



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

LSO - 0257 - Fundamentos de Ciência do Solo

FUNÇÕES MICROBIANAS NOS SOLOS: ciclos biogeoquímicos

Prof. Dr. Fernando Dini Andreote
Prof. Dr Antonio Roque Dechen
Prof. Dr. Quirino Augusto de Camargo Carmello

Piracicaba
2017

Mineralização da matéria orgânica

Mineralização é o processo onde uma substância orgânica é convertida em uma substância inorgânica

Imobilização dos Nutrientes

Imobilização é o processo onde uma substância inorgânica é convertida em uma substância orgânica

Mineralização vs Imobilização

Anabolismo

SUBST.
SIMPLES
(ENERGIA)

METABOLISMO

SUBST.
COMPLEXAS
(ARMAZ)

Catabolismo

Transformações do Carbono no Solo

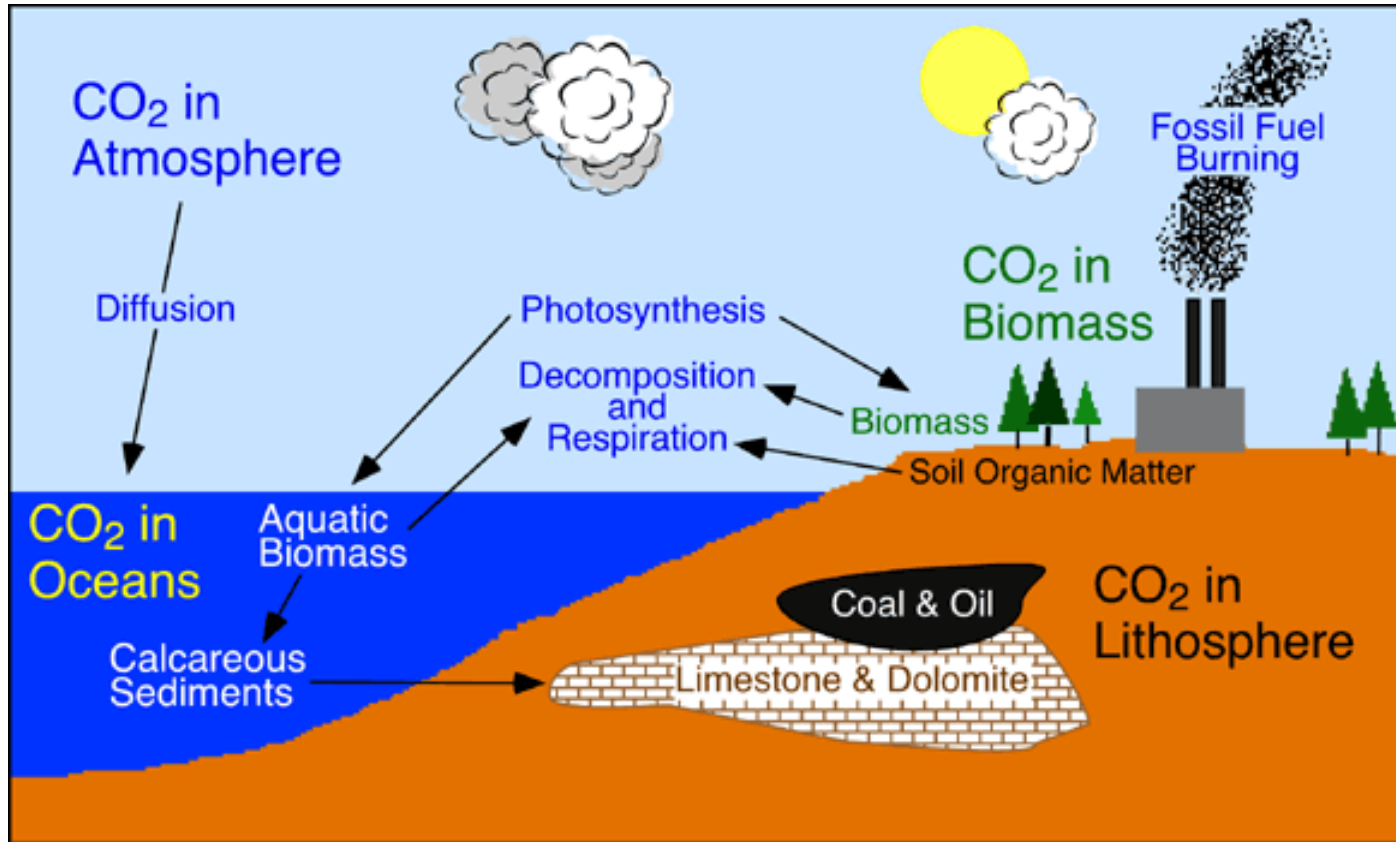
Transformações do C



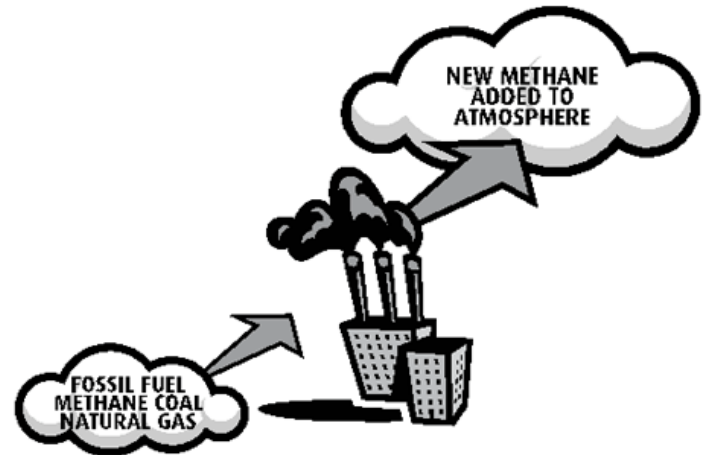
Reservatórios de C

Reservatório	ppm	Gt C
Atmosfera		
1850	260	560
1890	290	630
1986	360	760
1999	366	766
Oceanos		
Carbonatos		20 10 ⁶
C Orgânico dissolvido		600
C orgânico particulado		3.000
Solo		
Biota		500
Húmus		1500
Combustível fóssil		10.000

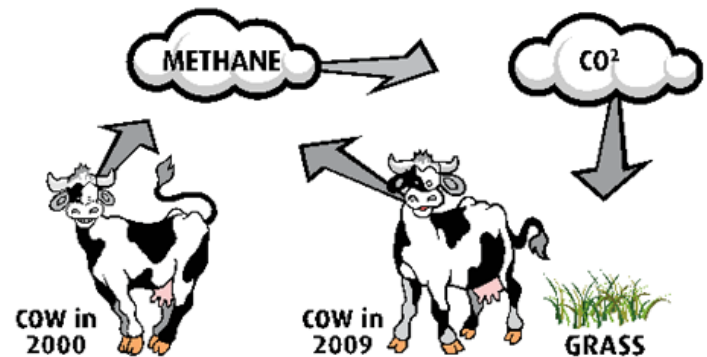
Ciclo do carbono



Ciclo do carbono



METHANE CYCLE
No increase in
Methane



Carbono no solo



O solo possui uma quantidade de carbono estocada sob diversas formas

- ✓ *Tipo de solo*
- ✓ *Manejo do solo*
- ✓ *Histórico de uso*
- ✓ *etc...*

Solo	Gt de C
Biota	500
Húmus	1500
Combustível fóssil	10.000

Microbiologia vs efeito estufa



CO_2	CH_4	N_2O
1	23	296

C orgânico no solo

Celulose

20 a 50% da matéria seca

Hemicelulose

10 a 30 % da matéria seca

Lignina

5 a 30% da matéria seca

Proteínas

2 a 15% da matéria seca

C-solúvel

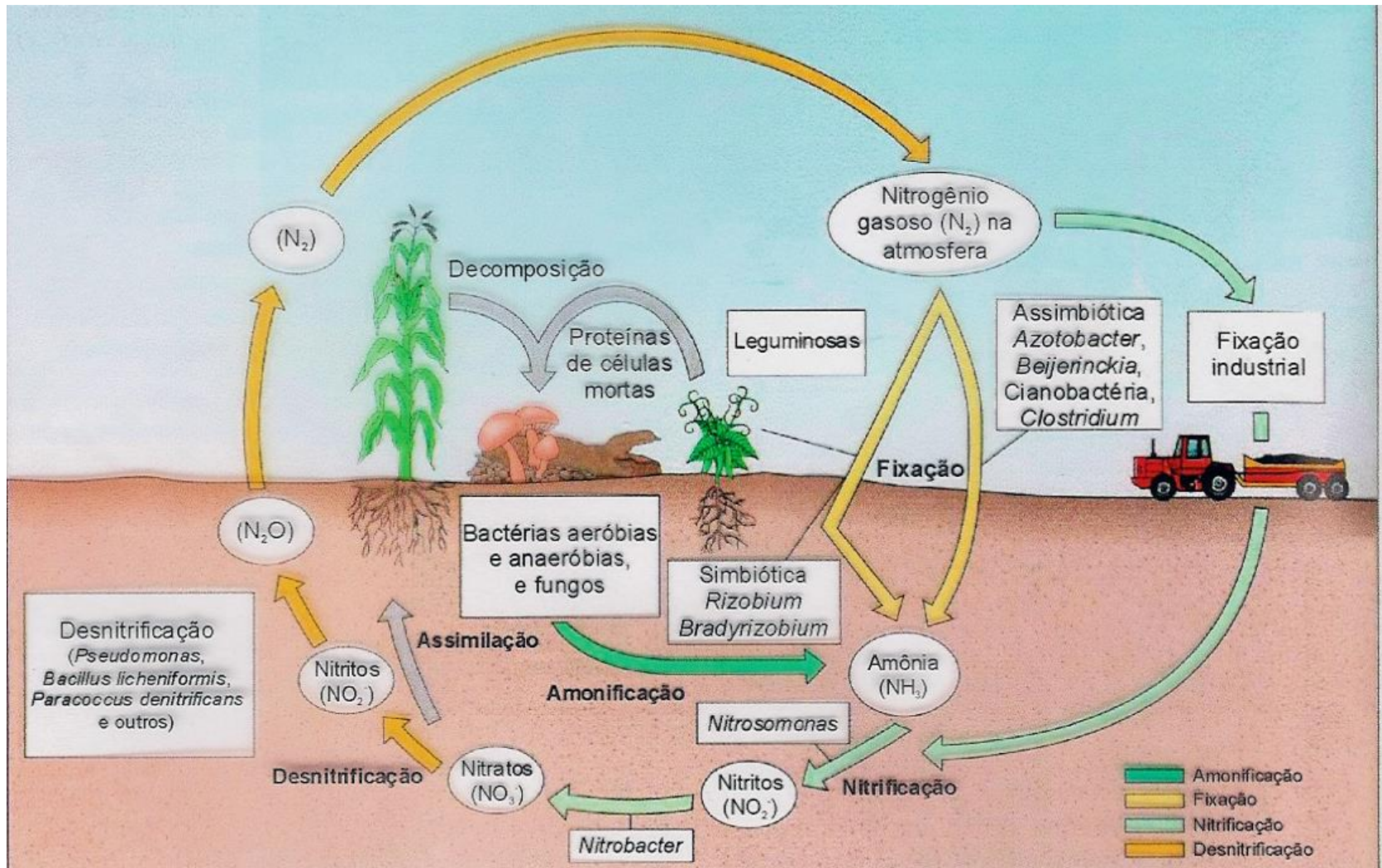
Até 10%

Ceras, graxas, pigmentos e outros compostos

Menos 10%

Transformações do Nitrogênio no Solo

Ciclo do nitrogênio



Mineralização do N orgânico

Proteínas $\xrightarrow{1}$ Peptídios $\xrightarrow{2}$ Aminoácidos $\xrightarrow{3}$ NH_4^+

Quitina $\xrightarrow{4}$ N-acetilglicosamina $\xrightarrow{5}$ Glucosamina 6-fosfato $\xrightarrow{6}$ NH_4^+

1. Proteases
2. Peptidases
3. Desaminases
4. Quitinases
5. Quinases
6. Desaminases

AMONIFICAÇÃO \longrightarrow

Condições ótimas para amonificação

N orgânico

→ **Amônio (NH₄⁺)**

- ✓ **Temperatura: <5 a >40 °C**
- ✓ **Umidade: <50 a 100% da capacidade de retenção do solo**
- ✓ **pH: ocorre em ampla faixa, devido à diversidade de microrganismos amonificantes.**

Microrganismos amonificadores

Bactérias aeróbias, facultativas e anaeróbias estritas

Pseudomonas, Bacillus, Clostridium etc

Fungos

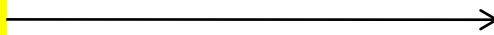
Alternaria, Aspergillus, Mucor, Penicillium, Rhizopus etc

Actinobactérias

População média - 10^5 a 10^7 UFC g^{-1} solo

Nitrificação

Amônio (NH_4^+)



Nitrato (NO_3^-)

- ✓ Realizada por bactérias quimiolitotróficas, aeróbias obrigatórias
- ✓ Altera o estado de oxidação do N de -3 para +5, e acidifica o solo
- ✓ Oxidação do amônio para nitrato, em duas etapas

Nitrificação

☞ Nitritação

realizada por bactérias dos gêneros *Nitrosomonas*,
Nitrospira e *Nitrosococcus*



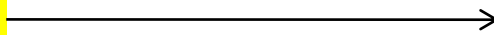
☞ Nitratação

realizada por bactérias dos gêneros *Nitrobacter*,
Nitrospira e *Nitrococcus*



Condições ótimas para nitrificação

Amônio (NH_4^+)



Nitrato (NO_3^-)

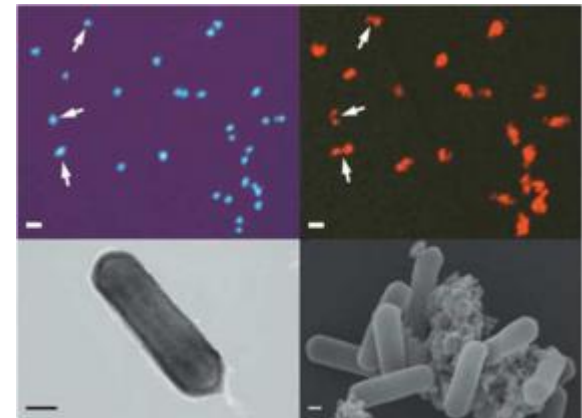
- ✓ **Temperatura: 30-35°C**
- ✓ **Umidade: 50-70% da capacidade de retenção do solo**
- ✓ **pH: 6,6 - 8,0**
- ✓ **Produção de nitrato praticamente não ocorre em solos com pH menor do que 5,0**

O papel das Archaea na nitrificação

Amônio (NH_4^+)

Nitrato (NO_3^-)

- ✓ Descrito em 2004-2005
- ✓ Presença de genes homólogos ao operon *amo* em DNA Ambiental
- ✓ Grupo de Archaea próximo a Crenarchaeota
- ✓ Descrição de um novo filo - Thaumarchaeota

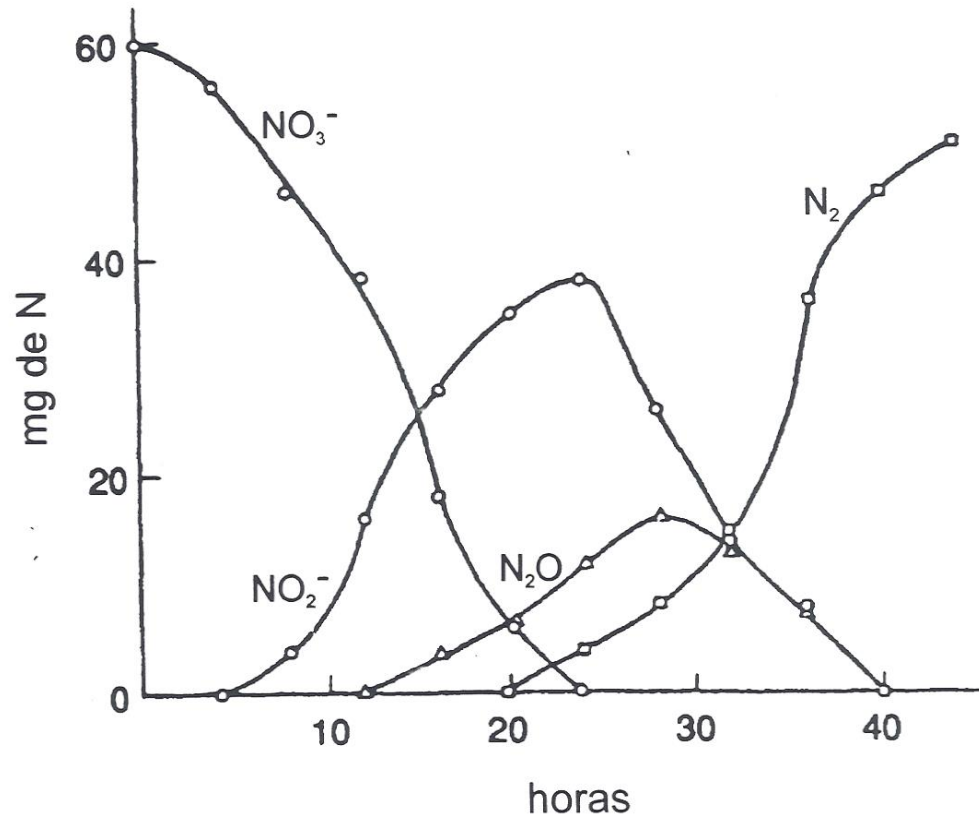


Desnitrificação

- ✓ redução de nitrato para formas gasosas de N por bactérias anaeróbias (relação com potencial Redox)
- ✓ altera o estado de oxidação do N de +5 para 0 em N_2



Cinética da desnitrificação



Solo de textura média, pH 7,8

Fatores que determinam desnitrificação

- ✓ **Presença de nitrato no solo**
- ✓ **Fonte de carbono**
- ✓ **temperatura: 30°C (ocorre entre 2 e 75°C)**
- ✓ **pH: 6,0 a 8,0**
- ✓ **Disponibilidade de oxigênio**
- ✓ **Potencial redox reduzido (aproximadamente +50 a +100mV)**

Relação C/N

Relação C/N/P/S e disponibilidade de nutrientes

Relação			Imobilização (I) / Mineralização (M)	Disponibilidade
C/N	C/P	C/S		
>30	>300	>400	I > M	Diminuída
20-30	200-300	200-400	I = M	Inalterada
<20	<200	<200	I < M	Aumentada

Importância da Relação C/N

☞ **Adição de compostos ao solo**

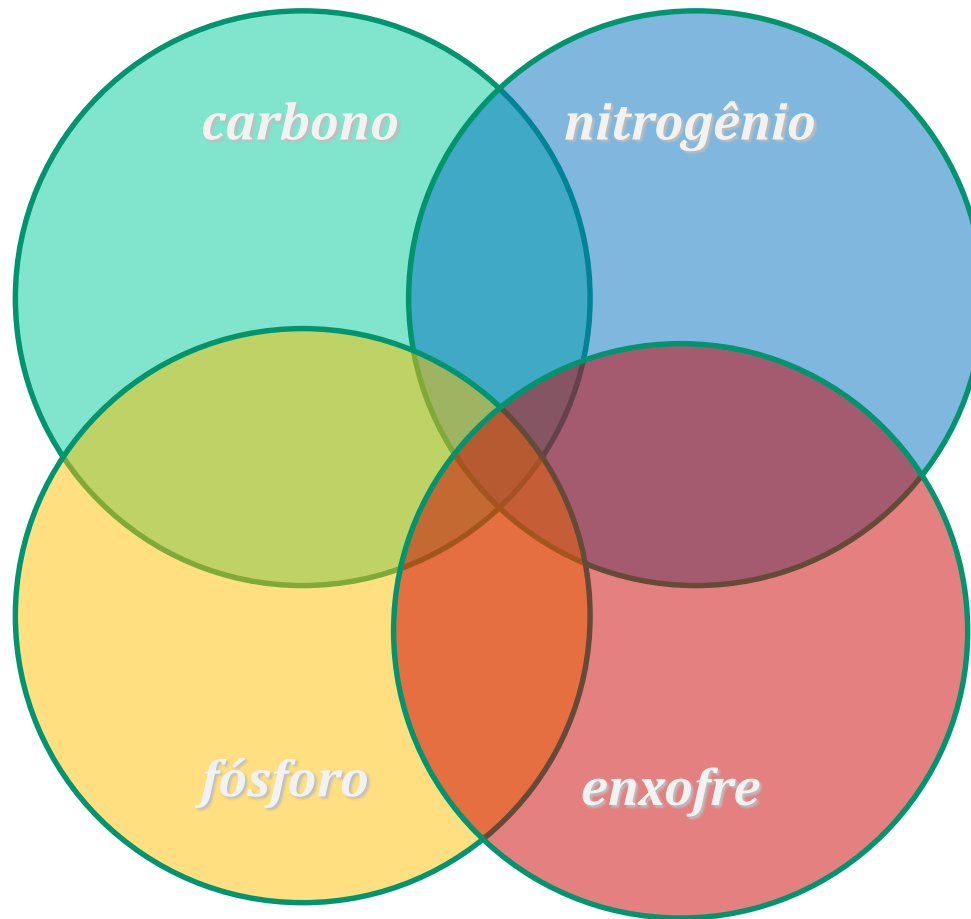
✓ **Mineralização ou Imobilização de nutrientes**

Palha de Cana - C/N = 80

Relação C/N biomassa = 15

Lodo doméstico - C/N = 10

Ciclos biogeoquímicos



Bibliografia recomendada

