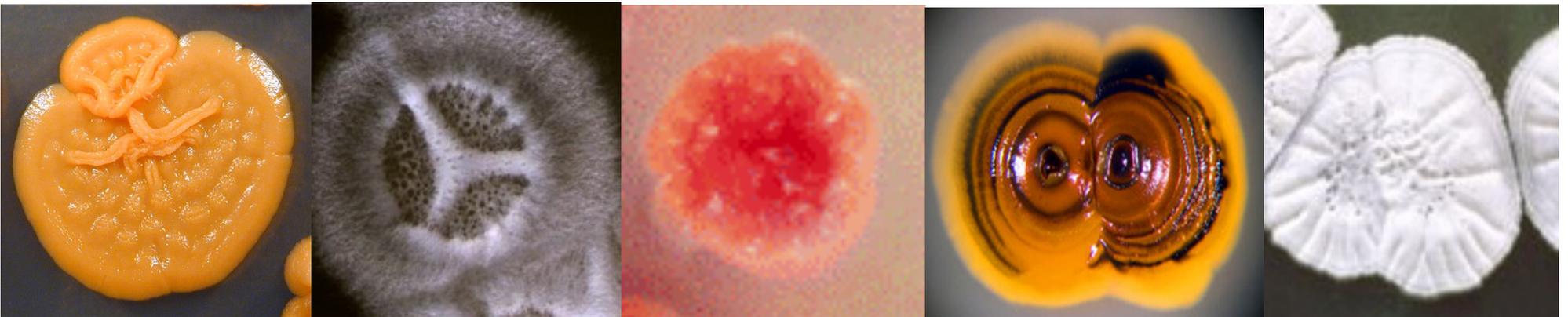


# LSO400 - Metabolismo Microbiano

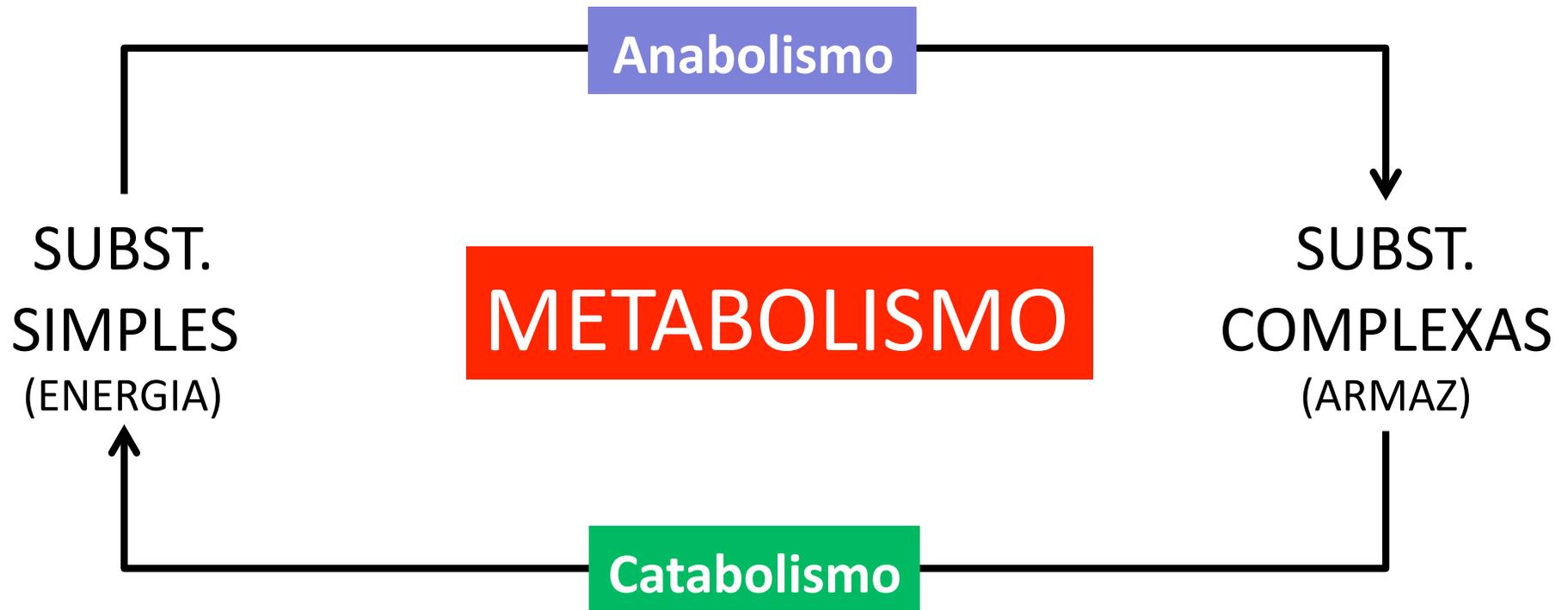
Fernando D. Andreote  
Marcio R. Lambais

# Metabolismo

***Metabolismo é o conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior dos organismos vivos***



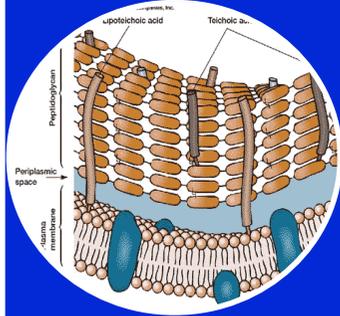
# Metabolismo



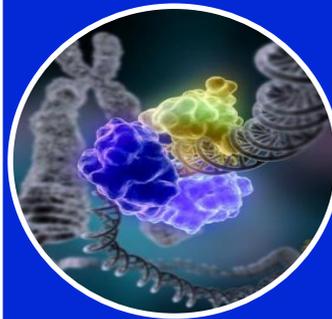
# Requerimentos de Energia



**Síntese proteica,  
transcrição e  
tradução.**



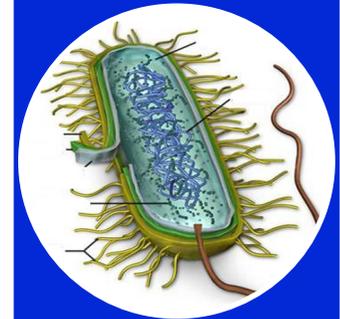
**Quebra de ácidos  
graxos, açúcares e  
aminoácidos.**



**Reparos e  
manutenção da  
célula.**



**Crescimento  
celular  
reprodução e  
multiplicação.**

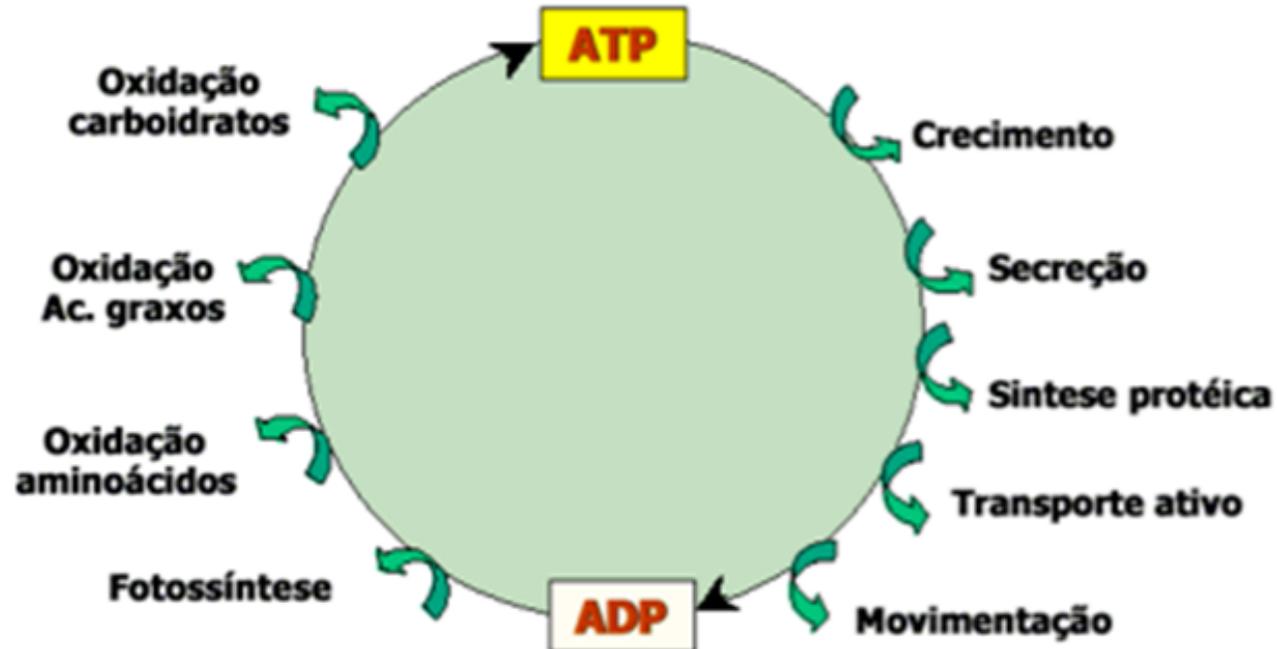


**Quebra de  
substratos  
complexos e  
mobilidade.**

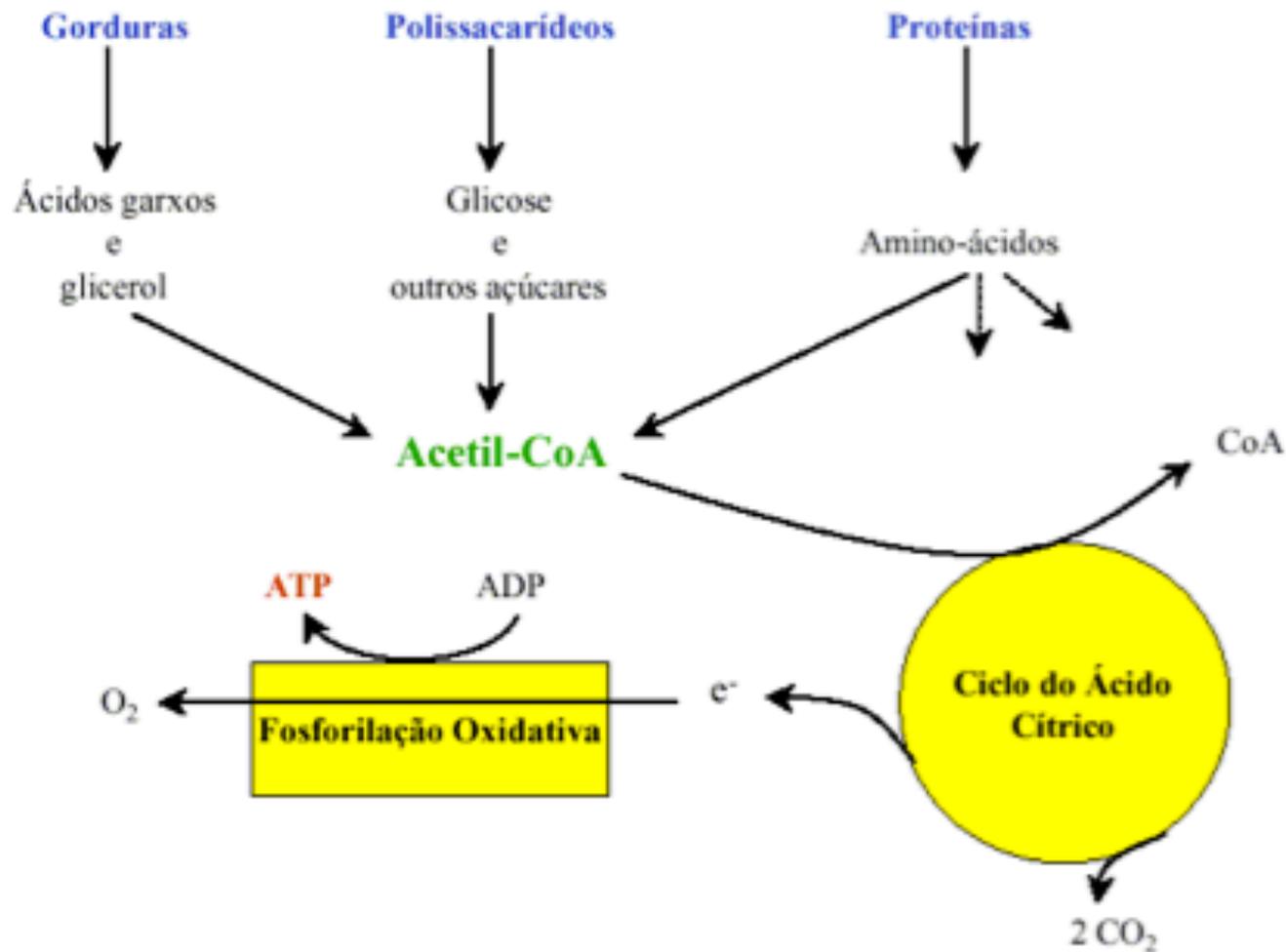
# Energia - ATP

- ✓ O ATP é a molécula responsável pelo armazenamento de energia.
- ✓ Atua como moeda energética dentro da célula.

## Geração e Degradação de ATP



# Obtenção de Energia por Heterotróficos



# Energia contida em ligações químicas

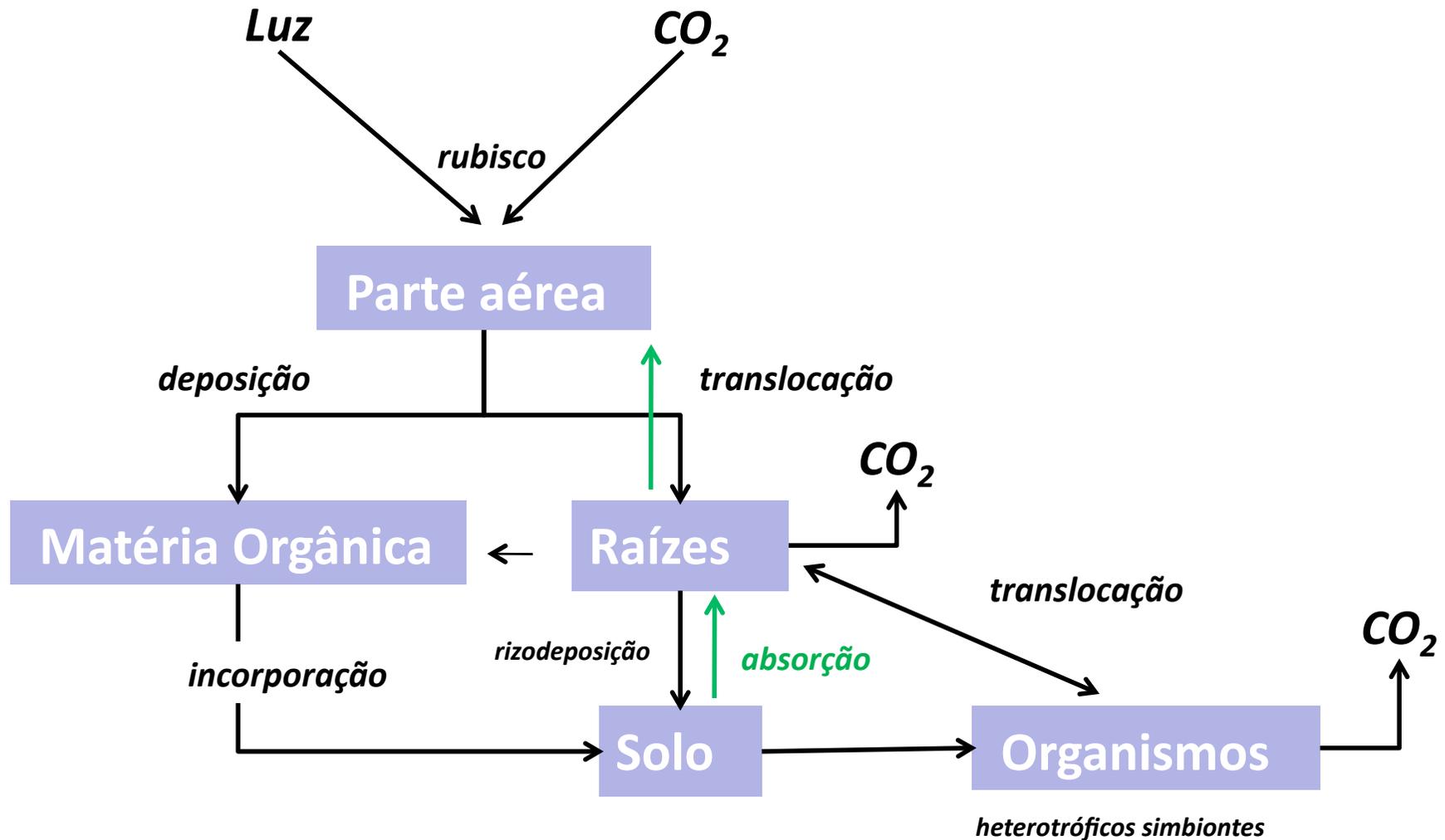
## Energia potencial de ligações covalentes entre diferentes átomos

| Ligação | Energia (kcal mol <sup>-1</sup> ) |
|---------|-----------------------------------|
| H-O     | 111                               |
| H-H     | 104                               |
| H-C     | 99                                |
| H-N     | 93                                |
| C-O     | 84                                |
| C-C     | 83                                |

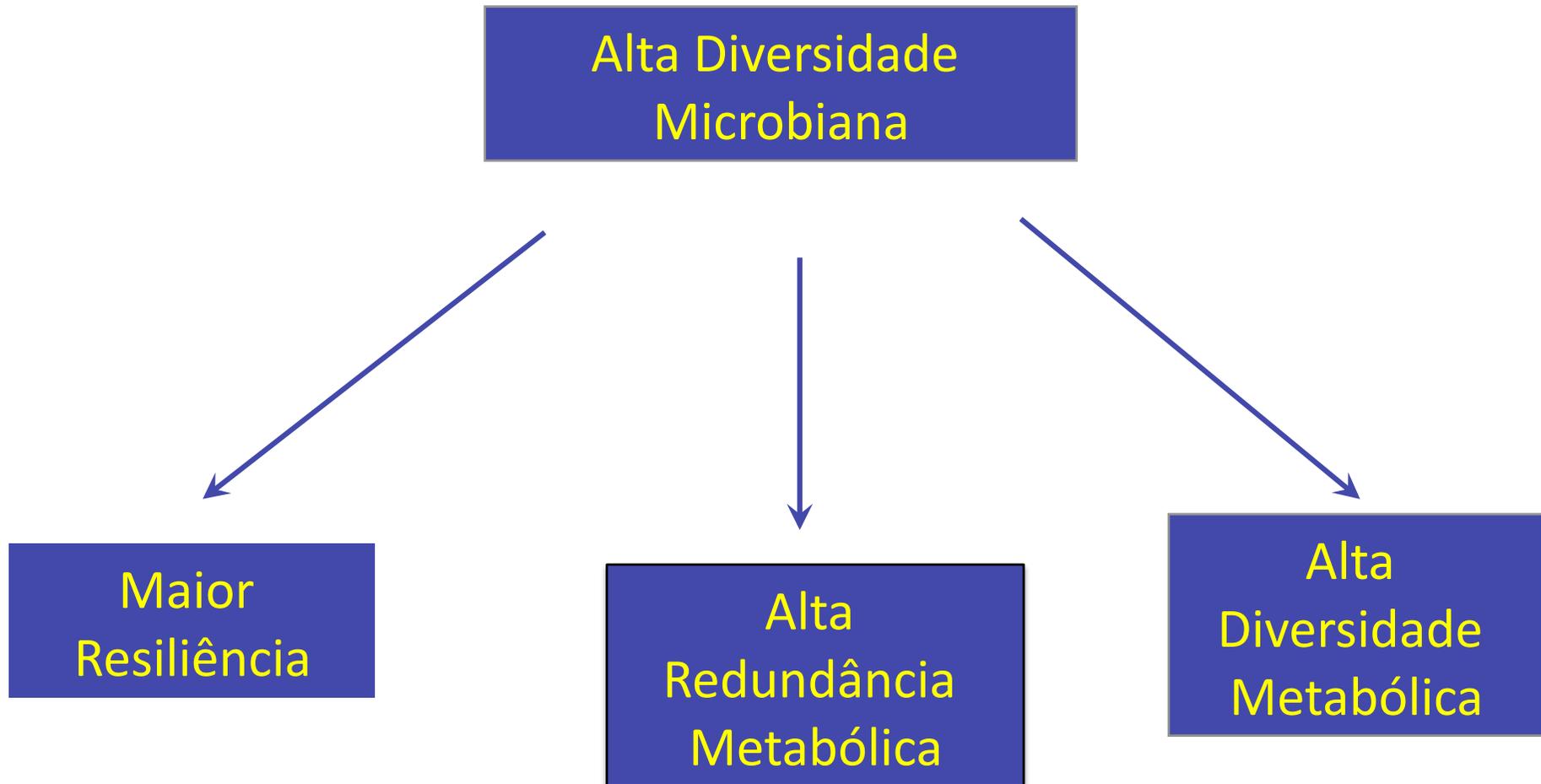
# Energia contida em moléculas orgânicas

| <b>Molécula</b> | <b>Energia (kcal mol<sup>-1</sup>)</b> |
|-----------------|--|
| <b>Glicose</b>  | <b>4,9</b>                             |
| <b>Etanol</b>   | <b>7,1</b>                             |
| <b>Leucina</b>  | <b>6,0</b>                             |
| <b>Uréia</b>    | <b>2,5</b>                             |

# Fluxo de Energia no Sistema Solo-Planta-Microrganismo

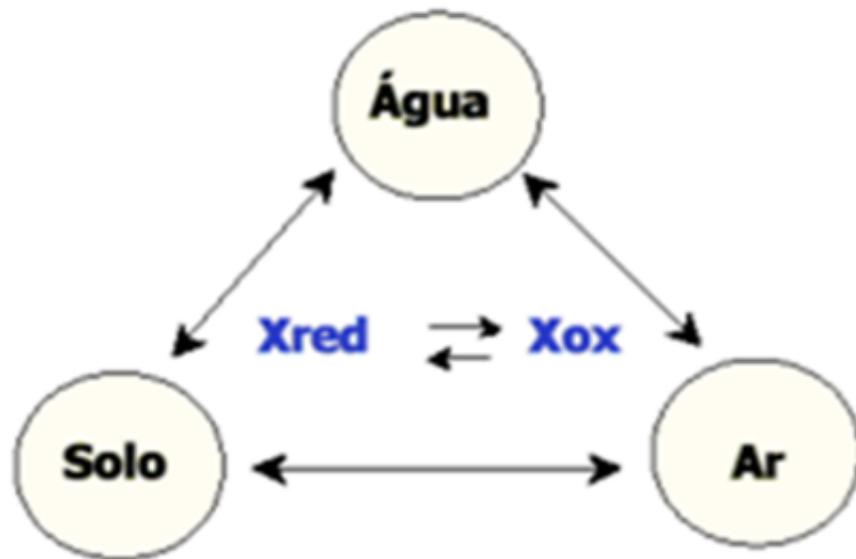


# Diversidade microbiana



# Ciclos Biogeoquímicos

**Ciclos Biogeoquímicos** → Transformações dos Elementos



C – carbono

N – nitrogênio

P – fósforo

S – enxofre

# Reações de Oxi-Redução

- ✓ **Oxidação:** perda de elétrons.
- ✓ **Redução:** ganho de elétrons
- ✓ **Reação de oxi-redução:** reações onde há transferência de elétrons.

# Reações de Oxi-Redução

| Microorganismo                     | Doador e <sup>-</sup>                       | Aceptor e <sup>-</sup>        | Reação  |
|------------------------------------|---|-------------------------------|---|
| <b>Quimiorganotróficos</b>         | <b>CH<sub>2</sub>O</b>                      | <b>O<sub>2</sub></b>          | <b>CH<sub>2</sub>O + O<sub>2</sub> &lt;math&gt;\llcorner&lt;/math&gt; CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O</b>   |
| <i>Nitrosomonas</i>                | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>                | O <sub>2</sub>                | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> + 3/2 O <sub>2</sub> <math>\llcorner</math> NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + H <sub>2</sub> O  |
| <i>Nitrobacter</i>                 | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>                | O <sub>2</sub>                | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> + 1/2 O <sub>2</sub> <math>\llcorner</math> NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   |
| <i>Thiobacillus thiooxidans</i>    | S   | O <sub>2</sub>                | S + 3/2 O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O <math>\llcorner</math> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>   |
| <i>Thiobacillus denitrificans</i>  | S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>-2</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | 5 Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + 8 KNO <sub>3</sub> + 2 NaHCO <sub>3</sub> <math>\llcorner</math> 6 Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 4 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + 4 N <sub>2</sub> + 2 CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O |
| <i>Hydrogenomonas</i>              | H <sub>2</sub>                              | O <sub>2</sub>                | H <sub>2</sub> + 1/2 O <sub>2</sub> <math>\llcorner</math> H <sub>2</sub> O   |
| <i>Desulfovibrio desulfuricans</i> | H <sub>2</sub>                              | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> + 4 H <sub>2</sub> <math>\llcorner</math> S <sup>-2</sup> + 4 H <sub>2</sub> O  |
| <b>Reação Geral</b>                | <b>D</b>                                    | <b>A</b>                      | <b>DH<sub>2</sub> + A &lt;math&gt;\llcorner&lt;/math&gt; D + AH<sub>2</sub></b>   |

# Potencial REDOX nos solos

| <b>Metabolismo</b>           | <b>Eh</b>                    | <b>Principais transformações</b>  |
|------------------------------|------------------------------|---|
| <b>Aeróbio</b>               | <b>Eh &gt; 300 mV</b>        | <b>Decomposição da MOS gerando grande quantidade de energia, biomassa microbiana e CO<sub>2</sub></b>   |
| <b>Anaeróbio Facultativo</b> | <b>300 &gt; Eh &gt; -100</b> | <b>Decomposição da MOS produz ácidos orgânicos, ácidos graxos de cadeia longa<br/>Redução do nitrato,<br/>Redução do Fe e Mn</b>                      |
| <b>Anaeróbio</b>             | <b>Eh &lt; -100</b>          | <b>Decomposição de ácidos orgânicos, ácidos graxos de cadeia longa, gerando CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> e CH<sub>4</sub><br/>Redução do sulfato</b> |

# Reações importantes em solos

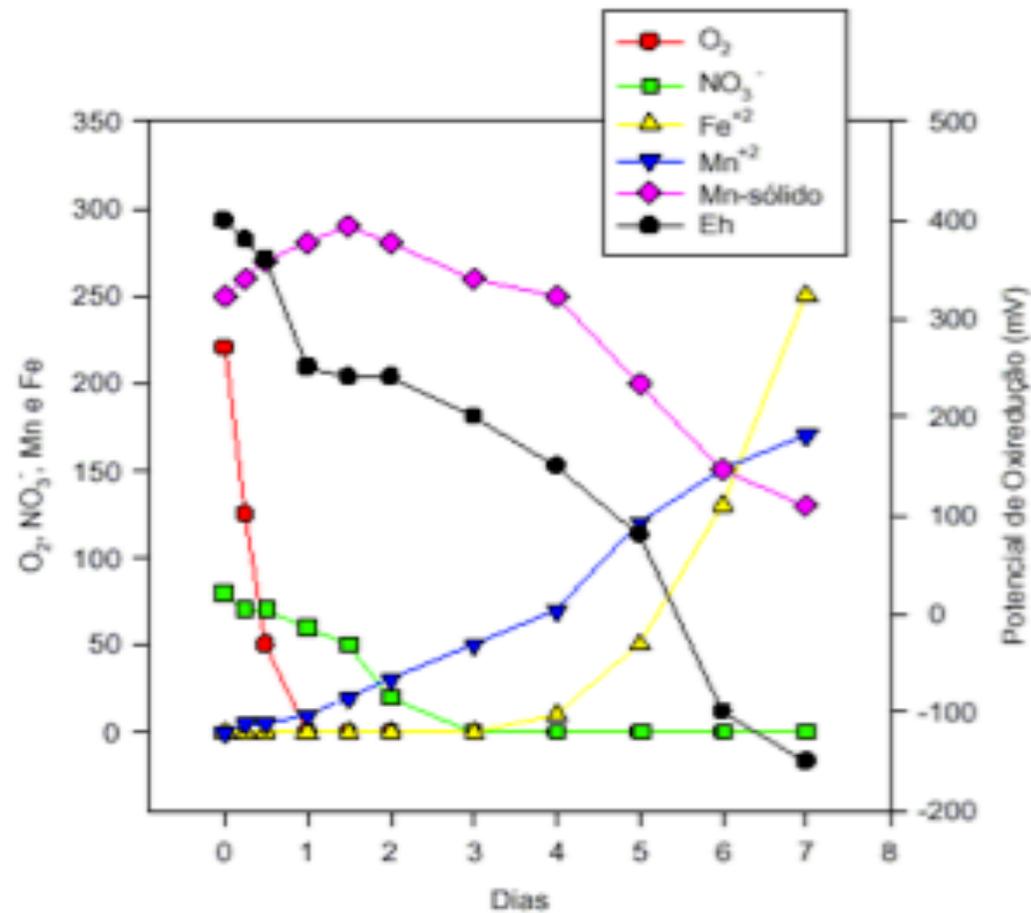
| Elemento   | Espécie Oxidada               | Espécie Reduzida                 | Potencial Redox* (mV) |
|------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| Oxigênio   | O <sub>2</sub>                | H <sub>2</sub> O                 | 700 a 400             |
| Nitrogênio | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>  | N <sub>2</sub> O, N <sub>2</sub> | 220                   |
| Manganês   | Mn <sup>+4</sup>              | Mn <sup>+2</sup>                 | 200                   |
| Ferro      | Fe <sup>+3</sup>              | Fe <sup>+2</sup>                 | 120                   |
| Enxofre    | SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> | S <sup>-2</sup>                  | -75 a -150            |
| Carbono    | CO <sub>2</sub>               | CH <sub>4</sub>                  | -250 a -350           |

Disponibilidade de O<sub>2</sub>

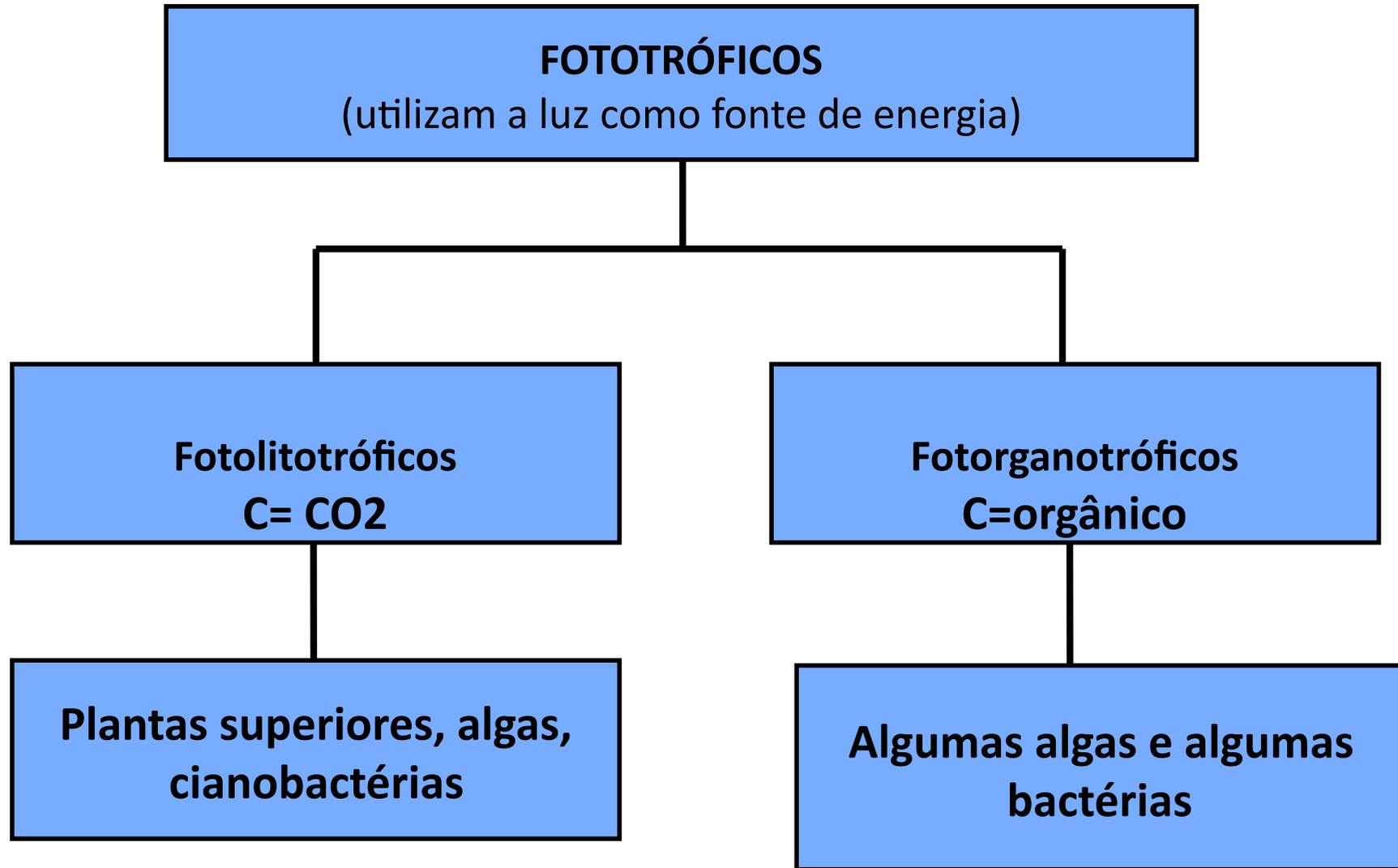
\*Valores aproximados. Variam com o pH e temperatura.

# Transformações em solos alagados

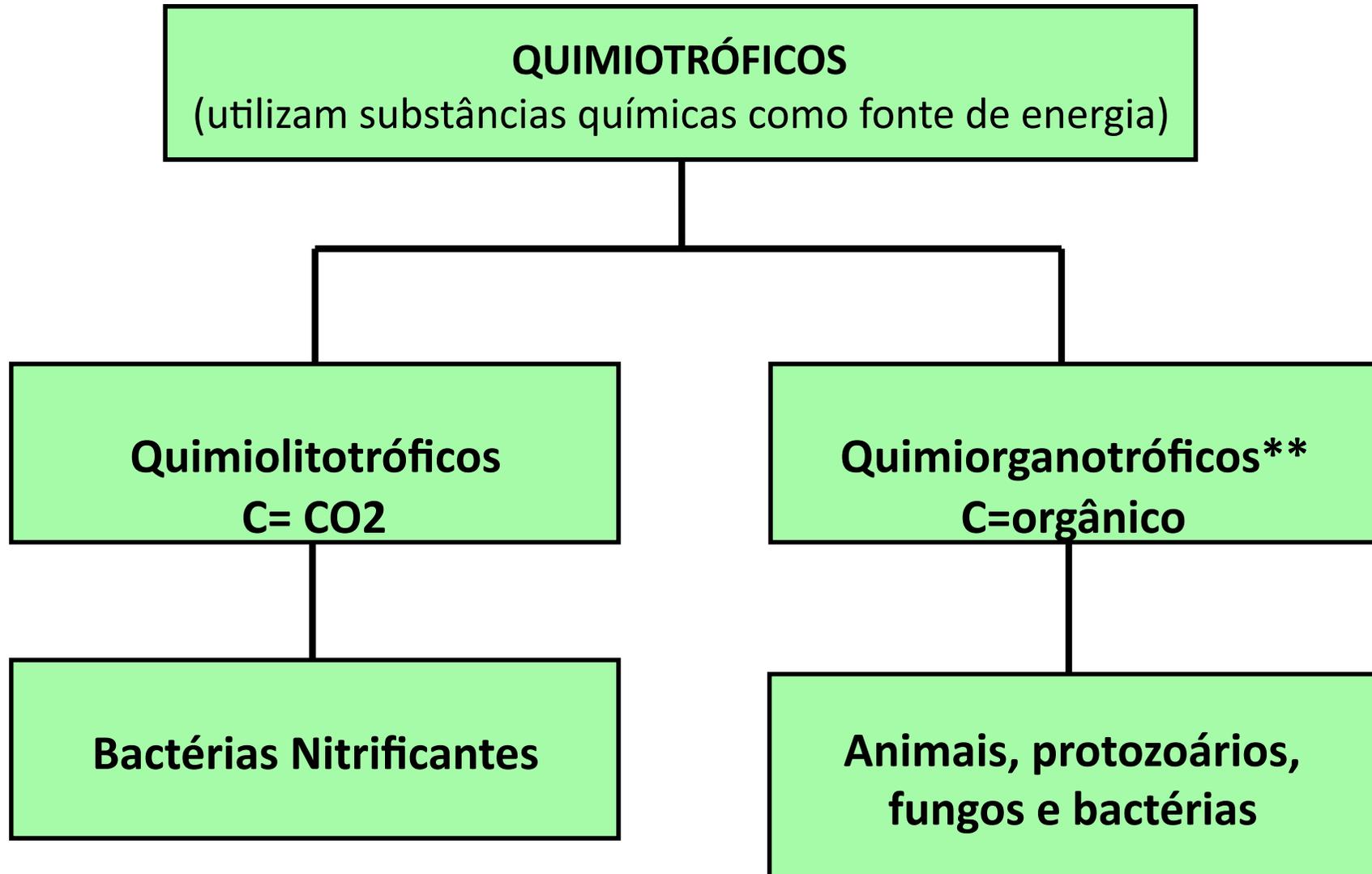
**Transformações que podem ocorrer em solos saturados com água, durante o desenvolvimento de anaerobiose**



# Tipos de metabolismo



# Tipos de metabolismo



## Bibliografia recomendada

