo químico, mas sim um estado da matéria que deve identificar-se com a totalidade da matéria orgânica do solo.

Matéria orgânica = húmus

Segundo este critério a matéria orgânica (ou húmus) encontra-se em permanente estado de modificação, logo tem carácter dinâmico.



Matéria Orgânica

Critério Químico

Neste critério podem distinguir-se na matéria orgânica do solo três grupos fundamentais de constituintes:

MATERIA ORGÂNICA = material originário do húmus + substâncias que acompanham o húmus + húmus.



Matéria Orgânica

Material originário do húmus ou material orgânico não decomposto:

Tem aproximadamente a mesma composição dos tecidos vivos de onde provêm (hidrocarbonetos, compostos azotados, fósforo e enxofre, sais minerais livres tais como Ca, M, K, Na, ...).

Todas estas substâncias tem as mesmas características – são moléculas grandes e muito complexas.



Matéria Orgânica

Material originário do húmus ou material orgânico não decomposto:

No entanto diferem na velocidade da sua decomposição:

Aminoácidos, açúcares, celulosas e proteínas – decompõem-se rapidamente;

Lenhinas, matérias gordas, resinas, taninos – decompõe-se



Matéria Orgânica

Características:

- Têm composição química definida;
- São incolores ou fracamente corados;
- É da sua transformação por processo químico – biológico que se origina o húmus.



Matéria Orgânica

Substâncias que acompanham o húmus ou material orgânico em transformação:

São produtos resultantes da decomposição dos compostos anteriores e do metabolismo dos microrganismos, constituindo alguns, as unidades das quais se forma a partícula húmica.

A sua natureza química é muito variada.

É a partir de alguns dos seus constituintes



Matéria Orgânica

Húmus:

É o produto da transformação do material orgânico do solo (evolução dos resíduos orgânicos incorporados no solo).

É a fracção coloidal da matéria orgânica obtida por síntese microbiana e química a partir da matéria orgânica vegetal e animal.

É a fracção activa da matéria orgânica;



Matéria Orgânica

Características:

- Resistência á decomposição;
- Cor escura;
- Natureza heterogénea;
- Propriedades coloidais;



Matéria Orgânica

Quimicamente o húmus é muito complexo, podendo admitir-se que é constituído por 3 fracções, em geral designadas:

- ❖ Ácidos Húmicos;
- ❖ Ácidos Fúlvicos
- ❖ Humina



Matéria Orgânica

Ácidos Húmicos (28 a 60%)

- É a fracção da matéria orgânica dispersável em soluções diluídas de alcalis ou de certos sais (a frio) e que flocula por soluções diluídas de ácidos minerais;
- São constituídos essencialmente por Carbono, Oxigénio, Hidrogénio e Azoto – unidos em múltiplas combinações constituindo estruturas complexas;



Matéria Orgânica

Ácidos Húmicos (28 a 60%)

- Os compostos minerais mantêm-se adsorvidos pela partícula húmica que se liga mais ou menos fortemente às partículas argilosas formando os complexos argilo-húmicos – os complexos ligam-se por iões de cálcio e de sesquióxidos de ferro ou alumínio;
- Formam-se em meio mais arejado e menos



Matéria Orgânica

Propriedades dos Ácidos Húmicos:

- Constituem facilmente sistemas coloidais;
- Elevada capacidade de troca catiónica (presença de Carboxilos e Oxidrilos);
- Grande poder tamponizante;
- São electronegativos;
- São moderadamente hidrófilos;
- São bastante expansíveis, originando areados esponjosos



Matéria Orgânica

Nos Ácidos Húmicos é frequente distinguirem-se:

- ❖ **Ácidos hematomelânicos:** formas menos polimerizadas, pouco estáveis e pouco ricas em cedência de substâncias alimentares;
- ❖ **Ácidos húmicos pardos:** mais polimerizados e com maior ligação á argila;
- ❖ **Ácidos húmicos cinzentos:** os mais férteis e mais ricos.



Matéria Orgânica

Ácidos Fúlvicos (20 a 40%)

- Substâncias húmicas que permanecem dispersas após floculação dos ácidos húmicos por acidificação do seu estrato.
- Aparecem em solos com meio ácido, pouco arejáveis.
- Semelhantes aos ácidos húmicos mas menos polimerizados.
- Apresentam cor amarelada, dispersam em água e são decompostos pelo brometo de acetilo.
- Não se ligam à argila.



Matéria Orgânica

Humina (20 a 32%)

- Fracção não dispersável por soluções diluídas de Alcalis a frio.
- Fortemente unida aos minerais de argila.
- Ocupa posição intermédia entre ácidos húmicos



Matéria Orgânica

Funções da Matéria Orgânica no solo

- ✓ Reserva e fornecedor de nutrientes á planta* (Azoto, Fósforo, ..., micronutrientes);
- ✓ Complexa elementos tóxicos para a planta* (Cu, Al, Mn) => diminuição da toxicidade de Al em solos ácidos;
- ✓ Aumenta o poder tampão *;
- ✓ Aumenta a retenção e o volume de água utilizável* (esponja);
- ✓ Aumenta a Capacidade de Troca Catiónica (C.T.C)



Matéria Orgânica

Funções da Matéria Orgânica no solo

- ✓ Aumenta a temperatura do solo (cor mais escura);
- ✓ Melhora a estrutura do solo;
- ✓ Torna mais fáceis de trabalhar os solos pesados;
- ✓ Nos solos pesados facilita a penetração das raízes;



Matéria Orgânica

Funções da Matéria Orgânica no solo

- ✓ Dá vida ao solo* – (microrganismos – retiram da M.O. energia para viverem e libertarem nutrientes para as plantas) – substrato para a vida microbiana;
- ✓ Diminuição da plasticidade e coesão *;
- ✓ Factor de alteração mineral;
- ✓ Factor de agregação do solo* – permeabilidade



Matéria Orgânica

Decomposição dos resíduos orgânicos do solo: mineralização e humificação

Os resíduos no solo, uma vez nele incorporados e com actividade biológica favorável, são atacados por microrganismos que em conjunto com os factores ambientais provocam alterações mais ou menos profundas.

Em resultado dessas acções ocorrem dois processos fundamentais de características opostas:

Mineralização

Humificação



Matéria Orgânica

Mineralização

Processo de “destruição”, desorganização da estrutura dos resíduos e transformação dos seus constituintes em compostos mais simples, solúveis ou gasosos (substâncias minerais, amoníaco, anidrido carbónico, água, etc., ...

É um processo essencialmente biológico; afectada pela razão C/N dos resíduos orgânicos.



Matéria Orgânica

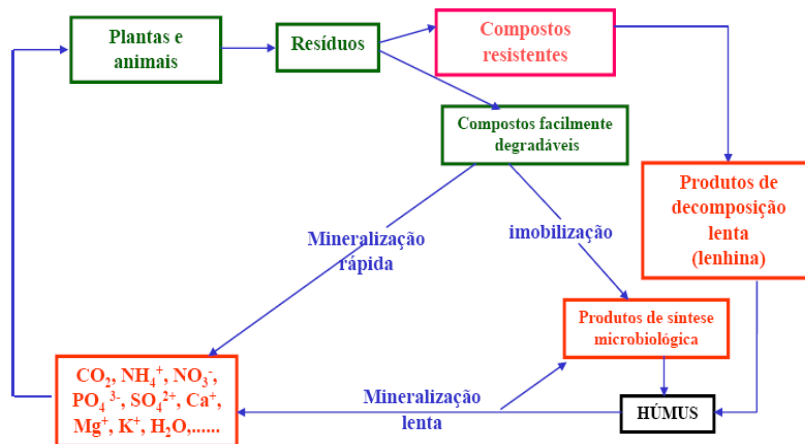
Humificação

Processo conservador que origina complexos coloidais, estáveis e resistentes á decomposição (complexos húmicos).

Responsável pela acumulação de M.O. no solo.

Pode ser química (abiológica) – meios ácidos e mal arejados, mas em geral é de natureza químico-biológica.

Matéria Orgânica



Matéria Orgânica

Este processo evolutivo depende de numerosos e variados factores que controlam a actividade microbiana do solo:

- Climas – temperatura e humidade;
- Tipo de solo – textura, estrutura e rocha-mãe
- Tipo de resíduos;
- Tipo de microrganismos presentes.



Matéria Orgânica

Temperaturas elevadas

Bom arejamento

Humidade suficiente

Resíduos vegetais jovens e ricos
em azoto

acumulação de matéria

orgânica ± humificada



Para cada solo e clima, atinge-se uma quantidade de matéria orgânica estável (húmus), quando a taxa de humificação é igual á taxa de mineralização.



Matéria Orgânica

A humificação é um processo bastante complexo, desenvolvendo-se essencialmente em duas fases:

1º Decomposição dos resíduos e criação de unidades estruturais;

2º Síntese da molécula primária das substâncias húmicas.



Matéria Orgânica

Formação do húmus

1º Fragmentação e decomposição dos resíduos

- a) Grande proliferação de microrganismos;
- b) Consumo de compostos energéticos (açúcares, amido, proteínas);
- c) Concentração de produtos resistentes à biodegradação (óleos, lenhina);
- d) Concentração de produtos de síntese microbiana;

2º Reagrupamento, condensação e polimerização de c) e d) e formação de molécula húmica;



Matéria Orgânica

Características do húmus

- Forma colóides húmicos, com carga – capazes de adsorver á superfície diversos catiões – Ca, Mg, K, Na, ..., impedindo o seu arrastamento pelas águas de percolação e constituindo uma reserva mineral para as plantas;
- Tem grande poder tamponizante – dificulta a mudança de reacção do solo e impede que atinja valores extremos;
- Inibe certas substâncias tóxicas;
- Contribui com hormonas e vitaminas para o estímulo do crescimento vegetal.



Matéria Orgânica

O húmus também influencia determinadas propriedades físicas dos solos:

- Aumenta a capacidade de adsorção das radiações caloríficas pelo solo, devido á cor escura que lhe confere;
- Retenção de água \Rightarrow corrige o fraco poder de retenção para a água dos solos grosseiros;
- Variação do seu volume consoante o seu teor em água;
- Coesão e adesividade fracas;



Matéria Orgânica

O húmus também influencia determinadas propriedades físicas dos solos:

- Susceptíveis de dispersão e floculação;
- Nos solos argilosos contribui para formar estruturas favoráveis



melhoria das condições de drenagem, arejamento e de desenvolvimento radicular e de cultivo.



Matéria Orgânica

Propriedades do húmus

- ❖ Material amorfo, extraordinariamente poroso e de fraca densidade;
- ❖ Fortemente higroscópico e com elevado poder de retenção de água;
- ❖ Sofre grandes variações de volume consoante o seu teor em água;
- ❖ Tem coesão e adesividade fracas;
- ❖ Os colóides húmicos são electronegativos e tem grande capacidade de troca catiónica;
- ❖ Tem poder tamponizante;
- ❖ São susceptíveis de dispersão e de floculação.



Matéria Orgânica

Colóides minerais e orgânicos do solo



complexos argilo – húmicos

No solo, estabelecem-se ligações mais ou menos íntimas entre colóides minerais e orgânicos do solo.

Estes complexos constam de núcleos centrais minerais (partículas de argila) recobertos por matérias húmicas.



Matéria Orgânica

FACTORES QUE AFECTAM A TAXA DE DECOMPOSIÇÃO DA M.O.

- Arejamento (maior arejamento maior taxa de degradação da M.O.)
- Humidade (maior humidade, menor degradação da M.O.)
- Temperatura (intervalo mais favorável 25 – 40°C)



Matéria Orgânica

Caracterização da Matéria Orgânica do solo

Pelo critério microbiológico, que considera o húmus como um estado da matéria e o identifica com a matéria orgânica total do solo, a matéria orgânica é caracterizada por uma análise imediata.

Os autores que defendem o critério químico, caracterizam a matéria orgânica a partir do fraccionamento do húmus ou pela determinação de certas constantes químicas, nomeadamente o grau de decomposição e o factor de estabilidade.



Matéria Orgânica

Caracterização da Matéria Orgânica do solo

Além dos processos de caracterização da matéria orgânica do solo acabados de referir, podem também incluir-se métodos de caracterização:

determinação da matéria orgânica total
a determinação da razão carbono / azoto.



Matéria Orgânica

Caracterização da Matéria Orgânica do solo

Determinação da matéria orgânica total:

O método mais usual para avaliar a matéria orgânica total do solo consiste em determinar o carbono orgânico total e multiplicar o valor que lhe corresponde por 1,724.

Este método foi estabelecido admitindo que a matéria orgânica tem 58% de carbono.

$$\text{Mat. Org. Total} = 1,724 * \text{Carbono Orgânico Total}$$



Matéria Orgânica

Caracterização da Matéria Orgânica do solo

Determinação da razão carbono / azoto

A razão carbono / azoto é o quociente de carbono orgânico total pelo azoto orgânico total (ambos determinados directamente em amostras de solo sem se separar a matéria orgânica da matéria mineral).

Com a razão C/N não só se pretende definir tipos de matéria orgânica característicos de diferentes solos, mas também avaliar o grau de alteração da própria matéria orgânica.



Matéria Orgânica

Caracterização da Matéria Orgânica do solo

Determinação da razão carbono / azoto

O azoto no solo aparece devido á decomposição dos resíduos orgânicos pelos microrganismos:

Maior decomposição da M.O. => maior cedência de N á planta;

Maior decomposição da M.O. => menor relação C/N;

Para cada complexo clima - vegetação - solo tende a estabelecer-se uma razão C/N



Matéria Orgânica

C/N > 30	Em solos com transformação de resíduos lenta e em horizontes orgânicos de solos minerais. Os microrganismos não mineralizam o azoto orgânico, entrando assim em competição com as plantas pelo azoto disponível no solo Ex: (palhas) muito pobres em N, mobilizando as reservas do solo
C/N 20-30	N suficiente para a mineralização da M.O., mas não aumenta muito os níveis de N no solo (estrume bem curtido).
C/N <20	N mais que suficiente para a mineralização da M.O., aumentando os níveis de N no solo.



Matéria Orgânica

RELAÇÃO C/N

Húmus	10
Trevo	12
Estrume curtido	20
Ferrejo	36
Restolho de milho	60
Palha	80



Matéria Orgânica

Conservação da Matéria Orgânica do solo

São os microrganismos e outros organismos do solo os responsáveis pela decomposição da matéria orgânica dos solos.

O solo é habitado por enorme variedade de microrganismos:

- Vegetais
- Animais;
- Organismos animais que vão de dimensões “sub microscópicas” a dimensões medias ou mesmo relativamente grandes (macrofauna).



Matéria Orgânica

A acção microbiana do solo depende, entre outros factores de:

- Temperatura;
- Arejamento;
- Condições de humidade;
- Reacção e teor em elementos nutritivos;
- Competição e antagonismos que se estabelecem entre os próprios grupos de microrganismos.



Matéria Orgânica

A microflora inclui:

Organismos autotróficos que são capazes de obter do anidrido carbónico a totalidade do carbono para as suas células e da oxidação de compostos inorgânicos energia para o seu desenvolvimento e actividade;

Organismos heterotróficos, que obtêm a maior parte do carbono de compostos orgânicos e energia da decomposição dos mesmos. Estes últimos desempenham papel fundamental na decomposição dos resíduos orgânicos e formação do húmus.



Matéria Orgânica

As bactérias são o grupo mais importante de organismos do solo:

Bactérias aeróbias obrigatórias que obtêm o seu oxigénio do ar e só sobrevivem em solos arejados,

Bactérias anaeróbias obrigatórias que não necessitam de oxigénio gasoso pelo que se encontram em solos compactos e/ou com drenagem deficiente. Tem menor actividade que as anteriores;

Bactérias anaeróbias facultativas constituem o grupo mais importante, e actuam tanto num caso como noutro.



Matéria Orgânica

Os actinomicetas são geralmente aeróbios, provavelmente todos heterotróficos. São mais vulgares em solos quentes que em solos frios e em solos secos que em solos húmidos.

Os fungos podem atingir no solo uma massa total superior á das bactérias. São provavelmente todos heterotróficos e, em certas condições, parecem ser dos organismos do solo mais aptos para decompor a lenhina. São em geral, menos exigentes em Cálcio e mais tolerantes á acidez do que as bactérias.



Matéria Orgânica

As algas incluem espécies que provavelmente realizam fotossíntese e algumas fixam o azoto do ar. Desenvolvem-se principalmente na camada superficial dos solos encharcados.

A microfauna do solo inclui principalmente protozoários, nemátodes e ainda microartropodes.

A macrofauna é constituída principalmente por anelídeos, artrópodes e alguns animais.



Matéria Orgânica

PRINCIPAIS TIPOS DE MATÉRIA ORGÂNICA NOS SOLOS

Os tipos geralmente mais reconhecidos em solos de drenagem normal são o MULL, MODER e o MOR e formados em condições de saturação de água, permanente ou durante períodos suficientemente prolongados, as TURFAS e o ANMOOR.



Matéria Orgânica

TIPO MULL

É um tipo de matéria orgânica intimamente associada à matéria mineral do horizonte A, que vai decrescendo de concentração com a profundidade.

Apresenta agregação de variável nitidez e estabilidade e em geral tem um pH superior ao do MOR.

TIPO MODER:

Tipo intermédio entre o mull e o mor.

Normalmente com pH entre 6 e 7.



Matéria Orgânica

TIPO MOR

Este tipo de matéria orgânica é típico dos podzois, das florestas resinosas, sob climas temperados frios.

É húmido e muito pobre em bases.

O pH é inferior a 5 e a relação C/N varia entre 20 a 40 com a profundidade.



Matéria Orgânica

TIPO ANMOOR

É característico de certos solos com horizonte glei, de toalha freática pouco profunda.

O material orgânico transformado e parcialmente humificado esta intimamente misturado com material argiloso.



Matéria Orgânica

TURFAS

Formam-se em condições de saturação de água permanente, ou pelo menos, durante grande parte do ano.

A actividade microbiana é limitada e a decomposição da matéria orgânica é muito lenta, de modo que acumula sob a forma de resíduos pouco transformados e produtos intermediários, abundando a lenhina.

Os materiais turfosos têm vulgarmente 30% até mais de 90% de matéria orgânica.



Matéria Orgânica

Classificação	Teor de Matéria Orgânica (gkg ⁻¹ solo)	
	Textura Grosseira	Textura Fina
Muito Baixo	≤ 5	≤ 10
Baixo	6 – 15	11 – 20
Médio	16 – 30	21 – 40
Alto	31 – 45	41 – 60
Muito Alto	> 45	> 60