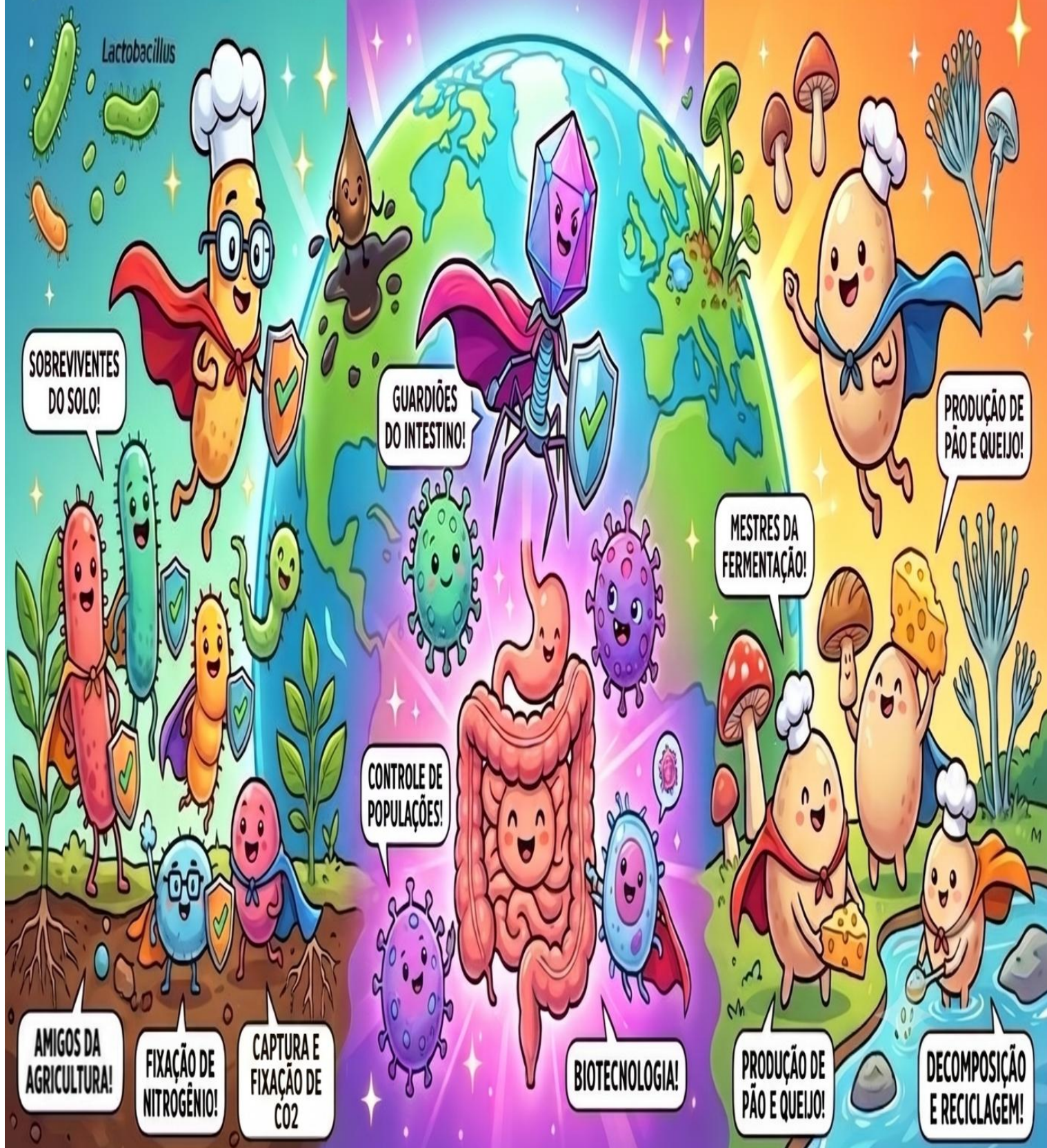


# VÍRUS, BACTÉRIAS E FUNGOS

A vida invisível que protege, alimenta e sustenta o nosso planeta





# VÍRUS, BACTÉRIAS E FUNGOS

A vida invisível que protege, alimenta e sustenta o nosso planeta

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE CAMPUS CUITÊ  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

## CARTILHA EDUCATIVA

### VÍRUS, BACTÉRIAS E FUNGOS

A vida invisível que protege, alimenta e sustenta o nosso planeta

Nota de Apresentação: Cartilha pedagógica e educativa, voltada para a comunidade escolar e público em geral como ferramenta prática de transposição didática e popularização da microbiologia positiva.

#### Autores:

Renally Roomna Costa Silva

Magnólia de Araújo Campos

Diogo Leonardo Santos Silva

BRASIL 2026

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M626 Vírus, bactérias e fungos : a vida invisível que protege, alimenta e sustenta o nosso planeta / Organizado por aluno da Licenciatura em Ciências Biológicas. -- BR, 2026.  
6 p. : il. color.  
1. Microbiologia - Popularização da ciência. 2. Fermentação alimentar. 3. Bioinsumos agrícolas. 4. Decomposição e Biorremediação. I. Universidade Federal. II. Título.

CDD: 579

# 1. INTRODUÇÃO GERAL

## Introdução ao mundo microscópico

Olá, leitor(a)! Quando ouvimos falar em "bactérias", "fungos" ou "vírus", o nosso cérebro automaticamente os associa a infecções, sujeira ou contaminações perigosas. Deste modo, o objetivo central desta cartilha educativa é popularizar a microbiologia positiva, visando uma mudança de paradigma nessa percepção pública; uma vez que a imensa maioria dos seres microscópicos trabalha, continuamente, na nossa sobrevivência, em nossa alimentação e no equilíbrio ecológico de todo o planeta Terra.

Esses minúsculos organismos habitam o ar, o solo, as águas profundas e muitos vivem dentro do nosso corpo em harmonia. Compreender os benefícios desses aliados é o primeiro passo para uma sociedade mais sustentável e alinhada com as tecnologias ecológicas do futuro.

## Na alimentação: os chefs invisíveis

Na culinária tradicional e moderna, os microrganismos executam uma rota bioquímica vital conhecida como fermentação. Ao metabolizarem os açúcares naturais (lactose, maltose e frutose) presentes nas matérias-primas (como o leite, grãos e os sucos), eles geram novos compostos biológicos que transformam texturas, dão sabores característicos e ampliam as qualidades nutricionais dos pratos.

**MECANISMO DA FERMENTAÇÃO:** Leveduras absorvem carboidratos da massa → Liberam moléculas de Gás Carbônico ( $\text{CO}_2$ ) → O gás expande criando alvéolos internos e o pão cresce!



**Figura 1:** Alimentos de consumo diário produzidos via biotecnologia fermentativa. Os *lactobacilos* e leveduras agem modificando a acidez e preservando os alimentos naturalmente.



### O CLUBE DO CAFÉ DA MANHÃ (PRODUÇÃO DE IOGURTE)

- **O que está acontecendo:** Duas bactérias "amigas" chamadas *Lactobacillus* e *Streptococcus* trabalham juntas dentro do leite.
- **Explicação simples:** Elas "comem" o açúcar natural do leite (a lactose) e o transformam em ácido láctico. Esse ácido provoca a desnaturação das proteínas do leite, que é quando a estrutura dessas proteínas se modifica e elas começam a se unir. É esse processo que faz o leite engrossar, virando aquele iogurte cremoso e gostoso que a gente conhece.
- **Benefício:** Além de deixar o iogurte saboroso, esse processo ajuda o nosso corpo a digerir melhor o alimento e protege o nosso intestino.



## A COMUNIDADE DO INTESTINO (MICROBIOTA INTESTINAL)

- **O que está acontecendo:** Cerca de 100 trilhões de microrganismos bons vivem dentro do nosso sistema digestivo, formando uma grande comunidade protetora.
- **Explicação simples:** Esse "time" de bactérias do bem funciona como uma verdadeira fábrica viva dentro da gente. Elas ajudam a digerir os alimentos que comemos e combatem os germes ruins que tentam nos deixar doentes.
- **Benefício:** Elas produzem vitaminas essenciais para o nosso corpo (como a Vitamina K e as do Complexo B) e ajudam até mesmo a regular o nosso humor e o nosso bem-estar diário. Sem elas, nosso corpo ficaria fraco e sem energia!

## O UNIVERSO INVISÍVEL: AMIGOS OU INIMIGOS?

Os microrganismos estão em todos os lugares: no ar, na nossa pele, no solo e nos alimentos. Dependendo de como interagem conosco e com o ambiente, podemos observar diferentes impactos:

- **Microrganismos benéficos ou de interesse biotecnológico** (probióticos e fermentadores): São aqueles cujo nicho ecológico e metabolismo trazem vantagens para os seres humanos. Eles realizam processos como a fermentação, permitindo que o pão cresça e o leite vire iogurte, além de colonizar nosso sistema digestório de forma simbólica, auxiliando no bom funcionamento do organismo.
- **Microrganismos patogênicos** (causadores de doenças): São aqueles que, ao encontrarem condições ideais para se multiplicarem nos alimentos ou no corpo humano, podem causar desequilíbrios. Essa interação pode resultar em deterioração dos alimentos ou em infecções alimentares, manifestadas por sintomas como dores abdominais, vômitos e diarreia.



Para aproveitar o melhor deles e fugir dos perigos, precisamos seguir **4 regras de ouro** no nosso dia a dia. Veja os esquemas abaixo:

### Esquema 1: A regra dos 4 pilares da cozinha segura



## PEQUENOS GESTOS QUE FAZEM TOTAL DIFERENÇA NA SUA VIDA!

### 1. Limpeza geral (higiene é TUDO!)

- **O que fazer:** Lavar bem as mãos antes de tocar na comida, manter o balcão limpo e lavar as verduras em água com hipoclorito (água sanitária própria para alimentos).
- **Por que funciona:** Os microrganismos ruins adoram sujeira. Quando lavamos as mãos e os alimentos, nós "jogamos no ralo" a maior parte dos germes que vieram da rua ou da feira.

### 2. O perigo da "carona" (contaminação cruzada)

- **O que fazer:** Use uma tábua para cortar carne crua e **outra** para cortar o que já está pronto (como queijo ou salada). Nunca use a mesma faca sem lavar!
- **Por que funciona:** A carne crua tem micróbios naturais que morrem no fogo. Mas se você cortar o frango cru e, logo depois, usar a mesma faca para cortar o tomate da salada, os micróbios "pegam carona" na faca e vão direto para o seu estômago.

## O PODER DO FOGO (COZIMENTO ADEQUADO)

- **O que fazer:** Cozinhar bem os alimentos, principalmente carnes, ovos e frango. Nada de carne de frango sangrando ou meio crua!

- **Por que funciona:** Os microrganismos perigosos odeiam o calor. Quando a comida ferve ou assa bem, o calor funciona como um escudo que elimina os germes ruins, deixando o alimento seguro para comer.

#### 4. O truque do gelo (armazenamento na geladeira)

- **O que fazer:** Não deixe a comida pronta fora da geladeira por mais de 2 horas. Guarde tudo em potes tampados.
- **Por que funciona:** No calor da cozinha, os micróbios se multiplicam muito rápido (um único germe pode virar milhões em poucas horas!). O frio da geladeira não mata os bichinhos, mas faz eles ficarem "congelados/dormentes", sem conseguir estragar a comida.



### SINAIS DE ALERTA DE QUANDO NÃO COMER

Preste atenção aos sinais e aprenda a usarem os sentidos (olfato, visão e tato) para identificar o perigo:

- **Lata estufada ou amassada:** perigo total! Pode ser sinal de uma bactéria perigosa chamada *Botulino*, que produz um veneno grave. NÃO CONSUMA, mande direto para o lixo.
- **Cheiro azedo ou cor estranha:** Se a carne mudou de cor ou o feijão está com fios grudentos (com babinha), os micróbios estragadores já tomaram conta. Não adianta nem ferver, tem que descartar.
- **Pão com mofo (bolor):** Não adianta cortar só a parte verde/preta e comer o resto! As "raízes" do fungo são invisíveis e já se espalharam por todo o pedaço de pão.



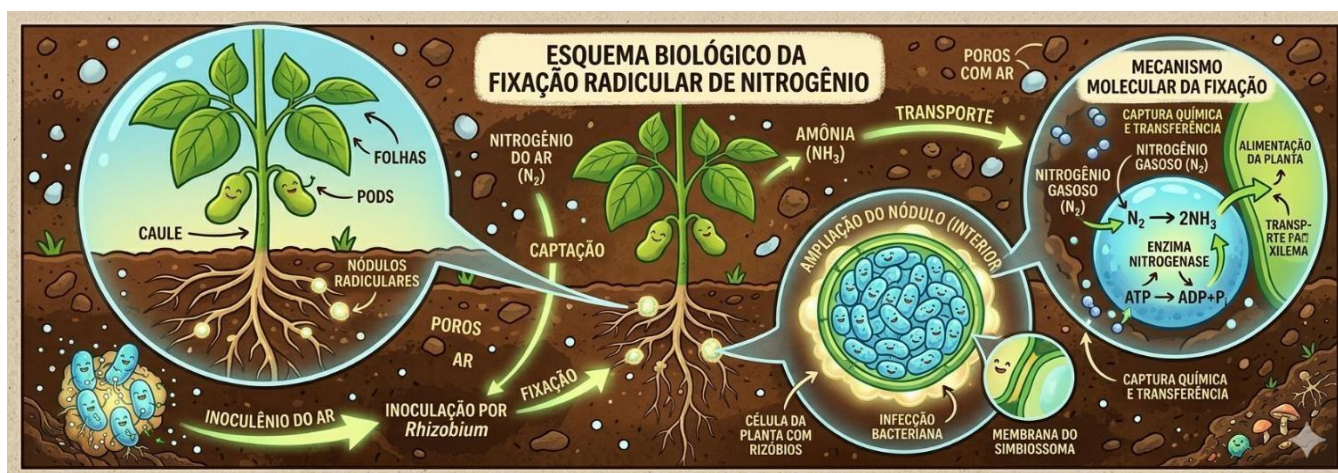
### 3. AGRICULTURA ECOLÓGICA & MEIO AMBIENTE

#### Na agricultura: os bioinsumos sustentáveis

As plantas demandam nutrientes essenciais para se desenvolverem. Contudo, macronutrientes como o nitrogênio gasoso ( $N_2$ ) atmosférico não conseguem ser fixados de forma direta pelos vegetais. Em vez de utilizar toneladas de fertilizantes nitrogenados industriais sintéticos, que poluem lençóis freáticos e causam danos ao solo, à agricultura orgânica e a agroecologia moderna utilizam os chamados bioinsumos (fertilizantes vivos).

#### Bactérias fixadoras de Nitrogênio (Gênero *Rhizobium*)

Essas bactérias se associam de maneira simbiótica e mutualística às raízes de leguminosas (como feijão, soja e ervilha), criando pequenas esferas visíveis chamadas nódulos radiculares. O mutualismo é como uma parceria de melhores amigos, onde os dois lados se ajudam e todo mundo sai ganhando! Nessa parceria, as bactérias coletam o nitrogênio do ar e o transformam em um alimento que a planta consegue usar para crescer forte. Em troca, a planta protege as bactérias dentro de suas raízes e divide com elas os açúcares que produz através da fotossíntese.



#### Fungos micorrízicos radiculares

Penetram e estendem o córtex radicular por meio de filamentos microscópicos (hifas), ampliando a superfície de absorção de água e fósforo profundo em até dez vezes, conferindo resistência hídrica crucial em épocas de estiagem e seca prolongada.

#### Os faxineiros ecológicos

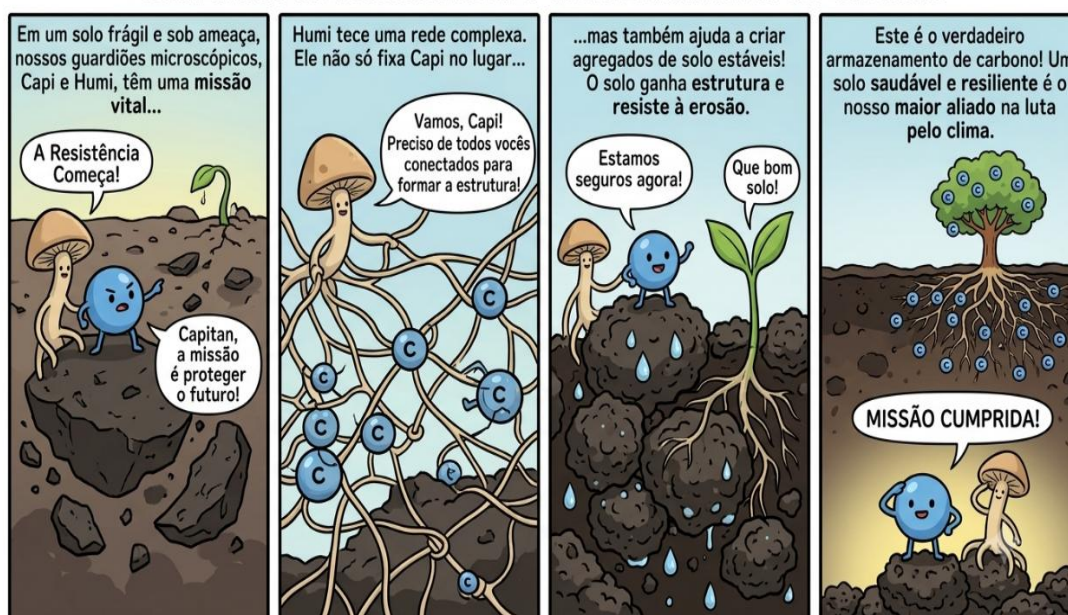
Se todo material orgânico originário de seres mortos permanecesse inalterado, a superfície terrestre entraria em colapso por acúmulo de matéria. Os fungos saprófitas e bactérias sapróbias realizam o ciclo biogeoquímico fundamental da decomposição. Eles quebram a celulose, lignina e restos celulares, transformando detritos em matéria inorgânica simples e húmus fértil, reiniciando o ciclo da vida das florestas.

## GUARDIÕES DA CAATINGA: O TRABALHO SOB A TERRA



### Guardiões da Resistência: o armazenamento de carbono

#### Guardiões da Resistência: o armazenamento de carbono

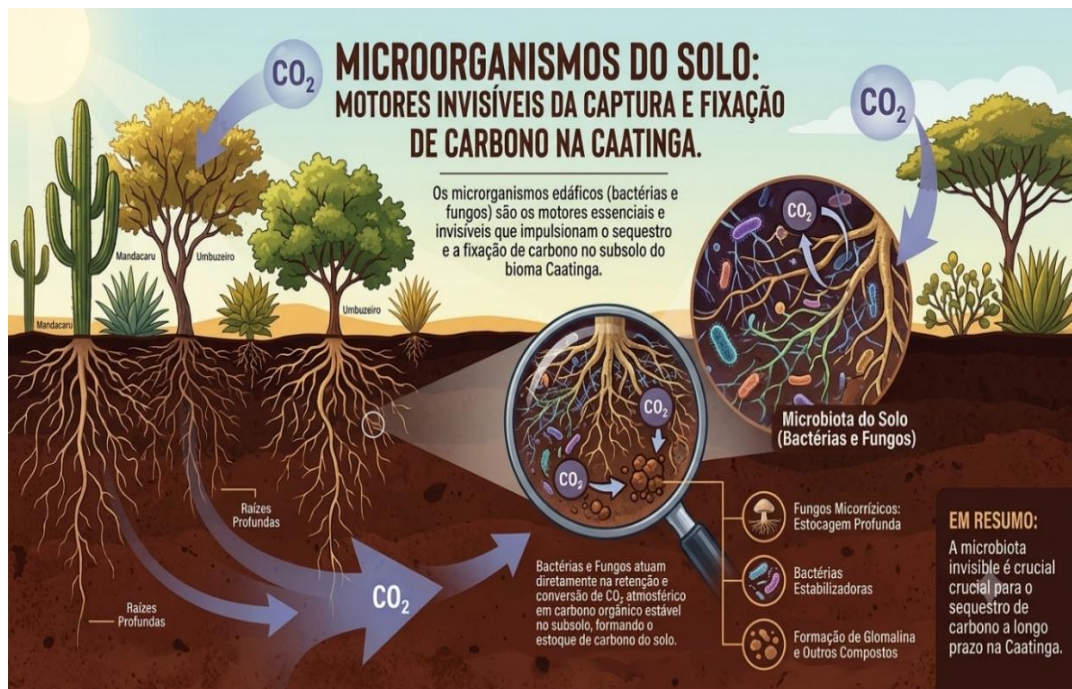


**O que está acontecendo:** Embaixo da terra do nosso semiárido nordestino, em algumas partes da Caatinga, existe uma rede fantástica de seres microscópicos que vivem grudados ou dentro das raízes das plantas xerófitas (como cactos e arbustos nativos).



**Explicação simples:** Os fungos micorrízicos trabalham duro ajudando o solo a estocar e guardar carbono orgânico. Esse processo deixa o solo mais rico e estruturado, o que dá uma força enorme para que as plantas consigam crescer muito mais fortes e fiquem super resistentes aos longos períodos de seca! Além dos fungos, bactérias protetoras e vírus ambientais agem como verdadeiros gerentes de estoque, controlando perfeitamente quanto carbono fica guardado na terra e quanto fica livre no ecossistema.

### Usinas microscópicas: a transformação do gás carbônico

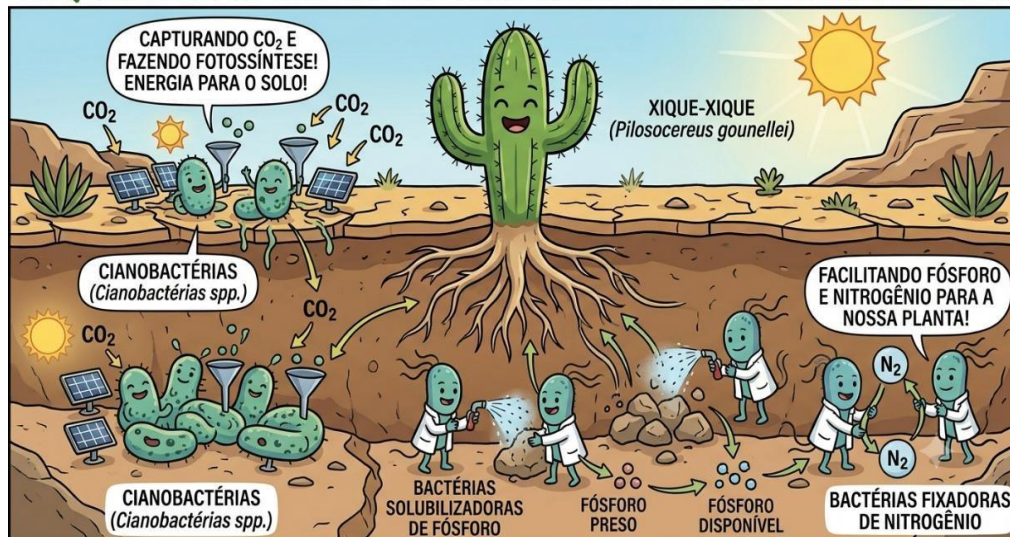


**O que está acontecendo:** Os microorganismos do solo (bactérias e fungos) são os verdadeiros motores invisíveis da captura e fixação de carbono na Caatinga. Eles atuam diretamente na captura e fixação do CO<sub>2</sub> no subsolo. Em áreas da Caatinga onde o solo é mais desidratado e quase não existe vegetação visível na superfície, bactérias muito especiais entram em ação.

**Explicação simples:** Um grande exemplo são as **cianobactérias**. Elas funcionam como mini-usinas solares: conseguem capturar o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) do ar e, por meio da fotossíntese, transformam esse gás em matéria orgânica rica. Esse material serve como base de alimentação para diversos outros seres vivos do solo. Graças a elas, a vida se sustenta mesmo nos lugares mais áridos!

## Super-estímulo no crescimento das plantas

### ESQUEMA DA RIZOSFERA DA CAATINGA: CAPTURA DE NUTRIENTES



Bem pertinho das raízes, no espaço que chamamos de rizosfera, habita uma equipe seleta de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Elas atuam em três frentes incríveis:

- **Injeção de nutrientes:** Elas capturam o nitrogênio do ambiente e colocam direto no solo, entregando esse nutriente vital prontinho para a planta.
- **Chave do fósforo:** Elas dissolvem (solubilizam) o fósforo que estava "preso" e duro nas rochas e na terra seca, deixando-o bem fácil para ser sugado pelas raízes.
- **Hormônios do Bem:** Elas fabricam substâncias naturais que estimulam o crescimento acelerado e o fortalecimento das raízes.

**Resultado:** Toda essa maravilhosa cooperação invisível faz com que a nossa Caatinga consiga se manter verde, equilibrada, cheia de vida e pronta para vencer os maiores desafios do clima semiárido!

### O HERÓI DO SOLO (FIXAÇÃO DE NITRÓGENIO)



- **O que está acontecendo:** Uma bactéria boazinha chamada *Rhizobium* mora escondida dentro de



pequenas “bolinhas” (nódulos) nas raízes de plantas como o feijoeiro.

- **Explicação simples:** As plantas precisam de um nutriente chamado Nitrogênio para crescerem fortes, mas elas não conseguem pegar esse gás direto do ar sozinhas. A bactéria *Rhizobium* faz esse trabalho difícil: ela puxa o nitrogênio do ar e entrega “mastigadinhos” para a planta.
- **Benefício:** A planta cresce saudável e cheia de energia, e o agricultor não precisa gastar dinheiro comprando adubos químicos pesados. É uma parceria onde todo mundo ganha!

## 4. OS VÍRUS PROTETORES E O EQUILÍBRIO DA VIDA

---

Embora a maioria das pessoas associe os vírus a doenças, a grande realidade é que a maior parte deles não causa mal aos seres humanos e desempenha papéis vitais para a saúde do planeta. Um exemplo fascinante são os bacteriófagos, vírus especializados em infectar exclusivamente bactérias. No nosso intestino, eles agem como guardiões ecológicos, controlando as populações bacterianas para manter o equilíbrio da microbiota. Da mesma forma, nos oceanos, esses vírus regulam a quantidade de microalgas e bactérias marinhas, garantindo a circulação de nutrientes na cadeia alimentar. Sem esses predadores microscópicos, tanto a nossa harmonia interna quanto os ecossistemas globais entrariam em colapso pelo excesso de microrganismos, provando que os vírus são peças essenciais para manter a Terra viva.

### **Mundo científico: os vírus também ajudam!**

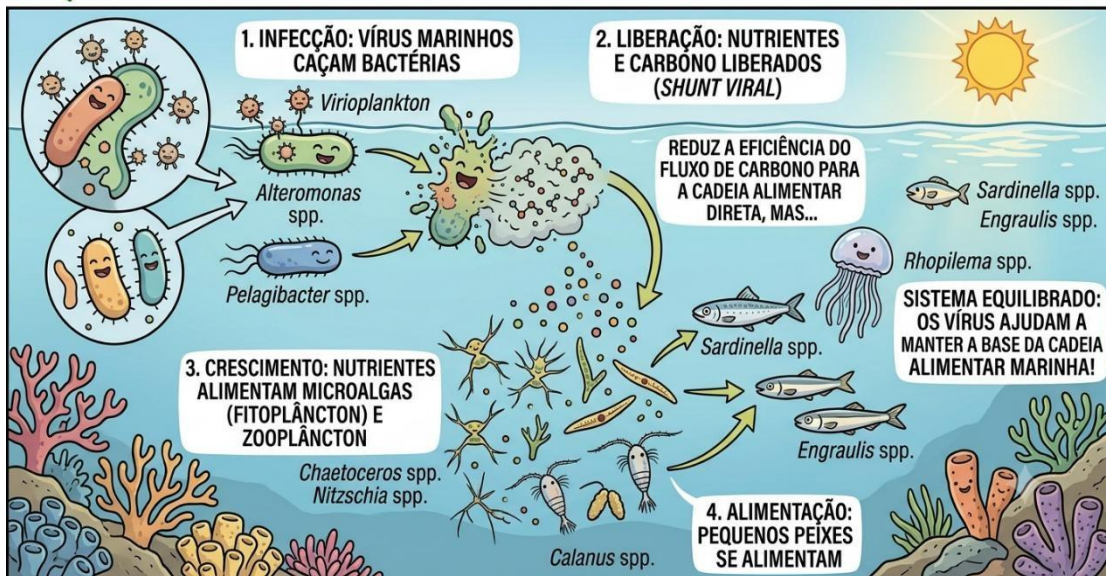
Você sabia que nem todo vírus causa doenças? Existem vírus chamados **bactériófagos** que atacam apenas bactérias ruins, ajudando a controlar infecções e mantendo os ecossistemas equilibrados e saudáveis!

## O EQUILÍBRIO DOS OCEANOS E DAS FLORESTAS

No meio ambiente, os vírus desempenham uma função ecológica insubstituível chamada de **Shunt Viral** (ou desvio viral). Nos oceanos, por exemplo, os vírus marinhos infectam trilhões de microrganismos a cada minuto. Ao romparem essas células, eles liberam matéria orgânica e carbono diretamente na água.

**Por que isso importa?** Esse material liberado serve de alimento essencial para o plâncton e microalgas que formam a base de toda a cadeia alimentar dos mares. Sem a atuação cirúrgica desses vírus limpadores e recicladores, os oceanos ficariam sem nutrientes e o ciclo global de carbono entraria em colapso total.

## ESQUEMA: O CICLO DOS VÍRUS NOS MARES - RECICLAGEM DE NUTRIENTES



## OS FAXINEIROS DO MAR (BIORREMEDIAÇÃO)

- **O que está acontecendo:** Microrganismos especiais atuam como verdadeiros super-heróis ecológicos quando acontece algum acidente com poluição no meio ambiente.
- **Explicação simples:** Quando ocorre um vazamento de petróleo ou óleo no mar, esses microrganismos entram em ação. Eles conseguem "comer" e quebrar as moléculas do óleo tóxico, transformando o que era veneno em substâncias limpas e inofensivas.
- **Benefício:** Eles limpam a água da natureza de forma natural, salvando os peixes e impedindo que o nosso planeta se torne um grande lixão poluído.





## 5. CURIOSIDADES, REGULAMENTAÇÃO & REFERÊNCIAS PRINCIPAIS

Indo além da decomposição biológica natural, cientistas utilizam atualmente o processo de biorremediação: o emprego planejado de microrganismos geneticamente selecionados ou nativos capazes de metabolizar poluentes pesados, como manchas de petróleo derramadas nos mares ou microplásticos em aterros, convertendo compostos tóxicos industriais em subprodutos limpos e inertes.

### CURIOSIDADES BIOLÓGICAS ADICIONAIS

- **A microbiota humana:** No nosso corpo existem cerca de 39 trilhões de microrganismos na nossa pele e intestino (a microbiota humana). Eles produzem vitaminas, defendem contra germes ruins e regulam até nosso humor!
- **O cheirinho de chuva tem nome e donos!** Aquele cheiro de terra molhada pós-chuva chama-se *geosmina*, substância produzida por um grupo de bactérias benéficas do solo chamadas Actinomicetos.
- **A descoberta histórica da penicilina:** A penicilina, primeiro antibiótico que salvou milhões de vidas, foi descoberta por acaso a partir de um fungo verde comum (*Penicillium*) que contaminou uma placa de laboratório.

### CANAIS OFICIAIS, PORTAIS GOVERNAMENTAIS E REGULAMENTAÇÃO NO BRASIL

A pesquisa, manipulação comercial, registro de adubos biológicos e incorporação de probióticos na indústria alimentar nacional seguem diretrizes legais rígidas e fiscalizadas por portais federais brasileiros legítimos:

|                              |                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ANVISA<br>gov.br/anvisa      | Agência Nacional de Vigilância Sanitária: Estabelece as regras técnicas, limites microbiológicos, critérios de segurança sanitária de insumos alimentícios e regulamentação de cepas probióticas no comércio.       |
| MAPA<br>gov.br/agricultura   | Ministério da Agricultura e Pecuária: Coordena e fiscaliza as diretrizes do Programa Nacional de Bioinsumos, inspecionando fábricas de inoculantes e liberando o uso seguro de cepas na produção de grãos nacional. |
| Embrapa<br>embrapa.br        | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Principal polo nacional de pesquisa pública em biotecnologia do solo, desenvolvendo estirpes bacterianas de alta performance agrícola e sustentável.                   |
| CTNBio / MCTI<br>gov.br/mcti | Comissão Técnica Nacional de Biossegurança: Presta apoio técnico-consultivo ao Governo Federal na formulação de normas protetivas ligadas à biossegurança de organismos geneticamente modificados ou exóticos.      |

### Referências Bibliográficas

- EMBRAPA SOJA. **Fixação biológica de nitrogênio:** o motor sustentável da agricultura brasileira. Londrina: Embrapa Soja, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br>. Acesso em: 20 jul. 2026.
- MADIGAN, Michael T. *et al.* **Microbiologia de Brock**. 14. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 1142 p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (Brasil). **Programa Nacional de Bioinsumos**. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura>. Acesso em: 20 jul. 2026.
- SANTOS, J. C. *et al.* **Microbiologia ecológica e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitaria, 2022.
- SUTTLE, Curtis A. Marine viruses: major players in the global ecosystem. **Nature Reviews Microbiology**, v. 5, n. 10, p. 801-812, 2007.
- TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 960 p.

#### DIREITOS DE USO DAS IMAGENS

Todas as ilustrações desta cartilha foram produzidas por **RENALLY ROONNA COSTA SILVA**, com auxílio da ferramenta **CANVA PRO**, exclusivamente para fins acadêmicos, no âmbito deste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). As imagens foram geradas especificamente para esta cartilha e não reproduzem fotografias ou ilustrações