

BIORREMEDIAÇÃO : FUNDAMENTOS

**MICROORGANISMOS E DEGRADAÇÃO
DE PRODUTOS POLUENTES NO SOLO E NA ÁGUA**

CONCEITOS DE BIORREMEDIAÇÃO

Processo de tratamento que utiliza ocorrência natural de microrganismos para degradar substâncias toxicamente perigosas em substâncias menos tóxicas ou não tóxicas.

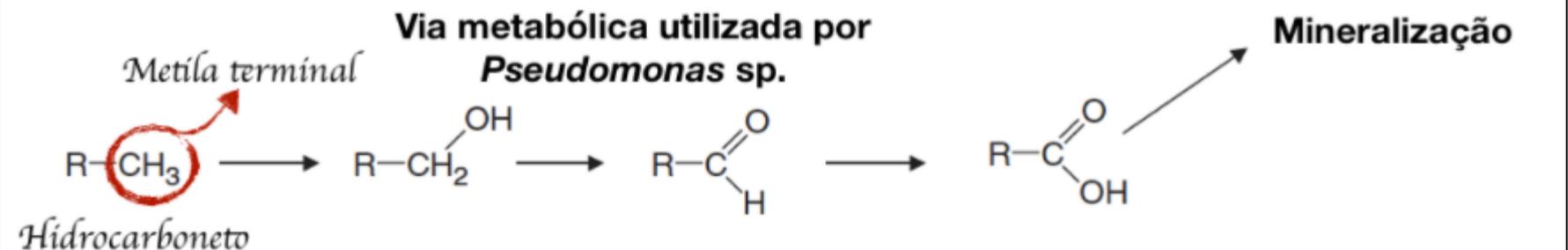
Processo ou estratégia que busca descontaminar o solo ou outros ambientes contaminados, fazendo uso de microrganismos (fungos, bactérias etc.).

Estratégia ou processo que emprega microrganismos para detoxificar contaminantes no solo e cursos de água.

Um exemplo real:

Entre os **exemplos bem-sucedidos do uso desses microrganismos no combate aos poluentes** podemos citar o desastre ocorrido em 1989 com o navio Exxon Valdez na costa do Alasca. Neste acidente houve o **vazamento de 42 mil toneladas de petróleo no oceano**. A petrolífera fez uso da biorremediação utilizando cerca de 48 toneladas de **fertilizantes para aumentar a população natural de bactérias** capazes de degradar o petróleo e, após três anos, a **área contaminada** representava apenas **1% da extensão original**.

O **petróleo** é classificado como um **hidrocarboneto** e os **microrganismos o utilizam como fonte de carbono e/ou energia, degradando esse composto em dióxido de carbono e água** (mineralização). A via de degradação geral é a da oxidação do grupo metila terminal ao seu correspondente ácido carboxílico, possivelmente por meio de vários intermediários que finalmente se mineralizam, como podemos observar na via metabólica abaixo:



“Bioestimulação”

BIORREMEDIÇÃO

- Processo de degradação de produtos tóxicos ao ambiente realizado por microrganismos

- Os produtos tóxicos são mineralizados e integrados aos ciclos biogeoquímicos naturais

Produtos poluentes do solo

Natureza agrícola:

Herbicidas

Inseticidas

Fungicidas

Natureza Industrial:

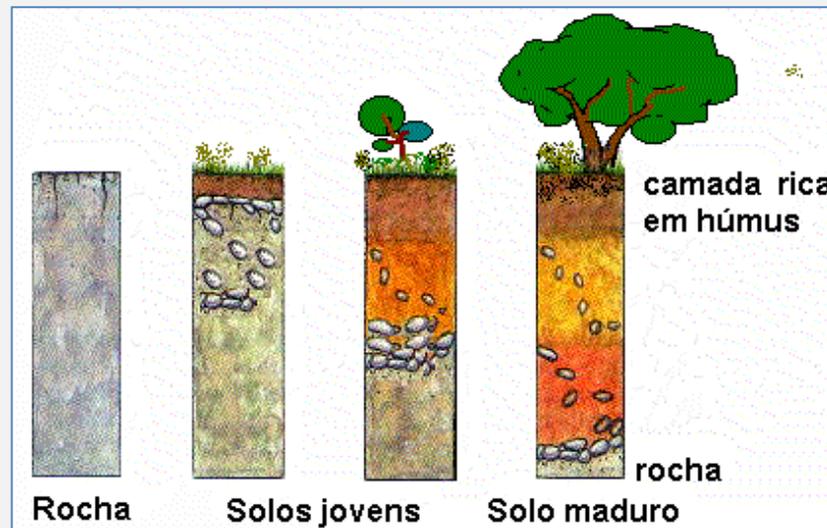
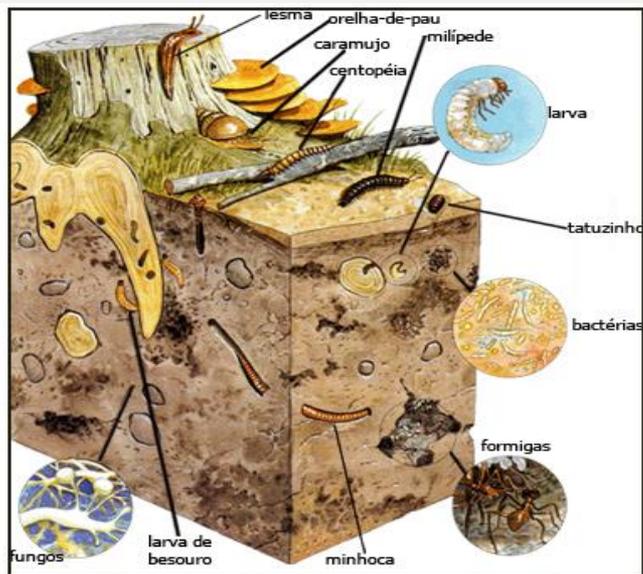
Resíduos químicos

COMPONENTES DO SOLO

Componentes
físicos

e

Componentes
vivos



INTEMPERIZAÇÃO

Intemperização:
transformação de rocha em solo

COMPONENTES DO SISTEMA SOLO

. Solo: ambiente complexo constituído por parte física e por seres vivos

. Componentes físicos:

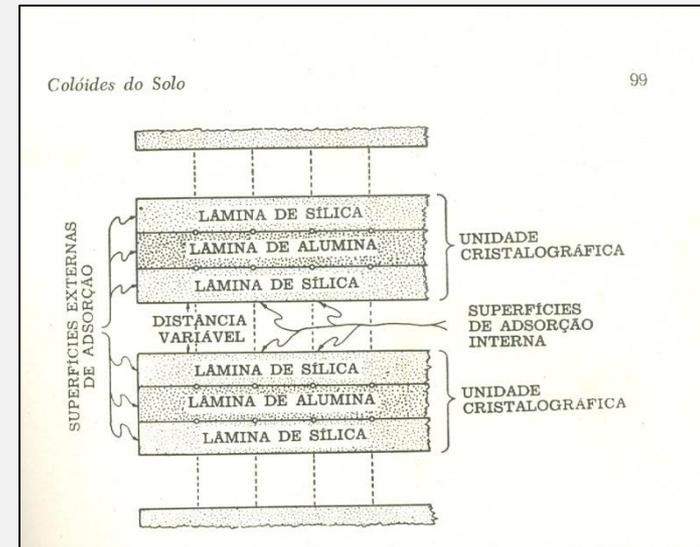
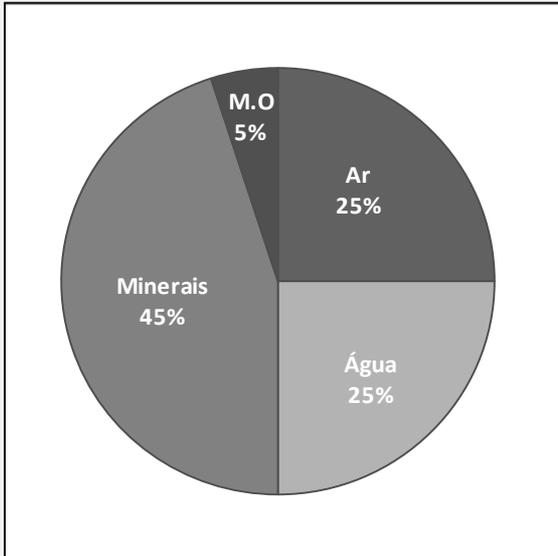
- material mineral (argila, silte e areia)

- porosidade preenchida por ar ou água

- matéria orgânica



Componentes físicos do solo



Representação cristal argila
(montmorilonita)

Quatro classes de partículas inorgânicas constituintes do solo

Fração	Nome	Dimensão
Muito grossa	Pedra e cascalho	Macroscópica
Grossa	Areias	Macroscópica
Fina	Silte	Microscópica
Muito Fina	Argilas	Microscópica

MICROORGANISMOS

- . Em ecologia, o termo *microbiota* expressa o conjunto dos microrganismos que vivem em um determinado ecossistema
- . Microbiota do solo: composta por diversidade de fungos, bactérias, protozoários, algas
- . Populações microbianas: responsáveis pelos processos de reciclagem
- . Microrganismos decompositores: destaque para populações de fungos e bactérias



População microbiana do solo

Organismo	Nº estimado/g de solo
Bactérias	3.000.000 a 500.000.000
Actinomicetos	1.000.000 a 20.000.000
Fungos	5.000 a 900.000
Leveduras	1.000 a 100.000
Algas	1.000 a 500.000
Protozoários	1.000 a 500.000
Nematóides	50 a 200

Estimativa: 1ha (camada 15 cm) contém 0,5 – 4 toneladas de microrganismos

Microrganismos são nutricionalmente exóticos



PROCEDIMENTOS PARA APLICAÇÃO DA BIORREMEDIAÇÃO

ESCOLHA DO MICRORGANISMO

. Disponibilidade do microrganismo

- previamente conhecido
- produzido em larga escala

. Seleção microrganismo

- isolado na presença do produto alvo
- produção massal
- incorporação ao solo

ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO

. Introdução no solo de microrganismos escolhidos (disponível ou selecionado)

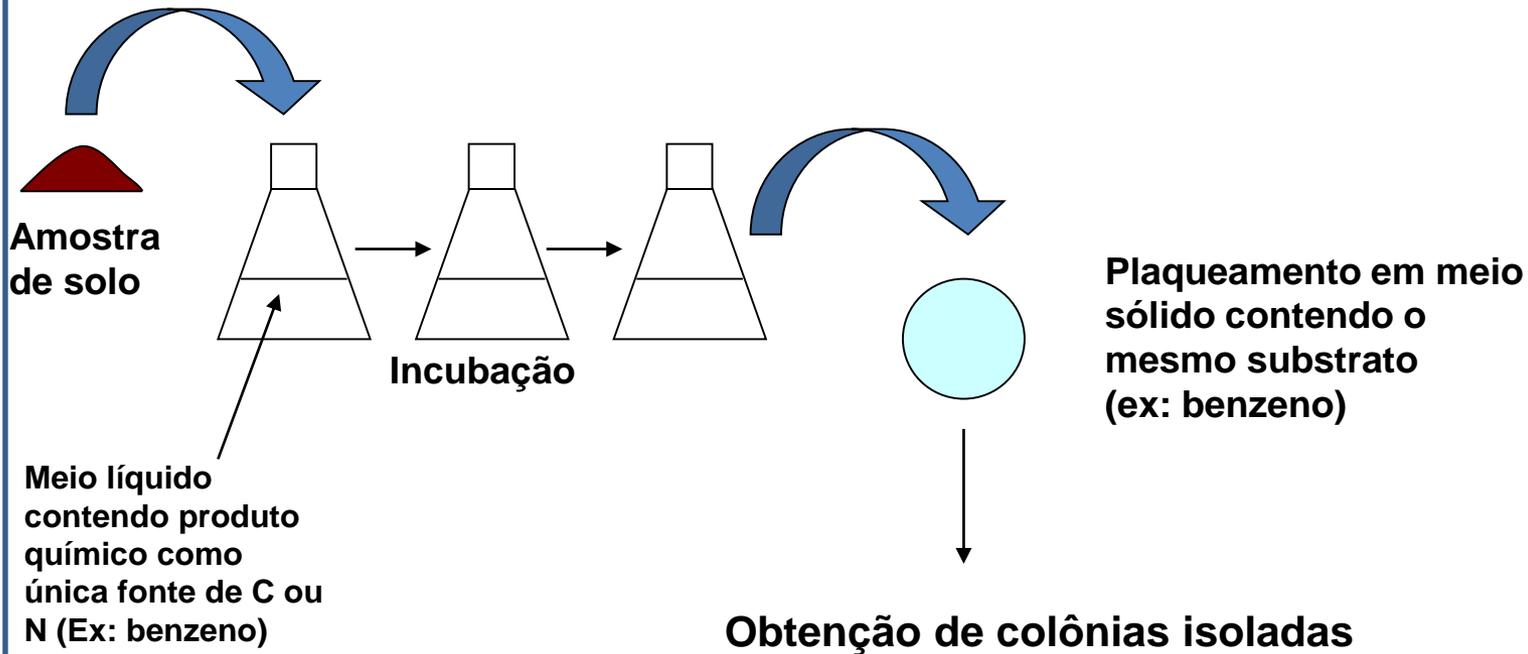
. Estimulo geral à microbiota nativa ou a uma população específica

- nutrientes (principalmente N e P)
 - matéria orgânica
 - aeração

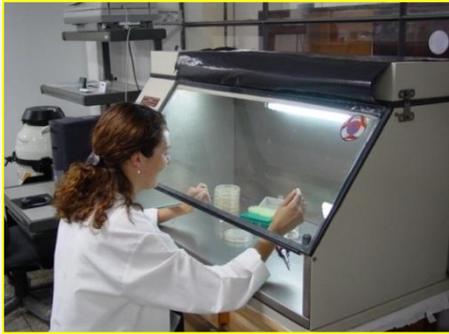
Seleção de espécies para degradação produtos poluentes

Técnica do enriquecimento:
É mais qualitativa que quantitativa

Revela microrganismos específicos



Seleção de espécies para degradação de produtos



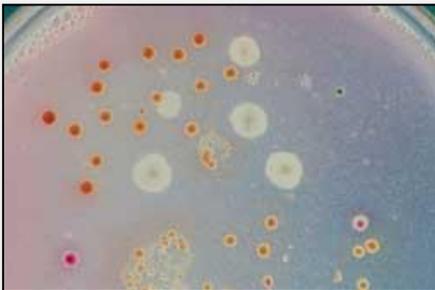
Testes do poder de degradação:

**Solo contaminado em
grandes recipientes**

**Adição de microrganismos
selecionados**

**Monitoramento do nível do
poluente ao longo do
tempo (degradação)**

**Escolha dos melhores
microrganismos**



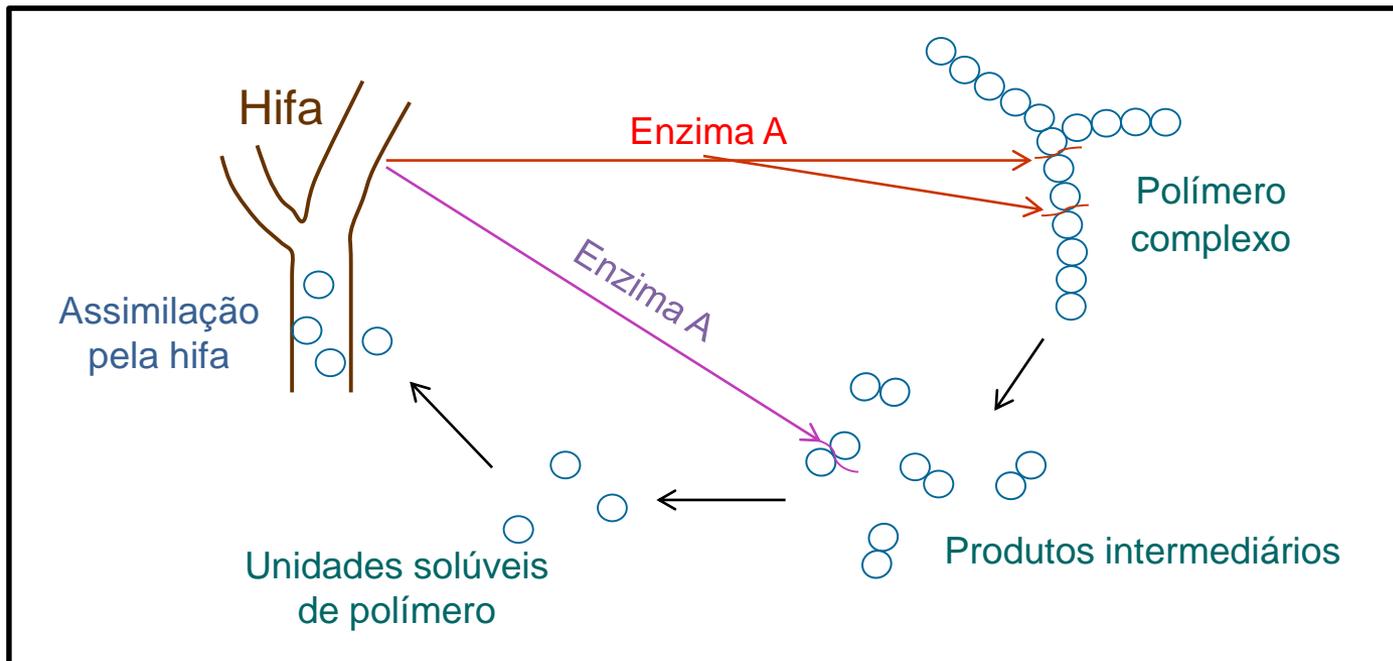
BIORREMEDIAÇÃO

- Formas de aplicação da biorremediação

- . remoção do solo e tratamento *ex situ*
- . introdução microrganismos no local contaminado
- . estímulo aos microrganismos nativos existentes no solo poluído (aeração, nutrientes – N e P)

PROCESSO DEGRADAÇÃO DE PRODUTO POLUENTE

- Resulta em compostos secundários e/ou mineralização
- Agentes microbianos atuam no processo de forma individual ou conjunta
- Mecanismos usados envolvem o arsenal enzimático microbiano
- Mineralização do poluente com produção de CO_2 e H_2O



FATORES DIVERSOS AFETAM A DEGRADAÇÃO

- **eficiência da espécie microbiana (depende da seleção/adaptação)**
- **natureza química do produto (tipo de molécula)**
- **concentração do produto no meio**
- **disponibilidade de nutrientes p/ microrganismo (nitrogênio / fósforo)**
- **fatores climáticos e do solo (favoráveis microrganismo e favoráveis degradação)**

FATORES CLIMÁTICOS E EDÁFICOS x DEGRADAÇÃO

- **aumento temperatura, aumenta atividade microbiana**
(aumenta a velocidade de reações)
- **maior aeração, maior atividade microbiana**
(maioria da população microbiana decompositora é aeróbica)
- **teor elevado de umidade favorece população microbiana**
(água é vital para metabolismo e solubilização nutrientes e do produto a ser degradado)
- **pH : relação atividade microbiana em função tipo de população**
(fungos favorecidos ambientes leve/e ácidos / bactérias em pH neutro ou ligeira/e alcalino)
- **maior teor de matéria orgânica, maior atividade microbiana**
(maior disponibilidade de nutrientes)
- **textura do solo: presença de argilas retém produto**
(desfavorece disponibilidade substrato para o microrganismo)

