



**INSTITUTO FEDERAL  
SÃO PAULO  
Campus São Roque**

# BOTÂNICA I

## Aula 2

Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos

[fernandosrq@gmail.com](mailto:fernandosrq@gmail.com)

[www.fernandosantiago.com.br/botanicaI.htm](http://www.fernandosantiago.com.br/botanicaI.htm)

(13) 988-225-365

# CONTEÚDO DA AULA

- Cianobactérias

# 1. Visão geral



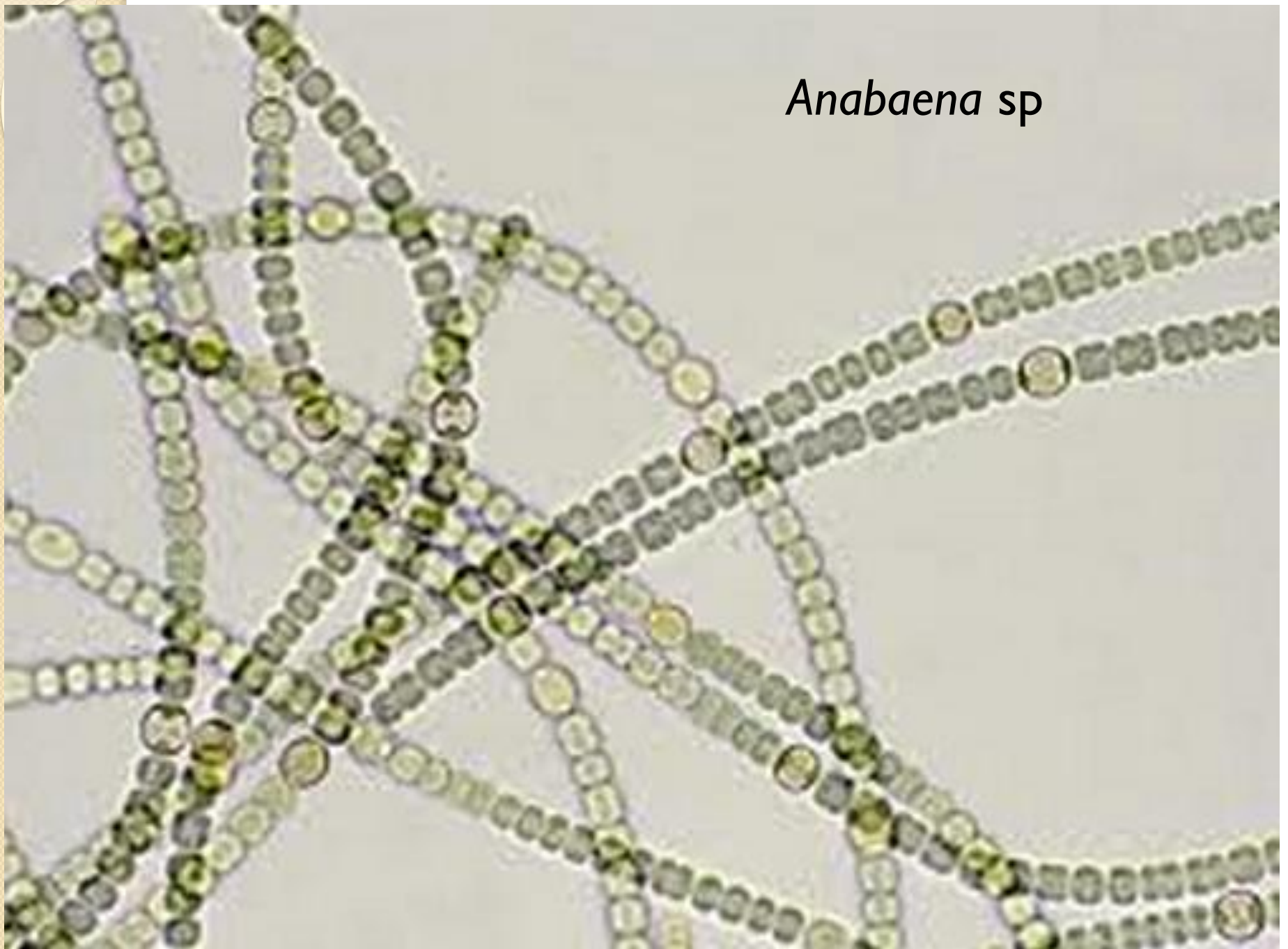
acinetos

*Anabaena*,  
cianobactéria  
fixadora de  
nitrogênio.

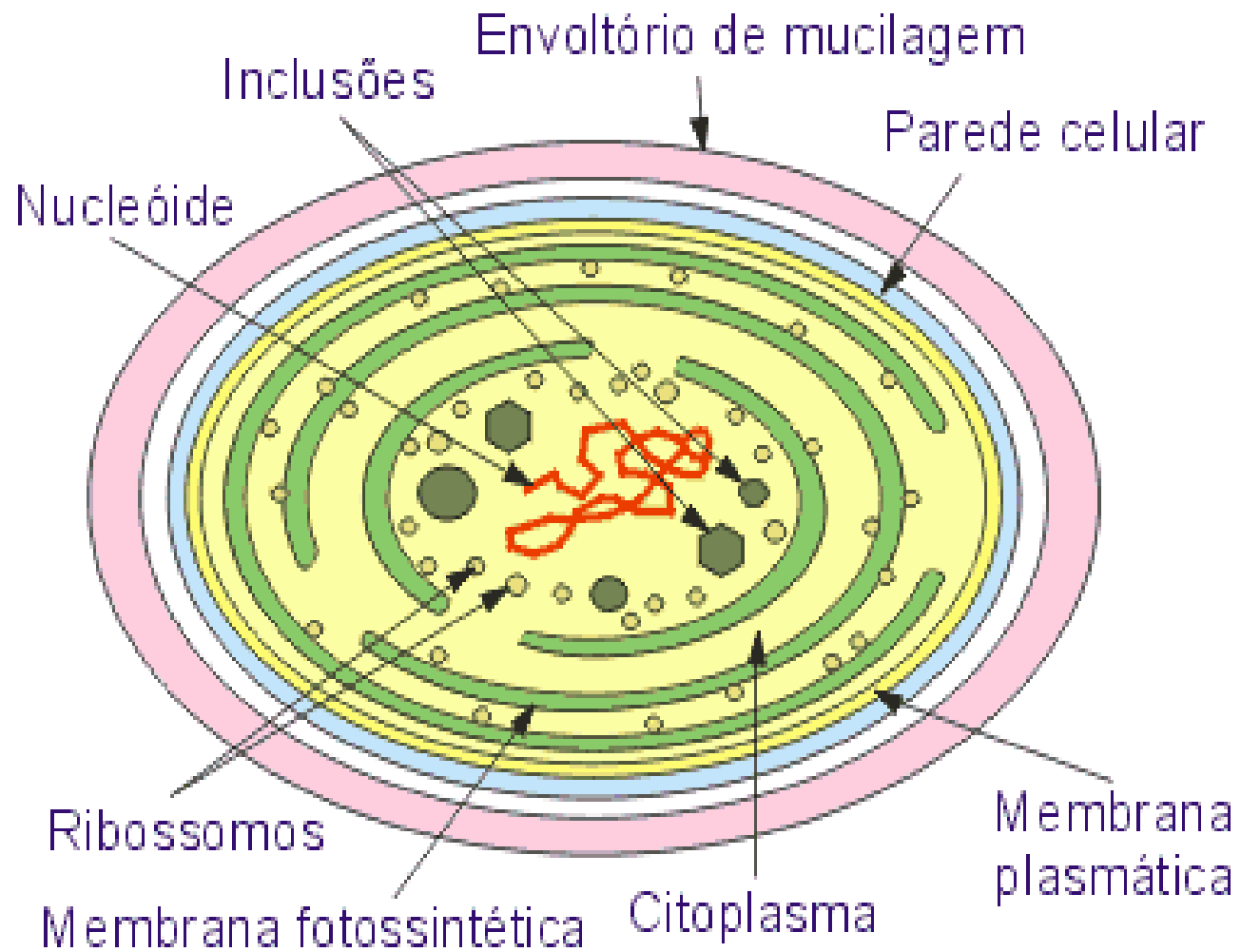
Colônia formada  
por células em  
forma de barril  
unidas em uma  
matriz gelatinosa.

Ocorrem  
**heterocistos** e  
**acinetos**.

*Anabaena* sp

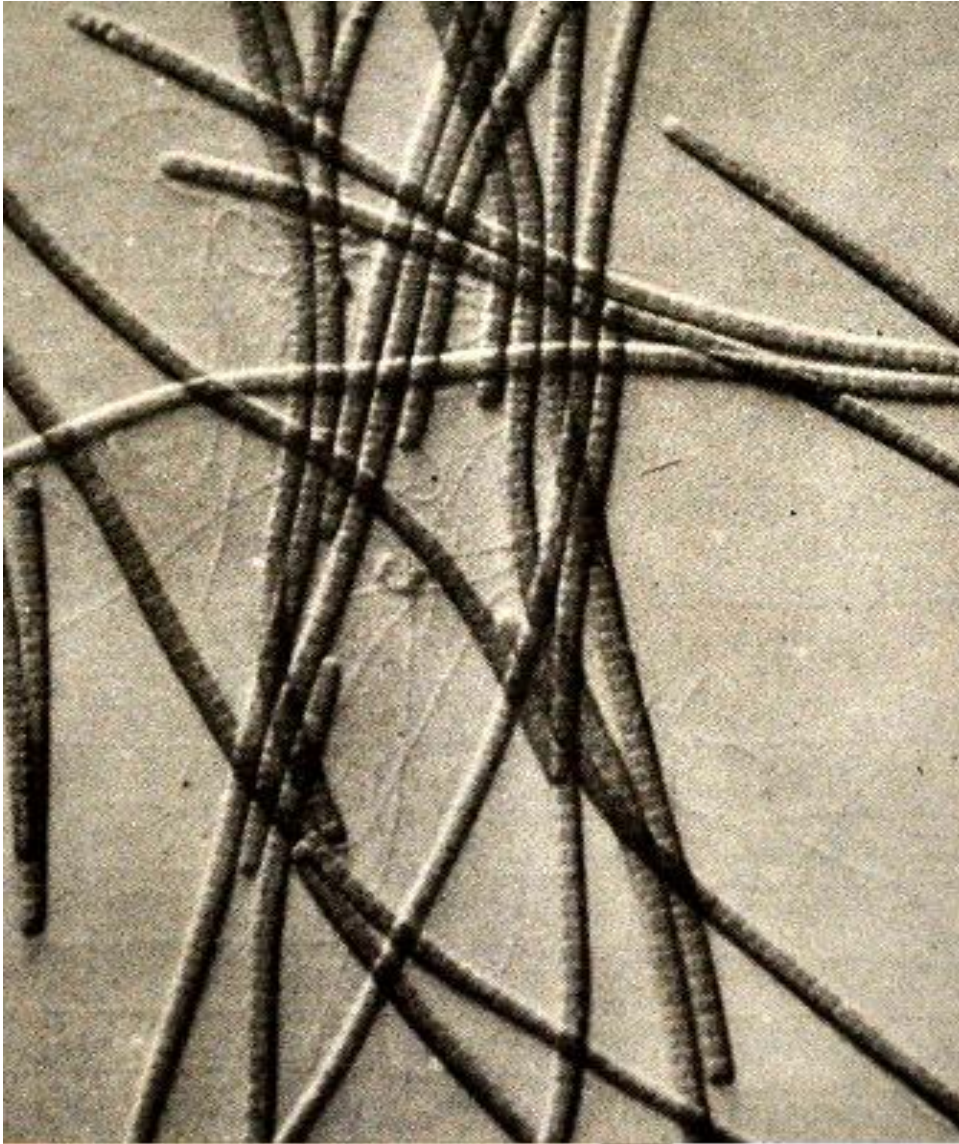


# 1. Visão geral





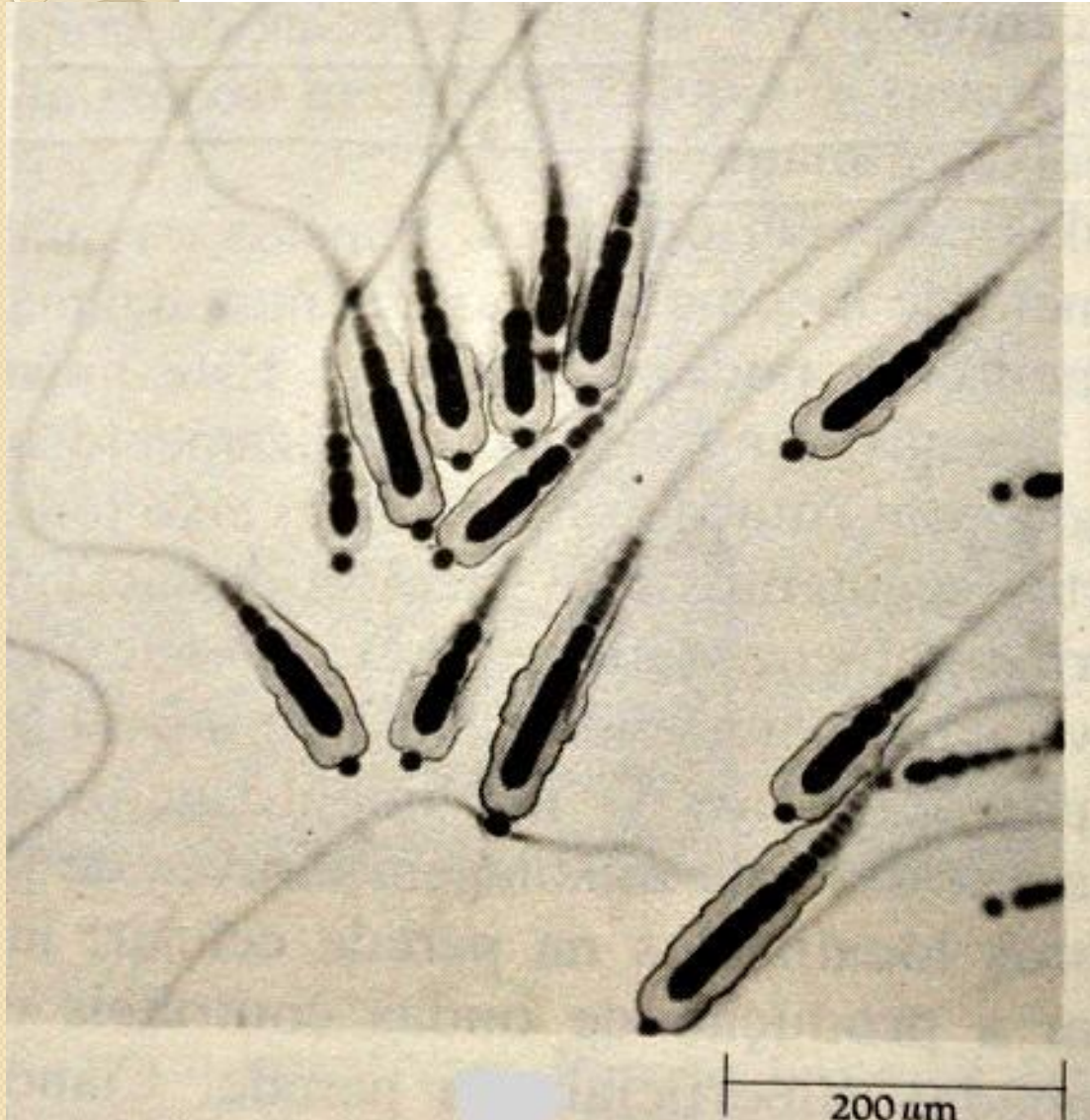
# 1. Visão geral



*Oscillatoria*,  
forma  
filamentosa na  
qual a única  
maneira de se  
reproduzir  
consiste na  
fragmentação  
dos filamentos.

(RAVEN et al., 1978,  
p. 214)

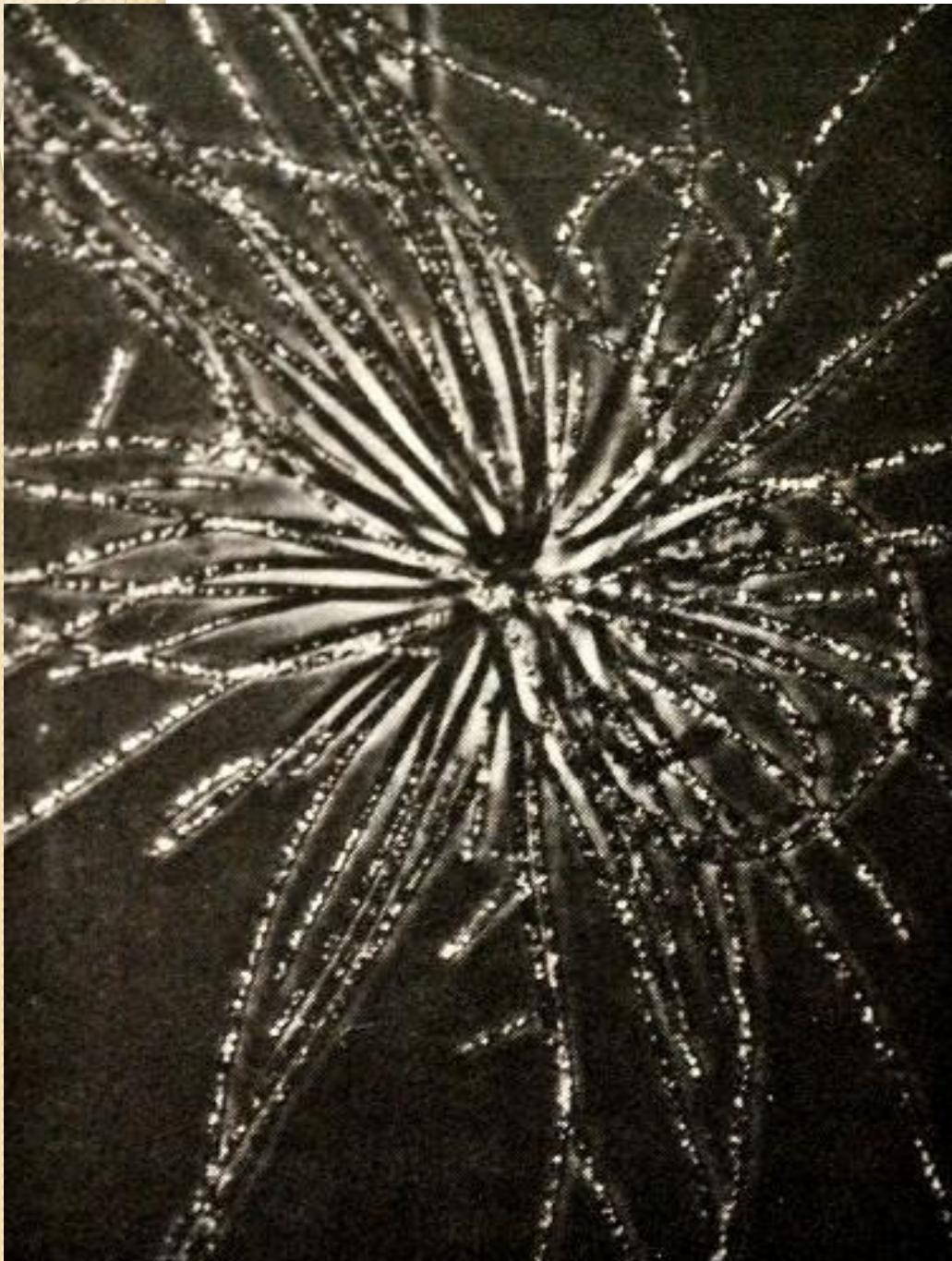
# 1. Visão geral



*Gloeotrichia*, forma filamentosa que origina um heterocisto basal. Diferentemente de *Oscillatoria*, esta cianobactéria pode gerar acinetos, os quais surgem exatamente acima dos heterocistos.

(RAVEN et al., 1978, p. 214)





*Thiothrix*, uma bactéria filamentosa quimiossintetizante desprovida de clorofila. Esta espécie obtém energia a partir da oxidação do ácido sulfídrico. Os filamentos, inseridos ao substrato pela base formando uma 'roseta', estão cheios de gotículas de enxofre. Em algumas classificações, já foram incluídas entre as cianobactérias, como em Raven et al. (1978, p. 214).





Massas gelatinosas de *Nostoc commune*, cada uma contendo centenas de filamentos. Em ambientes dulcícolas é comum a visualização de massas globulosas semelhantes às de *Nostoc*, podendo ser de colônias de outras espécies.

(RAVEN et al., 1978, p. 214)





Divisão celular de *Anabaena*. Detalhe para as margens da célula em crescimento para o interior da célula. Não há formação de placa celular. (RAVEN et al., 1978, p. 217)





Dezenas de milhares de filamentos da cianobactéria planctônica *Trichodesmium* dão coloração avermelhada ao Mar Vermelho em suas típicas 'florescências' marinhas



[http://pt.wikipedia.org/wiki/Mar\\_Vermelho](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mar_Vermelho)

<http://www.coas.oregonstate.edu/index.cfm?fuseaction=content.display&pageID=589>



## 2. Características exclusivas

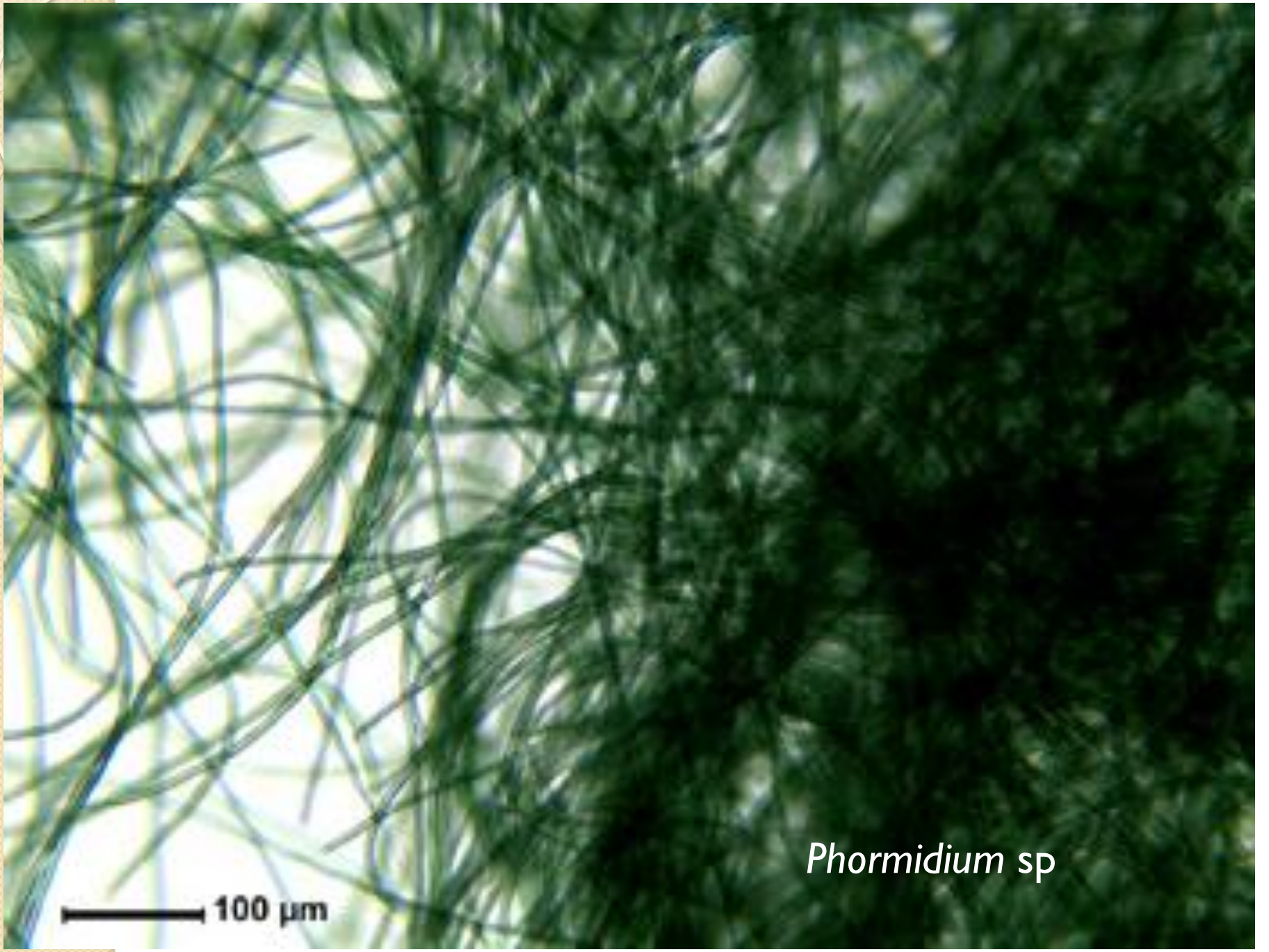
**Heterocistos** → células especializadas em fixar nitrogênio, maiores com parede **multiestratificada**.

Alguns acinetos são muito resistentes a condições adversas do ambiente – germinação pode ocorrer após décadas de latência!

**Acinetos** → **esporos** de paredes grossas, com acúmulo de **grânulos de cianoficina proteica**, originadas de células vegetativas (sem potencial germinativo).

## 2. Características gerais

1. Procariontes fotossintetizantes.
2. Responsáveis pelo acúmulo de  $O_2$  na atmosfera primitiva ( $\rightarrow$  formação de  $O_3$ ).
3. Clorofila-a (presente em eucariontes verdes).
4. Vários pigmentos acessórios (carotenoides, ficocianina e ficoeritrina).



*Phormidium* sp

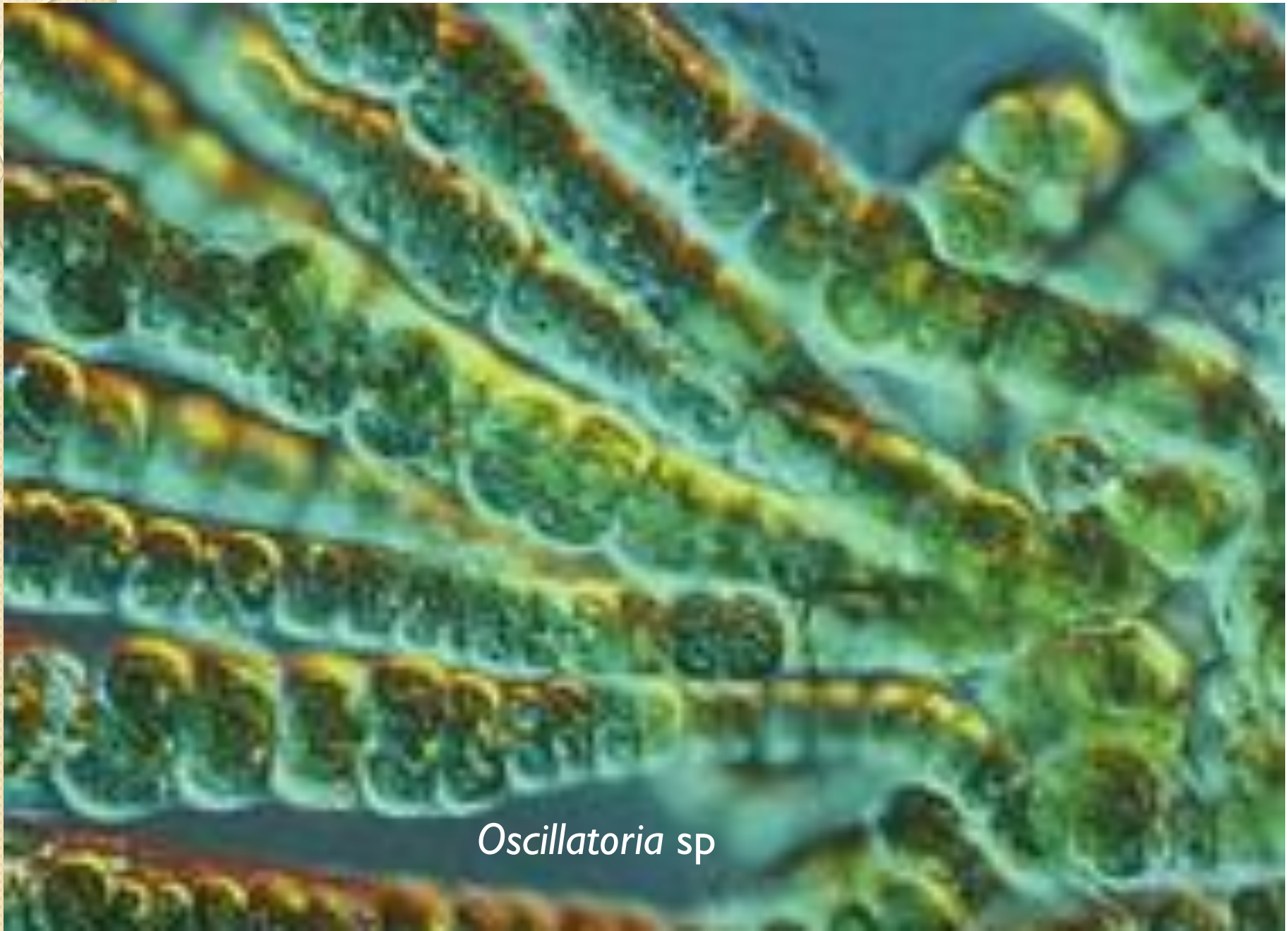
100 μm



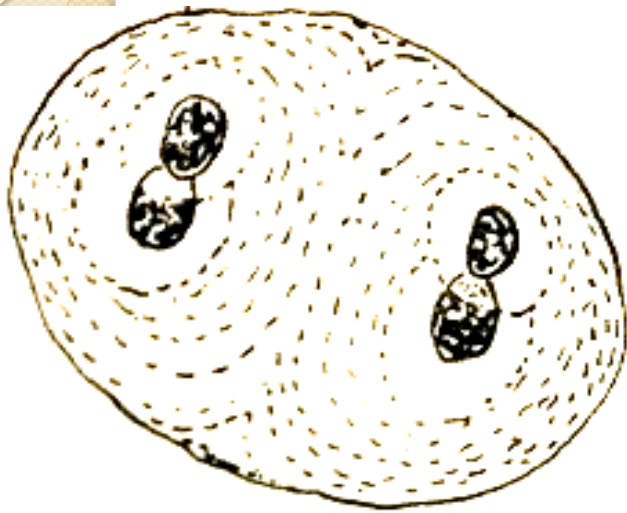
## 2. Características gerais

5. Clorofila-a e pigmentos acessórios não encerrados em plastos → espalhados em sistema de membranas na porção periférica da célula.

6. Parede celular não celulósica → mesmo tipo de polissacarídeo presente na parede das bactérias; além disso, parede contém lipopolissacarídeos (Gram Negativas).



*Oscillatoria* sp



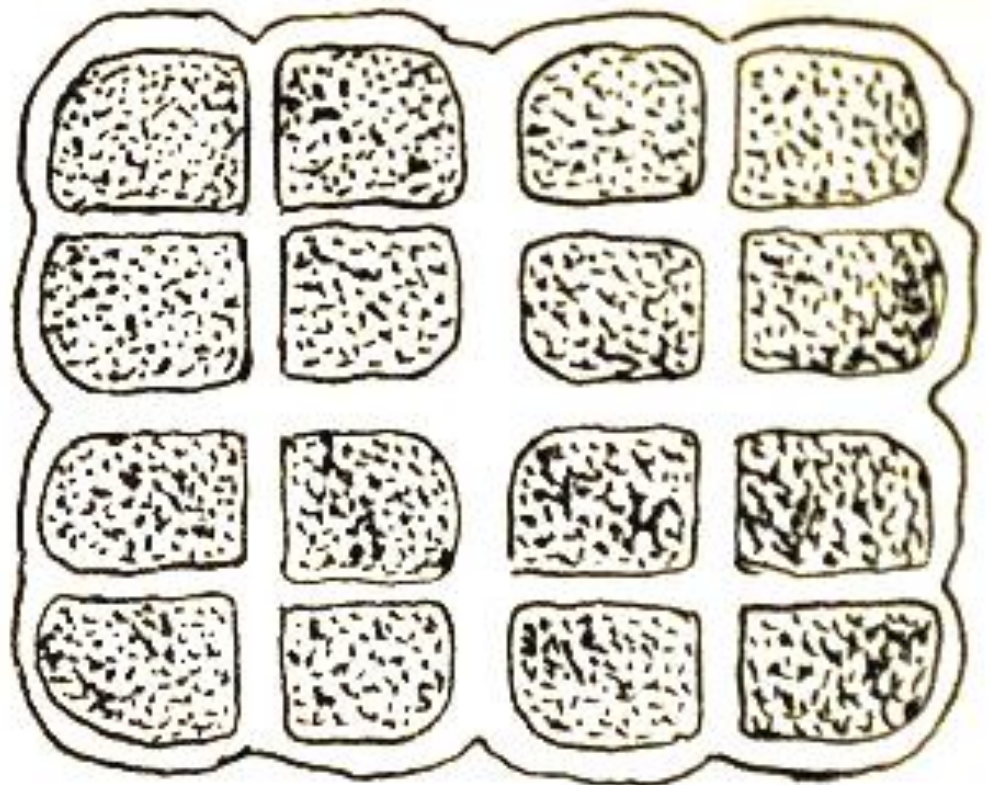
Duas colônias de *Anacystis*, com destaque para a camada de muco extracelularmente

(JOLY, 1977, p. 14)



Aspecto de uma colônia de *Agmenellum*

(JOLY, 1977, p. 14)

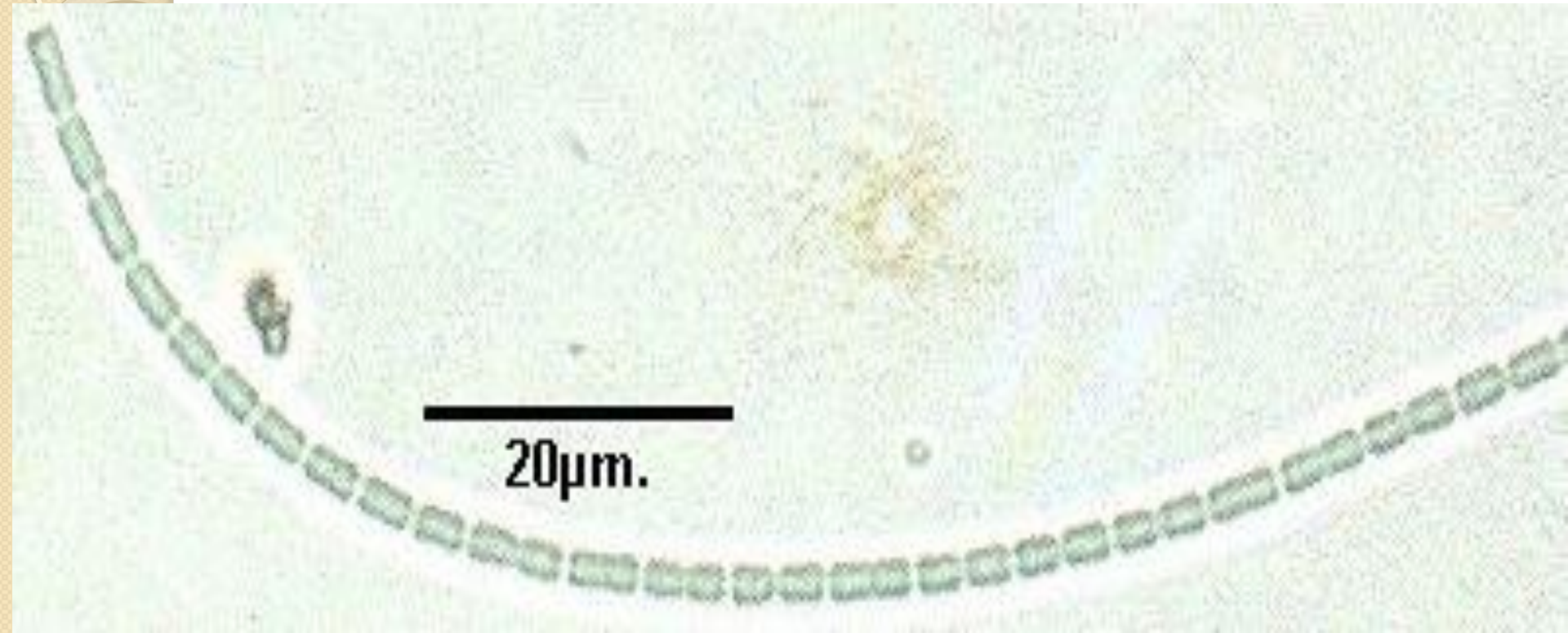




## 2. Características gerais

7. Reserva energética hidrocarbonada é um polissacarídeo (“**amido das cianofíceas**”), muito semelhante ao glicogênio; também há acúmulo de lipídios e proteínas (Gram -).

8. Microscópicas (individualmente) → com frequência formam massas com mais de 1m de comprimento.



*Pseudanabaena* sp

## 2. Características gerais

9. Unicelulares ou filamentosas (algumas com filamentos ramificados); algumas espécies formam placas ou colônias irregulares.
10. Pan-germinativas (qualquer célula pode dividir-se → subunidades que, ao se afastarem, formam novas colônias).



## 2. Características gerais

11. Células interligam-se na colônia por meio de suas paredes externas ou bainhas gelatinosas → ‘pseudo-multicelularidade’ (cada célula tem vida independente).
12. Reprodução por divisão celular → formas coloniais e filamentosas exibem diversos tipos de fragmentação do talo (fragmentos multicelulares: **hormogônias**).



## 2. Características gerais

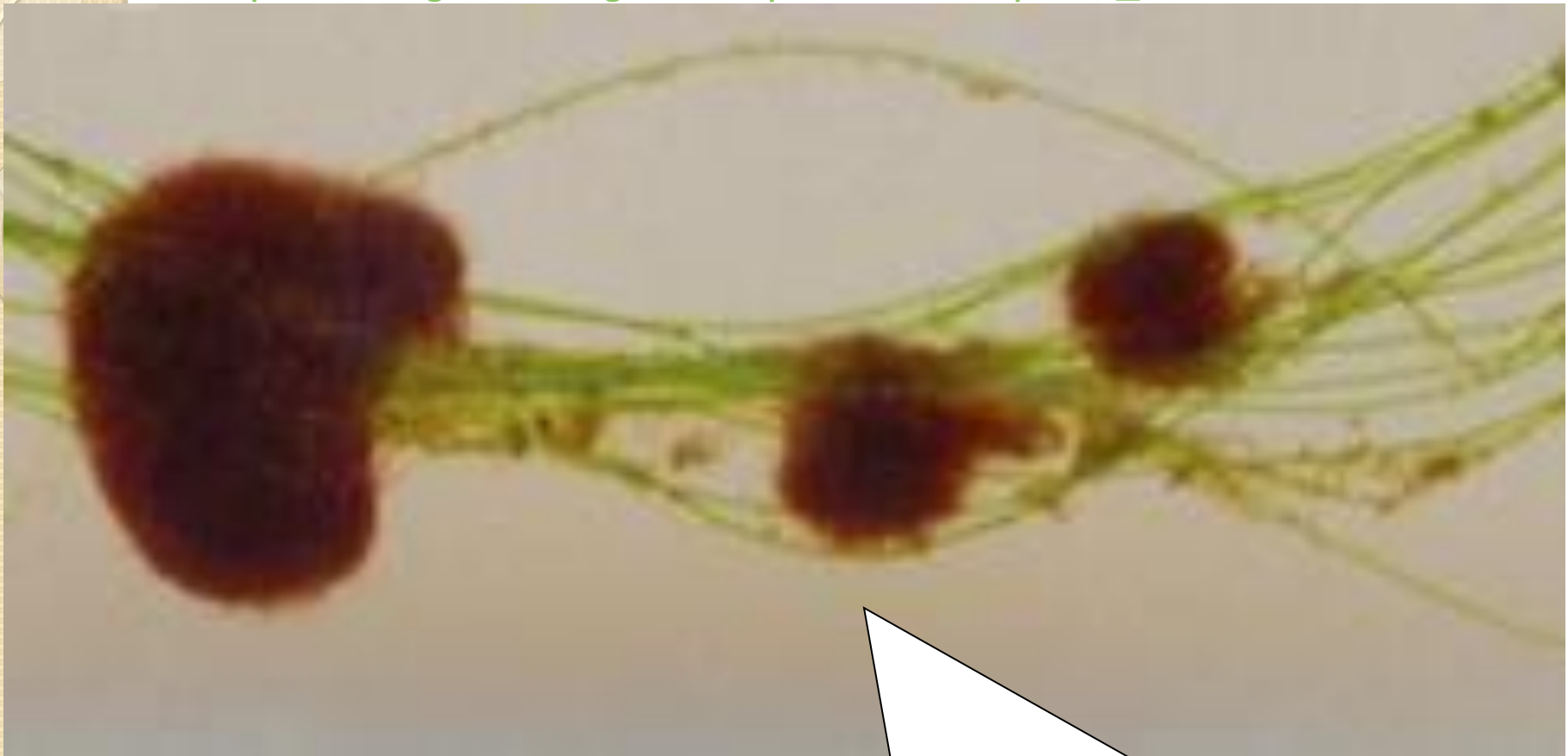
13. Recombinação genética idêntica à das bactérias → **transformação** (mediante incorporação de DNA exógeno) observada experimentalmente.

14. Algumas espécies de cianobactérias são terrestres, colonizando rochas ou solo úmido → fixação do nitrogênio atmosférico (participação no ciclo biogeoquímico do nitrogênio).



### 3. Taxonomia

1. Dificuldade de delimitação das espécies: 7.500 propostas, cerca de 200 espécies não-simbióticas catalogadas e reconhecidas.
2. Distribuição ampla de muitas espécies (ex: *Microcoleus vaginatus* → solo úmido, água doce ou salobra, da Groenlândia à Antártida, do Vale da Morte ao cume de diversas montanhas).



Sob condições ambientais variáveis, uma única colônia de *Microcoleus vaginatus* pode sofrer alterações tão grandes que seus indivíduos podem aparentar pertencer a mais de 10 espécies distintas!

### 3. Ecologia

1. Crescem em meios inóspitos muitas vezes (água fervendo de fontes termais, lagos gelados do Ártico e da Antártida).
2. Pioneiras na colonização (ex. recém-emersa ilha de Surtsey, próxima à Islândia).
3. Inexistentes em águas ácidas → predomínio das algas eucarióticas.



Processo de  
eutrofização





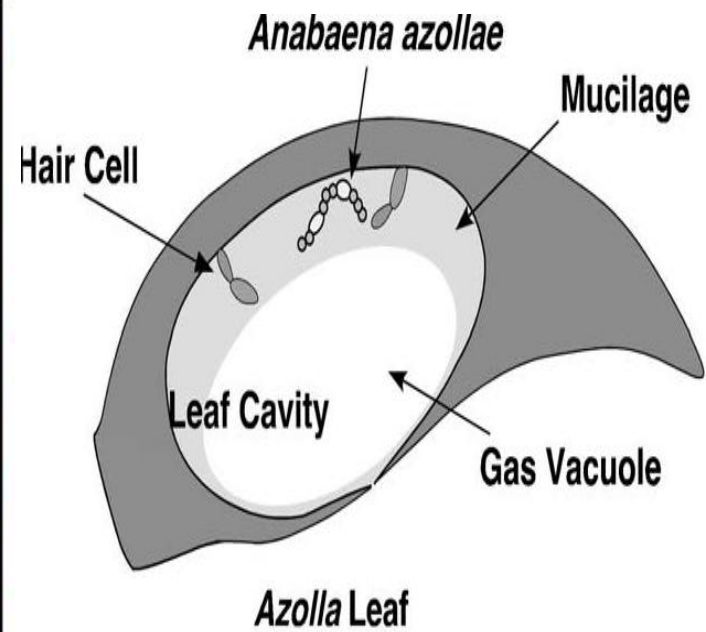
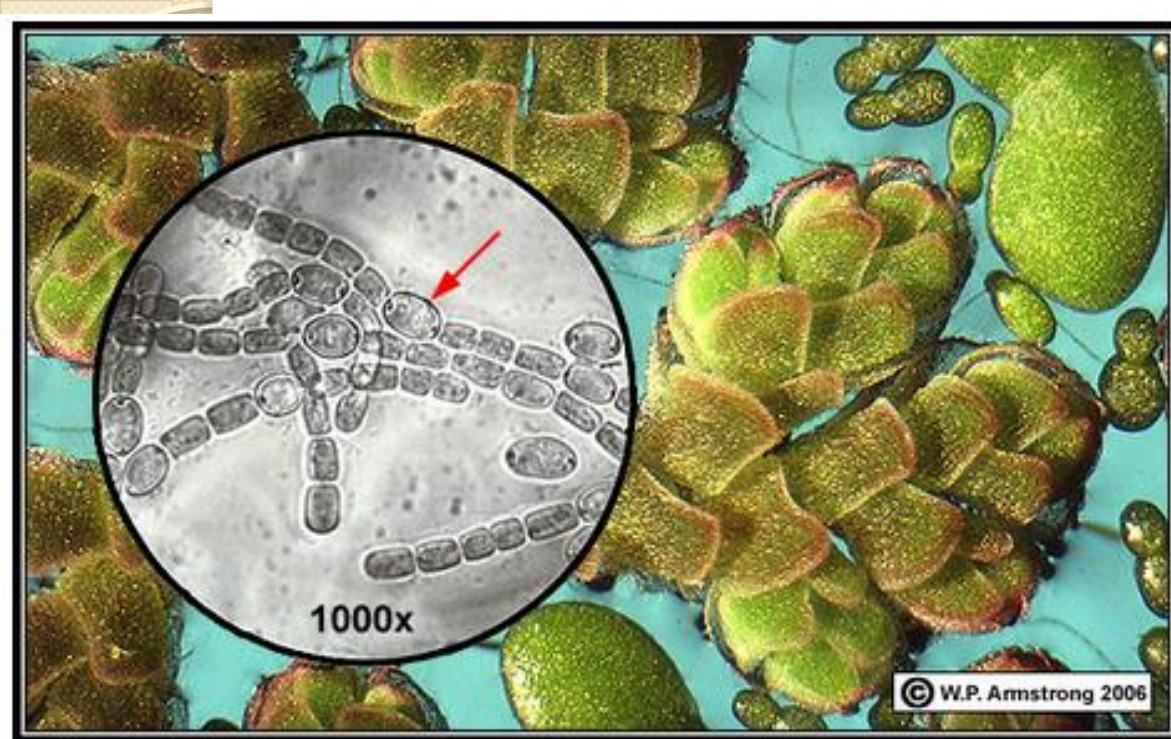
### 3. Ecologia

4. Algumas espécies planctônicas.
5. Mesmo em solos desérticos ocorre grande abundância: 20 a 50 mil indivíduos por grama de solo seco.
6. Muitas espécies fixadoras de nitrogênio (portanto, com capacidade de colonizar diversos ambientes).

### 3. Ecologia

7. Simbiontes em amebas, protozoários flagelados, diatomáceas (crisofíceas), euglenófitas, outras cianobactérias, plantas e fungos.

8. Hospedeiras de alguns fungos (quitridiomicetos) e alguns vírus.



Associação simbiótica é uma associação benéfica entre duas espécies. *Anabaena azollae* é uma cianobactéria fixadora de nitrogênio que vive nas cavidades da folha de uma pteridófito aquática, *Azolla filiculoides*. Nessa associação, a *Azolla* provê nutrientes para a cianobactéria que, em troca, fixa nitrogênio atmosférico para a pteridófito. Os locais de produção de arroz são excelentes ambientes para o crescimento da *Azolla*, e a associação *Azolla/Anabaena* tem sido utilizada como biofertilizante nos campos de arroz no sul da Ásia, uma vez que tal associação pode contribuir com 50 quilogramas de nitrogênio por hectare.

Figura: Pteridófitas do gênero *Azolla* em associação com cianobactérias do gênero *Anabaena* (em aumento de 1000 x e indicado pela seta).



# Leitura: A evolução da fotossíntese

(RAVEN et al., 1978, p. 215)

*A mais antiga das rochas conhecidas, oriunda da Groenlândia Ocidental, tem uma idade de 3,76 bilhões de anos. Todavia, as mais velhas que contêm fósseis têm de 3 a 3,36 bilhões de anos e ocorrem na África do Sul. Nestas rochas encontram-se bactérias e corpúsculos esferoidais orgânicos semelhantes a cianofíceas. Há, nelas, também, evidências de que a fotossíntese já se processaria há 3,3 bilhões de anos atrás.*



São de dois tipos as evidências químicas. Primeiro, as plantas modernas, no curso da assimilação do carbono, acumulam seletivamente  $C_{12}$  de preferência ao seu isótopo mais pesado,  $C_{13}$ . Assim, a proporção de  $C_{12}$  para  $C_{13}$  é maior no material orgânico que se acumulou em resultado da atividade fotossintética do que no material orgânico formado de outras maneiras. Tal enriquecimento não se verifica nas rochas sul-africanas com 3,36 bilhões de anos, mas surge manifestamente naquelas que têm 3,3 bilhões de anos, sendo característico das mais jovens — indicando, posto isto, uma possível data para o início da fotossíntese. A segunda modalidade de evidência química consiste do encontro, nas rochas, de compostos provavelmente oriundos da decomposição da molécula de clorofila.



Uma evidência ulterior da primitiva ocorrência de fotossíntese provém da acumulação de carbono de cálcio, semelhante ao produzido pelas modernas cianofíceas, no calcário da Rodésia, cuja idade monta a uns 2,7 bilhões de anos. As cianofíceas, ou algas azuis, constituem um grupo especializado de bactérias que realizam a fotossíntese utilizando clorofila a e desprendendo oxigênio, tal como fazem as algas eucarióticas e plantas em geral. É o único grupo de procariotes vivos que levam a cabo a fotossíntese desta maneira.