

## **TEMAS DE SEMINÁRIOS DA DISCIPLINA MICROBIOLOGIA AMBIENTAL**

- I. Apresentação oral
- II. Revisão deverá ser impressa e entregue no dia da apresentação do respectivo seminário
- III. Os alunos deverão se organizar em 8 grupos de 6 componentes
- IV. Datas das apresentações: 05 e 12 de novembro
- V. Cada grupo terá, no máximo, 20 minutos para apresentação oral

### **Temas gerais**

Assuntos específicos deverão ser escolhidos dentro de cada tema geral

Biodegradação do petróleo

Biodegradação de plásticos

Biodegradação de corantes

Biodegradação de pesticidas

Seleção de microrganismos biodegradadores

Impacto ambiental dos pesticidas

Compostagem

Biodigestores

**COMPOSIÇÃO** de cada grupo deve ser entregue na próxima aula , . . . juntamente com  
**O TÍTULO** do assunto do seminário

## **BIORREMEDIAÇÃO : FUNDAMENTOS**

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

- **POLUIÇÃO DO SOLO**

- Solo: local de acúmulo de poluentes provenientes da atividade humana
- Poluição solo: pode implicar em poluição lençol freático
- Produtos poluentes: origem atividade industrial e agrônômica
- Problema: soluções para despoluir o solo
- Uma alternativa: degradação produtos poluentes por microrganismos
- Ciência busca investigar:
  - . possibilidade de poluentes serem degradados por microrganismos
  - . tempo necessário para degradação de poluentes
  - . efeito do produto sobre microbiota do solo: duradouro/efêmero
  - . influência deste produto na saúde humana via cadeia alimentar

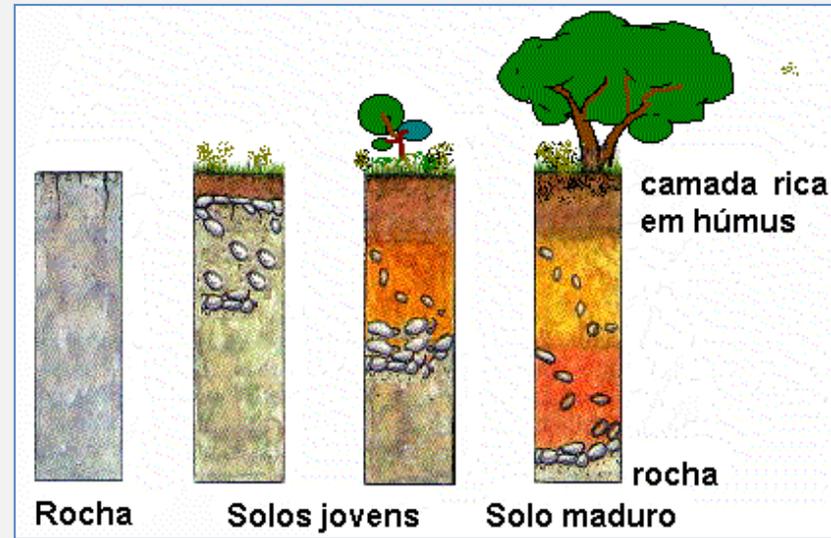
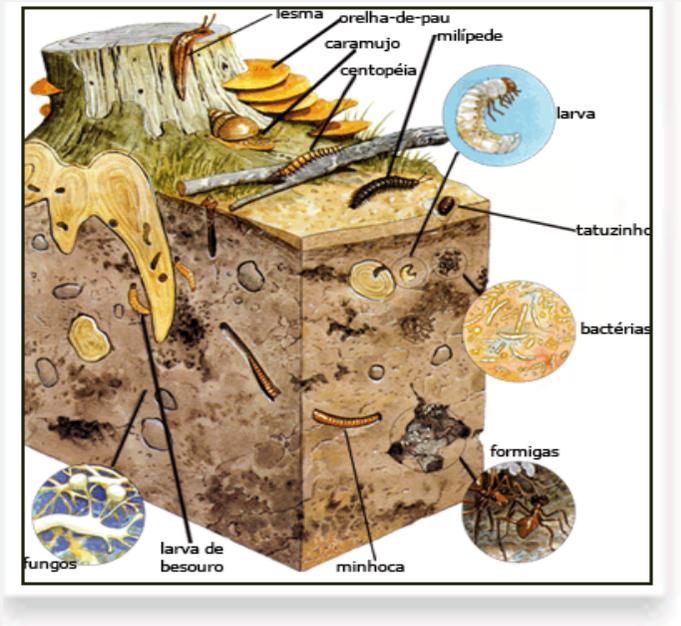
**O SOLO**

# COMPONENTES DO SOLO

Componentes físicos

e

Componentes vivos



**INTEMPERIZAÇÃO**

Intemperização:  
transformação de rocha em solo

## COMPONENTES DO SISTEMA SOLO

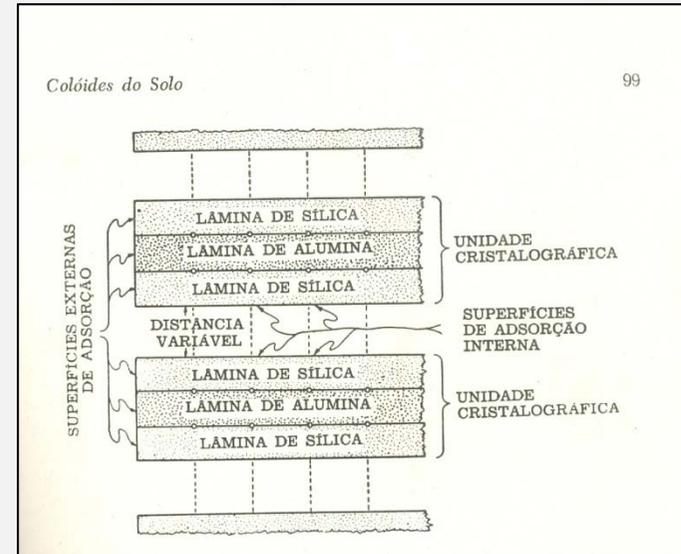
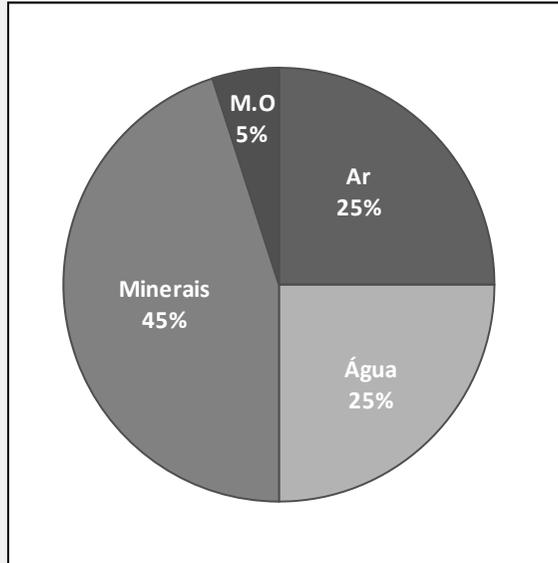
. Solo: ambiente complexo constituído por parte física e por seres vivos

. 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

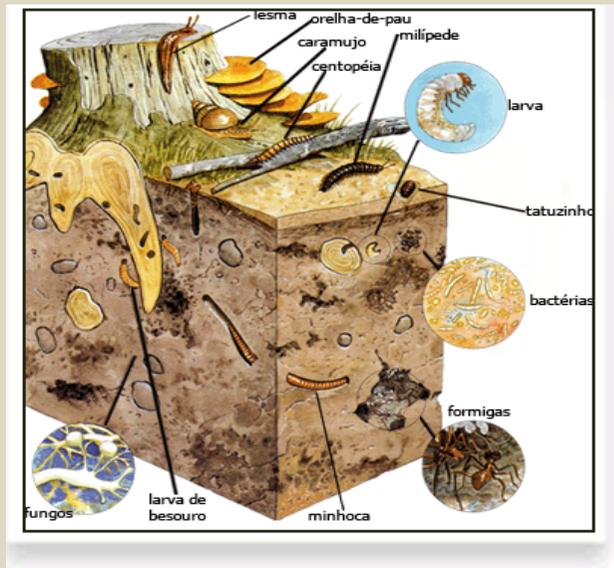
## Escala de classificação granulométrica dos fragmentos componentes do solo

<u>argila</u>	<4 $\mu\text{m}$
<u>silte</u>	>4 $\mu\text{m}$ < 64 $\mu\text{m}$
<u>areia</u>	>64 $\mu\text{m}$ <2mm
<u>grânulo</u>	>2mm - <4mm
<u>seixo</u>	>4mm - <64mm
<u>calhau</u>	>64mm - <256mm
<u>matacão</u>	>256mm

## . EM RELAÇÃO AOS SERES VIVOS

- populações de organismos macroscópicos

- populações de microrganismos



## 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

Conhecer a magnitude e a diversidade da população microbiana é essencial para avaliar a microbiota 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

# BIORREMEDIAÇÃO

## **BIORREMEDIAÇÃO**

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

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

- Mineralização: resulta em CO<sub>2</sub>, água e elementos minerais

### **Produtos poluentes do solo**

#### ***Natureza agrícola:***

Herbicidas

Inseticidas

Fungicidas

#### ***Natureza Industrial:***

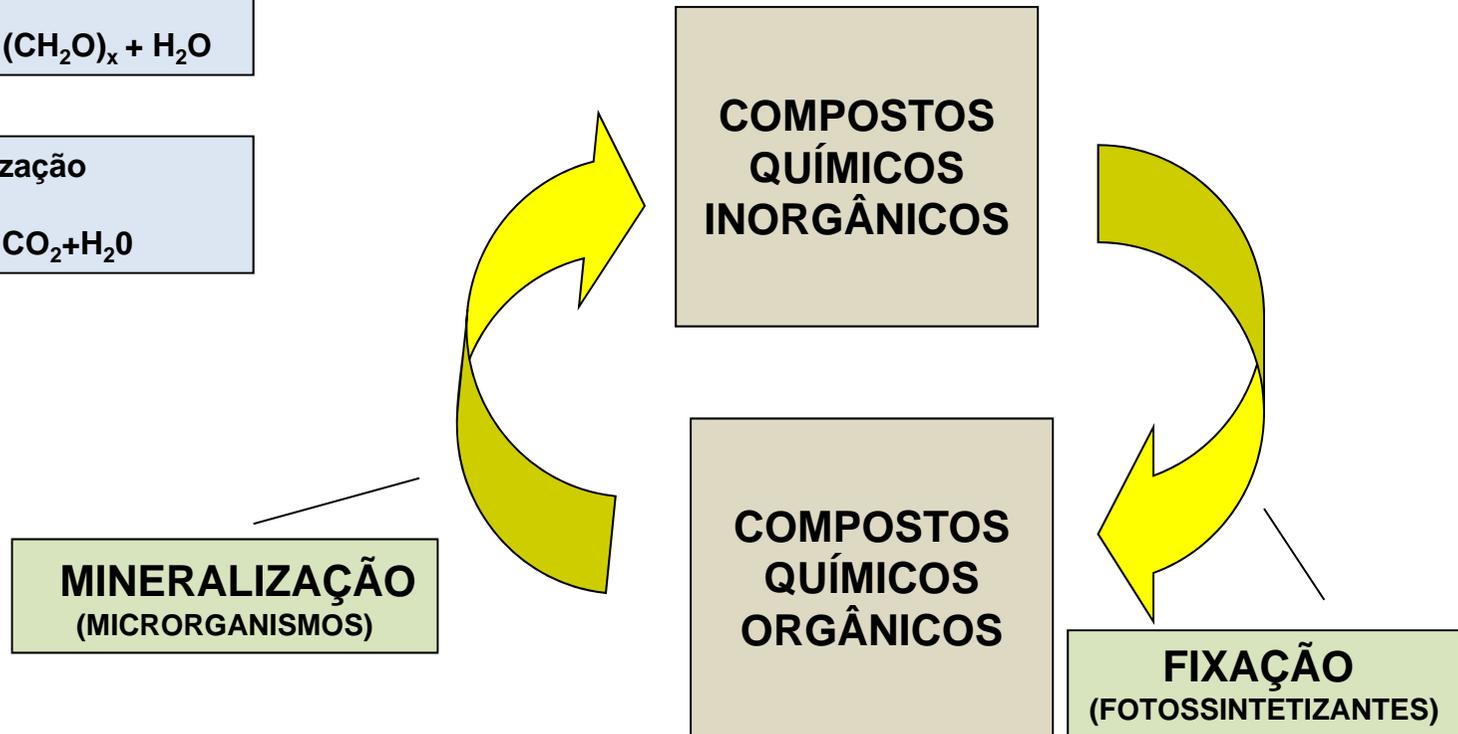
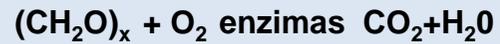
Resíduos químicos

# DEGRADAÇÃO X MICRORGANISMOS

Reação Geral: Fixação

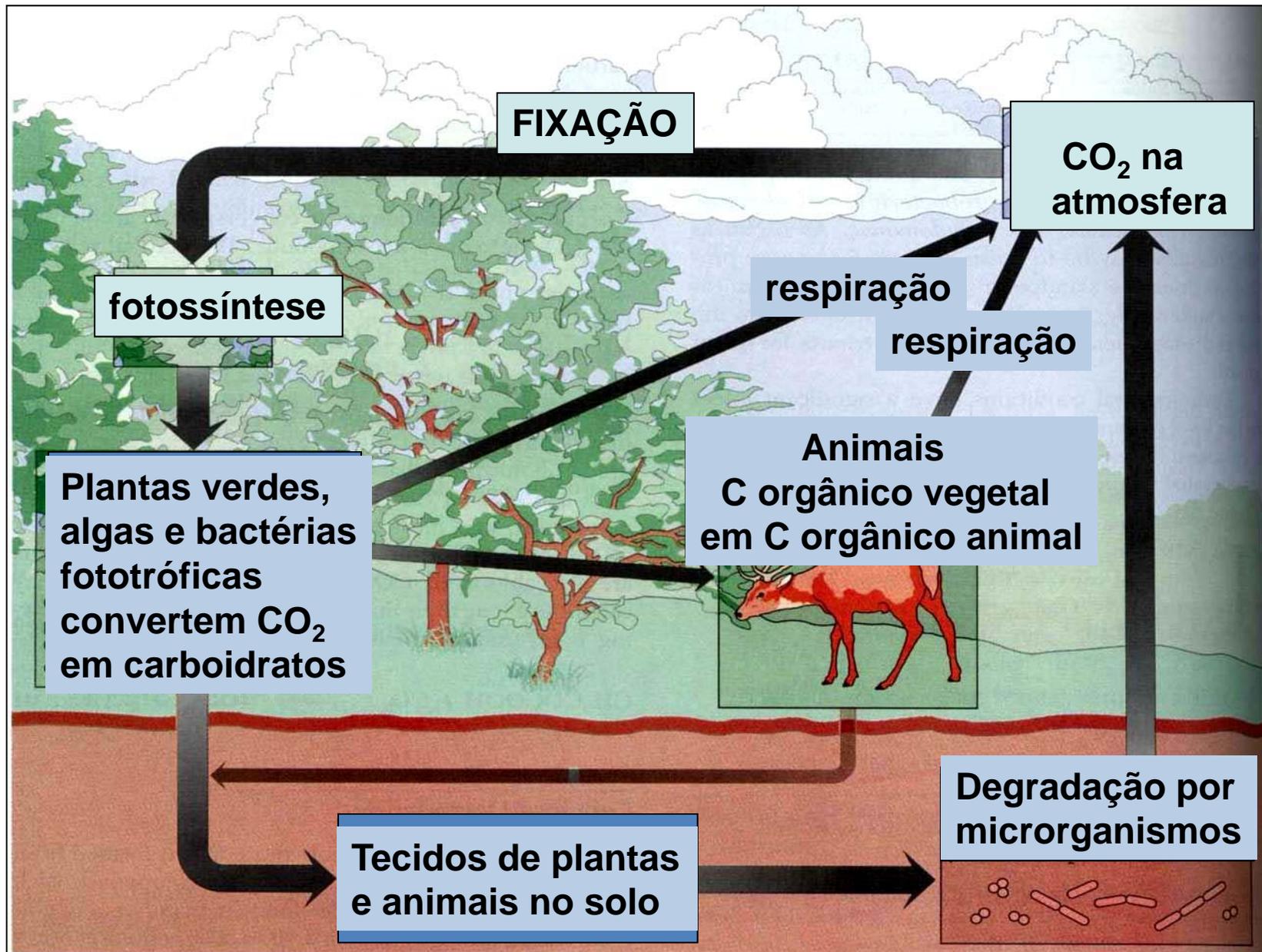


Reação Geral: Mineralização



“Na natureza nada se perde, nada se cria; tudo se transforma”  
Lavoisier (1743-1794)

# CICLO DO CARBONO



# BIORREMEDIAÇÃO

## - Objetivo

- . explorar a diversidade de microrganismos quanto a sua capacidade de degradar produtos poluentes ao ambiente

## - Formas de aplicação da biorremediação

- . introdução microrganismos no local contaminado
  - . estímulo aos microrganismos nativos existentes no solo poluído

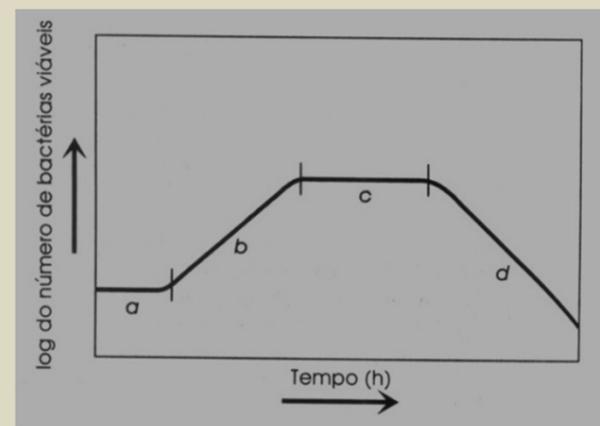
## - Avaliação do processo

- . se há degradação produto // há aumento população de UM ou VÁRIOS tipos de microrganismos presentes no solo
- . estimativa da população microbiana através técnica diluição e plaqueamento  
(Método de estimativa da população será explicado na aula de microrganismos do solo)

# RELAÇÃO ENTRE POPULAÇÃO MICROBIANA E DEGRADAÇÃO DO PRODUTO TÓXICO

## COMPORTAMENTO DA POPULAÇÃO

- . fase adaptação p/ início atividade
- . fase multiplicação rápida população microbiana
- . fase estabilização da população no ambiente
- . fase declínio população e integração à microflora natural



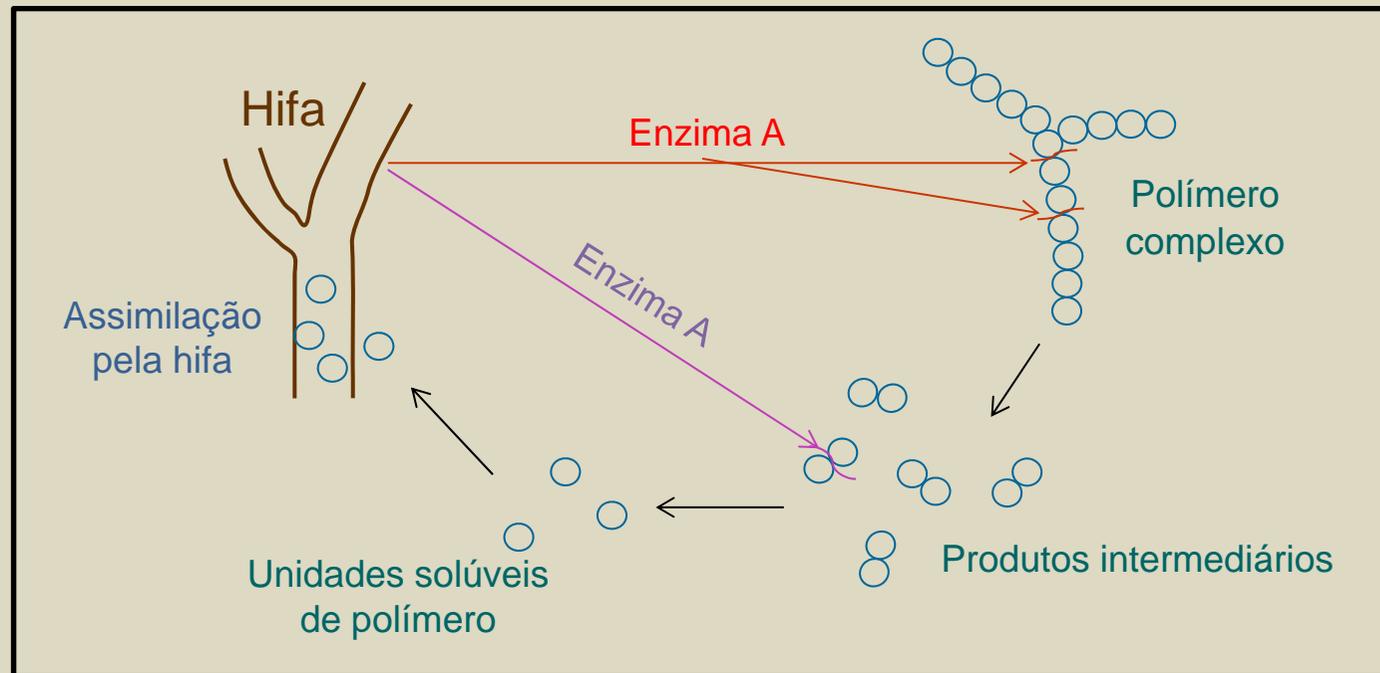
Curva crescimento população microbiana

## ETAPAS DA DEGRADAÇÃO PRODUTO (substrato)

- . Inicialmente a quantidade do produto permanece inalterada no ambiente
- . A quantidade produto baixa forma acelerada
- . A quantidade do produto continua caindo , forma mais lenta
- . A sobra do resíduo é degradada lentamente

## 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
- Metabolização dos compostos poluentes via produção de enzimas

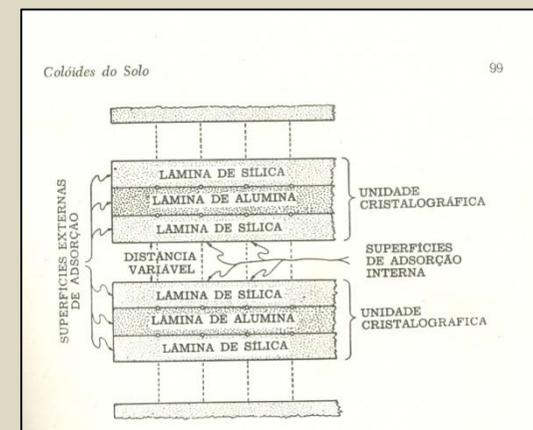
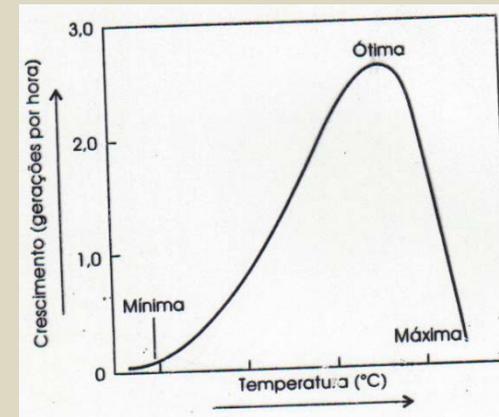


## **FATORES DIVERSOS AFETAM A DEGRADAÇÃO**

- **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 (carbono / nitrogênio / fósforo)**
- **presença frequente do mesmo produto no ambiente**
- **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 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)



## **PRODUTO x DEGRADAÇÃO**

### **. Excesso de produto:**

- . efeito adverso na microbiota**
  - . desforece a decomposição matéria orgânica**
  - . retarda a ciclagem de elementos**

### **• Presença de produto em nível adequado**

- . efeito favorável na microbiota por disponibilizar nutrientes (C/N/P/K)**

### **• Persistência do produto depende:**

- . degradação química, fotoquímica, biológica**
- . remoção por volatilização e escoamento superficial**
- . quantidade do produto aplicado**
- . complexidade da estrutura química do produto**
- . similaridade da molécula do produto com moléculas naturais**
- . polaridade da molécula que determina sua solubilidade em água**
- . afinidade da molécula com fração argila do solo (retenção)**
- . diversidade e quantidade de populações microbianas aptas à degradação**

# 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

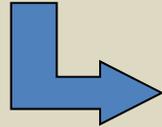
### . Introdução no solo de microrganismos escolhidos (disponível ou selecionado)

### . Estimulo geral à microbiota nativa ou a uma população específica

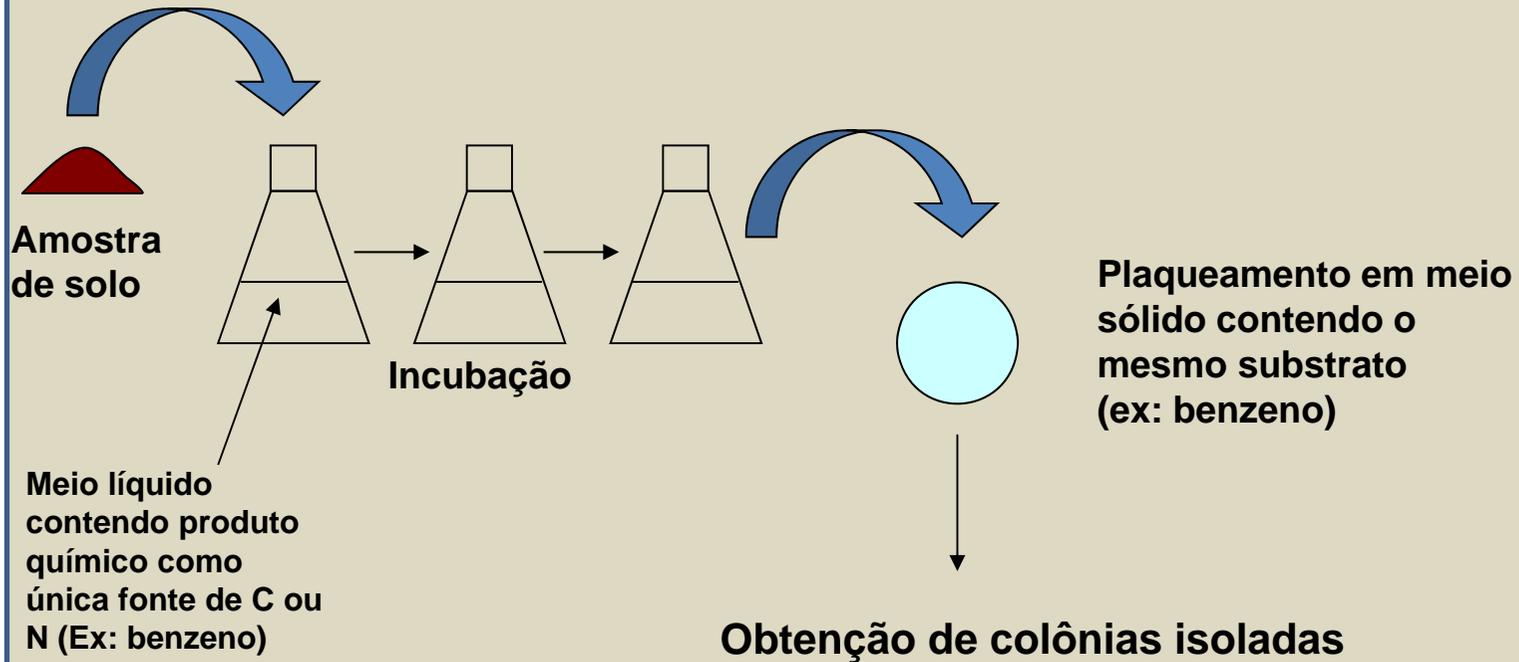
- nutrientes
  - matéria orgânica
  - aeração
  - enzimas

## Seleção de espécies para degradação produtos poluentes

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**



## •PROBLEMAS COM A INTRODUÇÃO DE MICRORGANISMOS NO SOLO

# competição por nutrientes

# antibiose e predação

# ocorrência de fontes preferenciais de carbono

# baixa disponibilidade/concentração do produto

# prevalência de fatores ambientais e edáficos desfavoráveis

. temperatura

. umidade

. aeração

. pH

. textura solo

. conteúdo de matéria orgânica

# microrganismos e biorremediação

. fungos: gêneros *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*

. bactérias: gêneros *Bacillus*, *Rhodococcus*, *Pseudomonas*, *Nocardia*

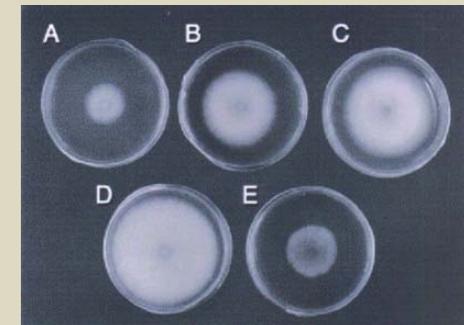
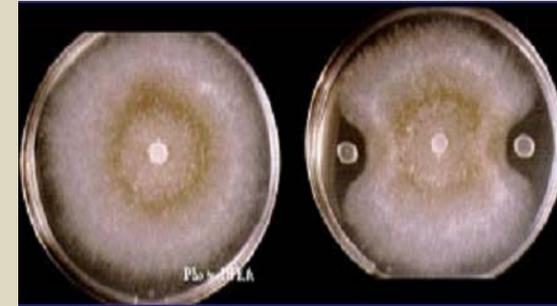


Figure 1. In vitro growth rate of *F. poae* (strain CC359B) at 10 (A), 15 (B), 20 (C), 25 (D) and 30°C (E).

