



INSTITUTO FEDERAL
SÃO PAULO
Campus São Roque

Botânica II

Prof. Dr. Fernando Santiago dos Santos

fernandoss@ifsp.edu.br

www.fernandosantiago.com.br

(13) 8822-5365

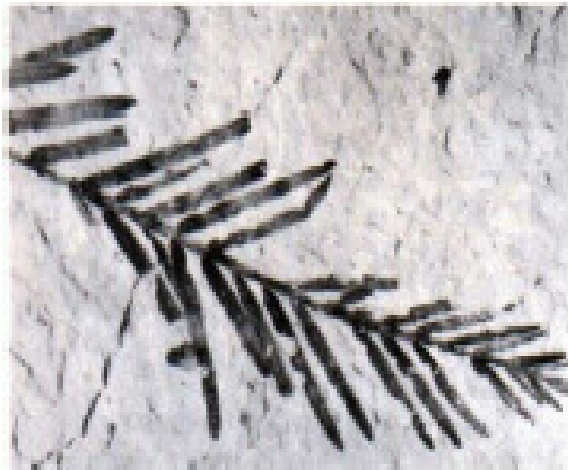
aula 2



- Características gerais das Gimnospermas
- Taxonomia das Gimnospermas

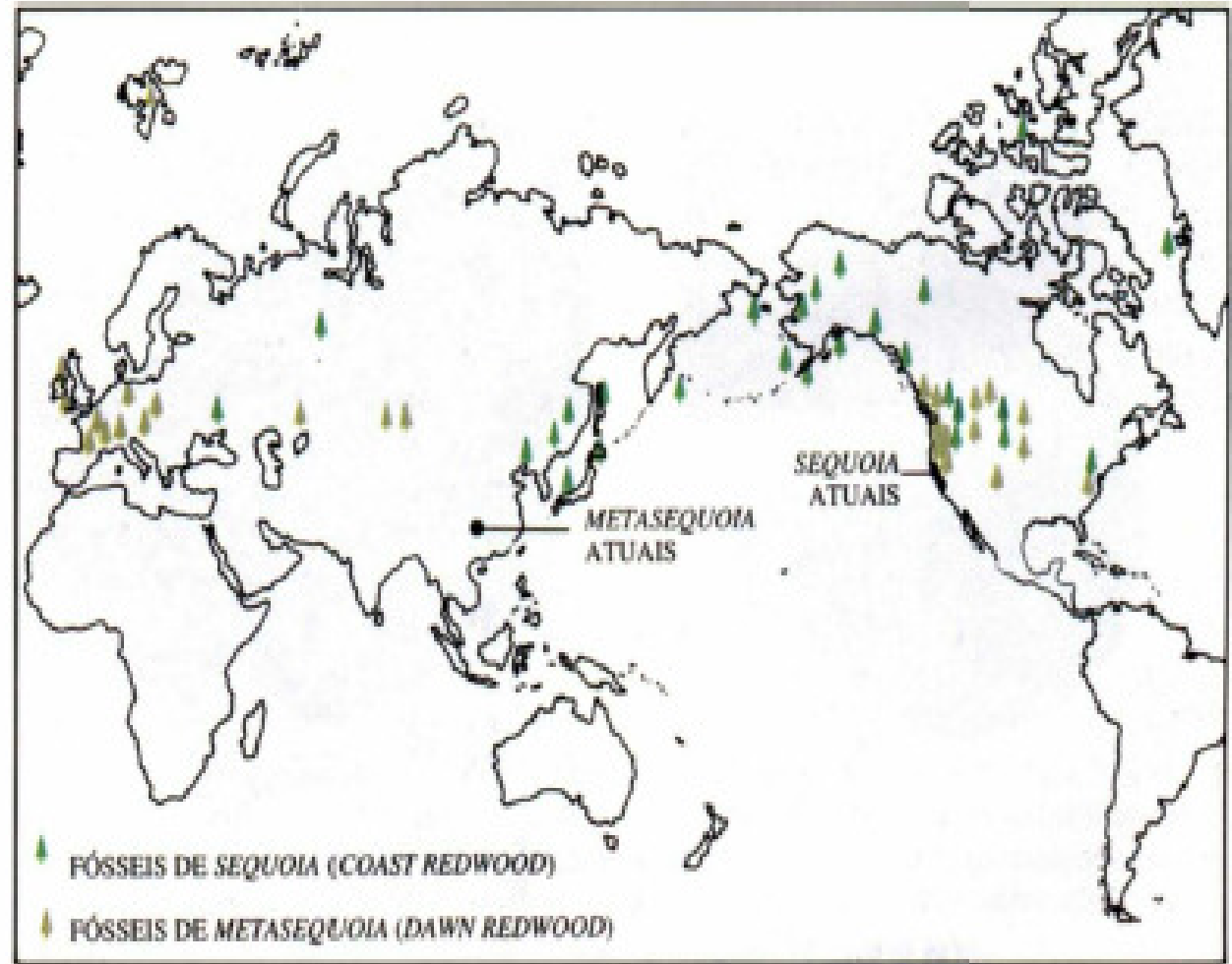
Gimnospermas

1. Plantas fanerógamas (370 milhões de anos atrás → atualidade)
2. Grupo muito diversificado, incluindo coníferas, *Gingko*, cicadáceas e gnetáceas
3. Termo grego “gymnospermós” (sementes nuas, não envoltas em estruturas como os frutos das angiospermas)



17.29

Ramo fóssil de Metasequoia, com cerca de 50 milhões de anos. O mapa, que acompanha esta figura, mostra a distribuição geográfica de alguns representantes fósseis e viventes da família Taxodiaceae.



RAVEN et al., 5.ed., p. 349.

Subclasse Cycadidae

Ordem Cycadales

Família Cycadaceae

Cycas

Família Zamiaceae

*Dioon, Bowenia, Macrozamia,
Encephalartos, Microcycas,
Zamia*



17.30

Plantas masculinas e femininas de Zamia pumila, a única espécie de cicadáceas nativas dos Estados Unidos. Os caules são quase inteiramente subterrâneos e terminam pelas raízes de reserva, que eram usadas pelos habitantes da região, como alimento e como fonte de amido. Os dois estróbilos grandes e cinzentos no solo são megastrobilos; os cones castanhos e menores são microstrobilos.

RAVEN et al., 5.ed., p. 350.



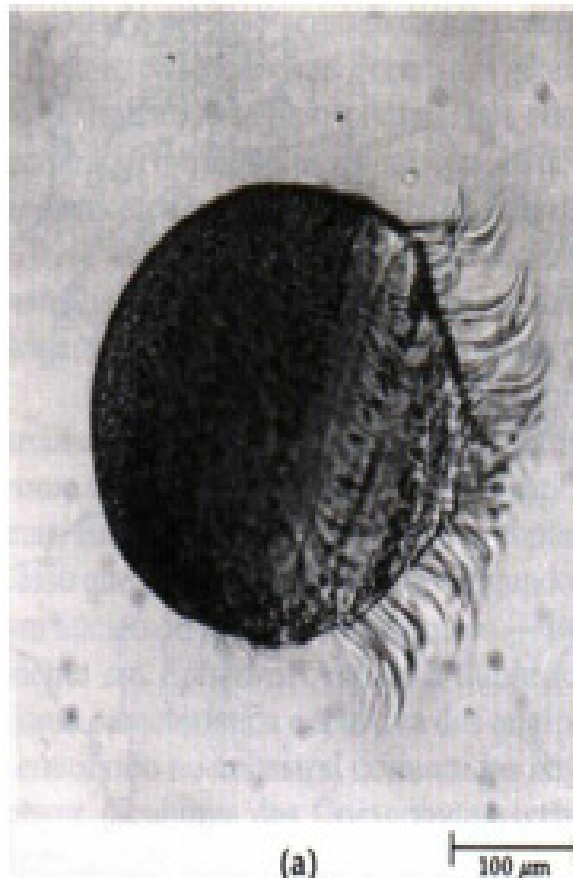
(a)



(b)

17.31

(a) *Encephalartos ferox*, uma cicadácea nativa da África. É mostrada aqui uma planta feminina com estróbilos. (b) Uma planta feminina de *Cycas siamensis*. Vários megasporófilos foram removidos para revelar as sementes na superfície superior de outros megasporófilos.



17.32

*A reprodução sexual nas cicadáceas e em Ginkgo é bem diferente, pela combinação de gametas móveis (anterozóides) com tubos polínicos. (a) O anterozóide da cicadácea *Zamia pumila*, nadando devido aos seus cerca de 40.000 flagelos. (b) Os anterozóides são transportados para a vizinhança da oosfera do óvulo, por meio de um tubo polínico.*

Subclasse Ginkgoidae

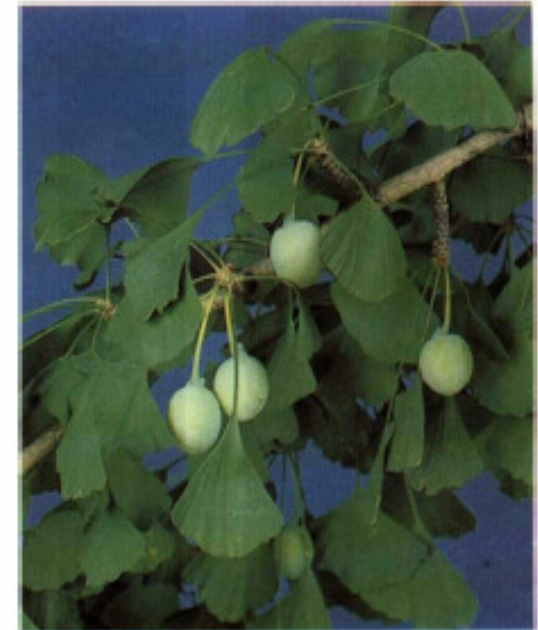
Ordem Ginkgoales

Família Ginkgoaceae

Ginkgo



(a)



(b)

17.33

(a) *Ginkgo biloba*. Esta árvore recebeu seu nome inglês (maidenhair tree) devido à semelhança entre as suas folhas e os folíolos das avencas (maidenhair).
(b) Folhas e sementes carnosas de *Ginkgo*, ligadas aos ramos curtos.

Subclasse Gnepidae

Ordem Gnetales

Família Gnetales

Gnetum

Ordem Ephedrales

Família Ephedraceae

Ephedra

Ordem Welwitschiales

Família Welwitschiaceae

Welwitschia

Ephedra sp





Gnetum sp



(a)



(b)



(c)

17.36

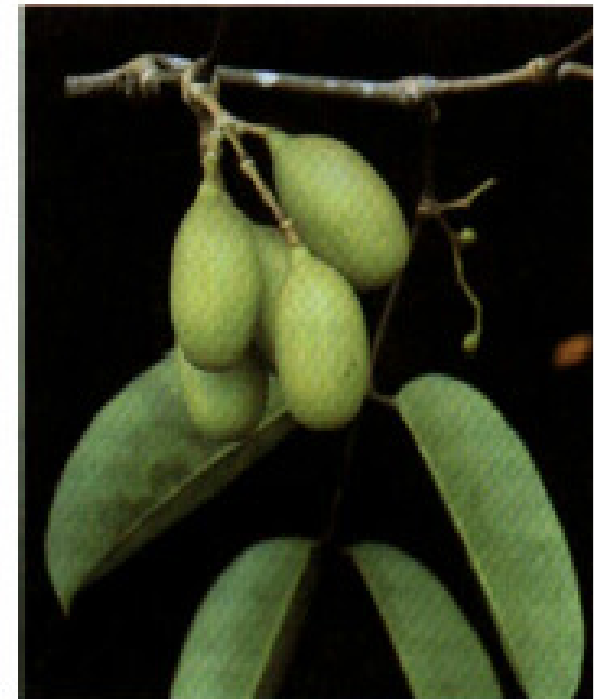
A Gnetophyta *Welwitschia mirabilis*, encontrada somente no deserto da Namíbia e regiões próximas no sudoeste da África. *Welwitschia* produz somente duas folhas, que continuam a crescer por toda a vida da planta. À medida que crescem, as folhas têm os seus ápices destruídos e rompem-se longitudinalmente; assim, as plantas mais velhas parecem ter numerosas folhas. (a) Planta com grande produção de sementes. (b) Estróbilo microsporangiado (c) Estróbilo ovulado; o inseto é um fire bug, sugando seiva do estróbilo. *Welwitschia* é planta dioica.



(a)



(b)



(c)

17.34

Folhas coriáceas e grandes de *Gnetum* que lembram as de algumas dicotiledôneas. As espécies de *Gnetum* crescem como arbustos ou trepadeiras lenhosas nas florestas tropicais e subtropicais. (a) Uma inflorescência funcionalmente microsporangida. (b) Inflorescência microsporangida e folhas. (c) Sementes carnosas e folhas. (b) e (c) foram fotografados na Região Amazônica, no sul da Venezuela.

Subclasse Pinidae

Ordem Pinales

Família Pinaceae

Cedrus, Pinus, Picea, Tsuga, Abies

Ordem Araucariales

Família Araucariaceae

Araucaria

Família Podocarpaceae

Podocarpus, Phyllocladus

Ordem Cupressales

Família Cupressaceae

Metasequoia, Sequoia, Cryptomeria, Thuja, Cupressus, Juniperus, Thujopsis





17.23

Nos estróbilos subglobosos dos ciprestes, as escamas são bem densas como no Gowen cypress (Cupressus goveniana). As pequenas árvores dessa espécie — cerca de 6 m de altura na maturidade — são encontradas somente próximo de Monterey, Califórnia.

RAVEN et al., 5.ed., p. 348.



17.25

O junípero mais comum (Juniperus communis) tem estróbilos femininos esféricos como os dos ciprestes, mas em juníperos as escamas são carnosas e fusionadas. As "bagas" dos juníperos dão ao gim o seu aroma e gosto característicos.



(a)



(b)

17.26

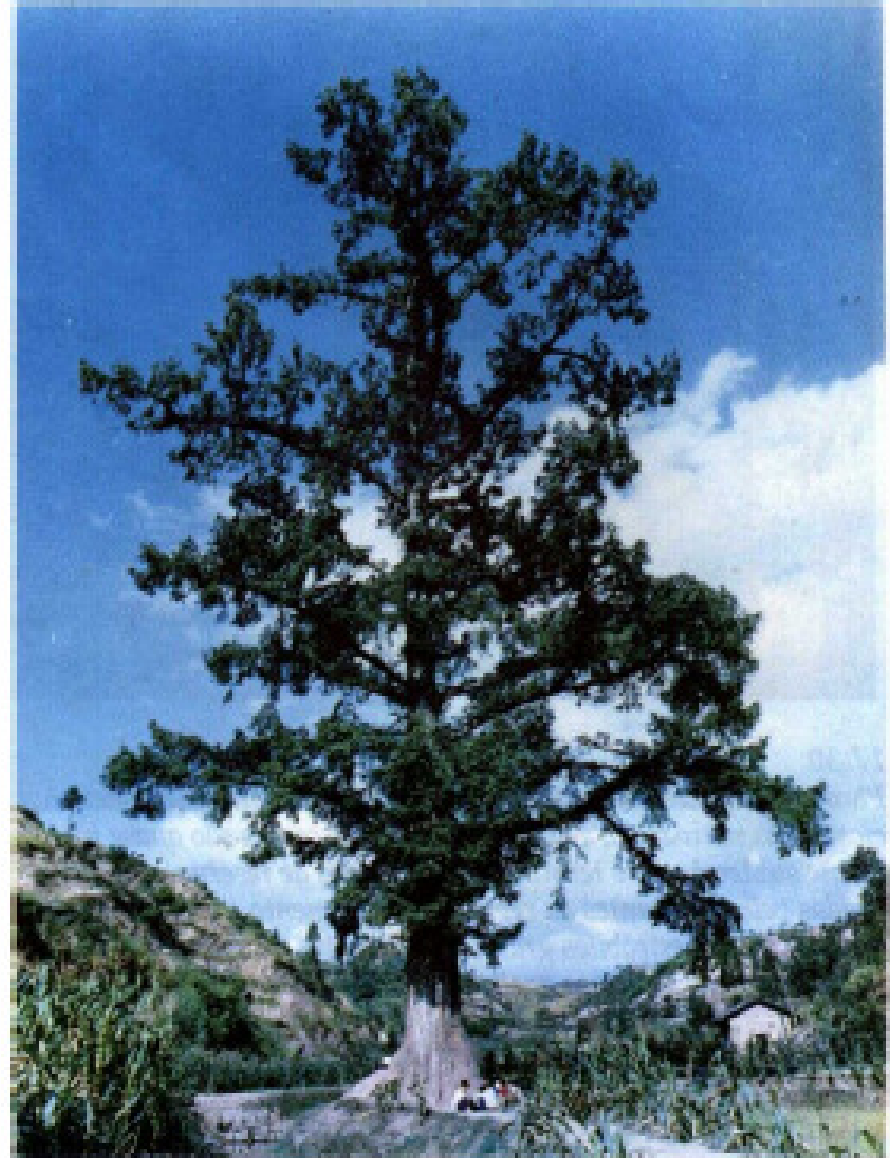
As coníferas da família dos taxos (Taxaceae) têm sementes que são rodeadas por uma cúpula carnosa — o arilo. O arilo atrai pássaros e outros animais, estes comem a estrutura e dispersam a semente. (a) Representantes do gênero Taxus, os yews — que ocorrem no Hemisfério Norte — produzem estruturas ovuladas carnosas e vermelhas. (b) Microstróbilos com microsporófilos e microsporângios de Taxus. Os megatróbilos e microtróbilos são encontrados em indivíduos separados. As sementes e as folhas em Taxus contêm uma substância tóxica e representam uma das principais causas de envenenamento em crianças por plantas nos Estados Unidos, embora casos fatais sejam extremamente raros.



17.27

O *taxodium* (*Taxodium distichum*) é uma árvore com ramos decíduos que cresce nos pântanos do sudeste dos Estados Unidos. Nesta fotografia, tirada no outono, as folhas começaram a mudar de cor. A epífita *Tillandsia usneoides* é bastante relacionada com essa planta e aparece pendente nos ramos das árvores.

RAVEN et al., 5.ed., p. 349.



17.28

Metasequoia glyptostroboides. Esta árvore cresce na Província Hubei, na região central da China, e tem mais de 400 anos de idade.

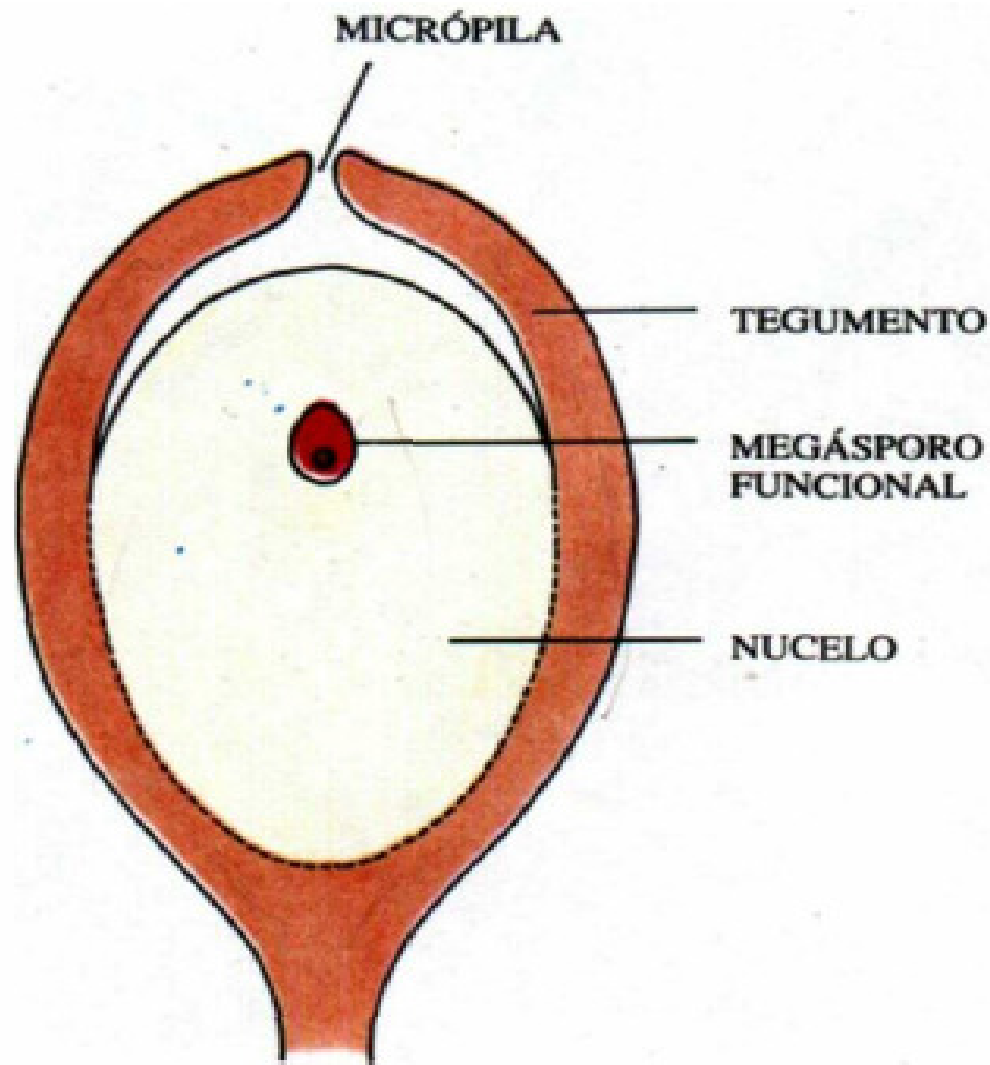


Gimnospermas

4. Termo “gimnospermas” não tem valor taxonômico: Cycadophyta, Ginkgophyta, Coniferophyta e Gnetophyta (→ As Anthophyta correspondem às angiospermas)
5. Sementes: óvulos fertilizados → podem se desenvolver em apêndices escamiformes ou foliáceos dos cones ou na parte terminal dos ramos (*Gingko*)

Evolução das plantas com sementes

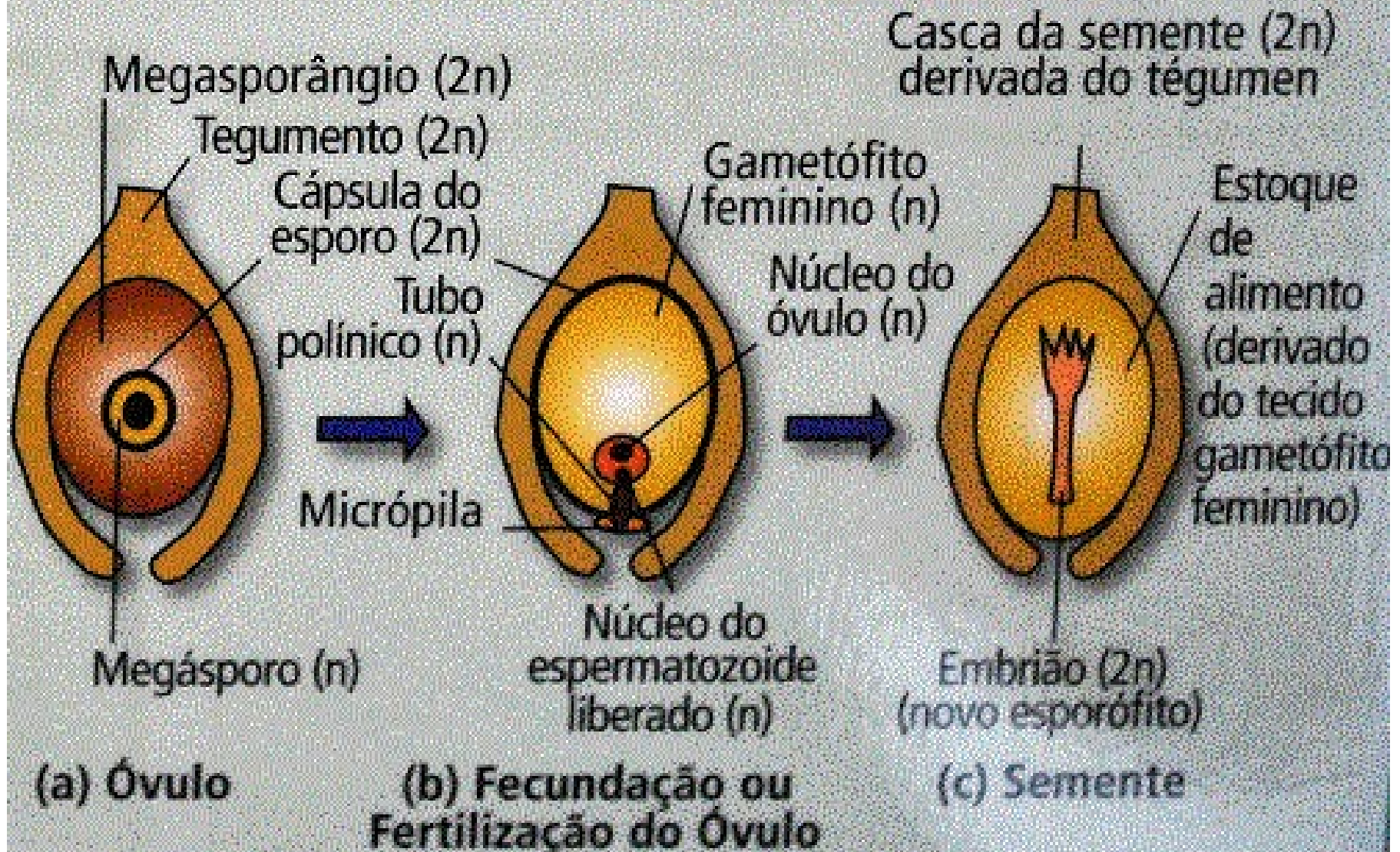
- **Adaptação à vida terrestre das plantas com sementes**
 - ◆ gametófitos protegidos em esporófitos úmidos e tecidos reprodutivos;
 - ◆ a polinização substitui a natação do gameta flagelado (masculino) para o encontro e posterior fusão com o ovócito;
 - ◆ a semente evolui – um embrião adormecido, cercado de nutrientes protegidos das condições ambientais adversas; as sementes substituem os esporos como agentes dispersores, usando vento, água ou animais.
- **A semente, um ovo fertilizado**
 - ◆ dentro de um óvulo;
 - ◆ tégumen, megasporângio \Rightarrow megásporo \Rightarrow gametófito \Rightarrow óvulo, grão de pólen.

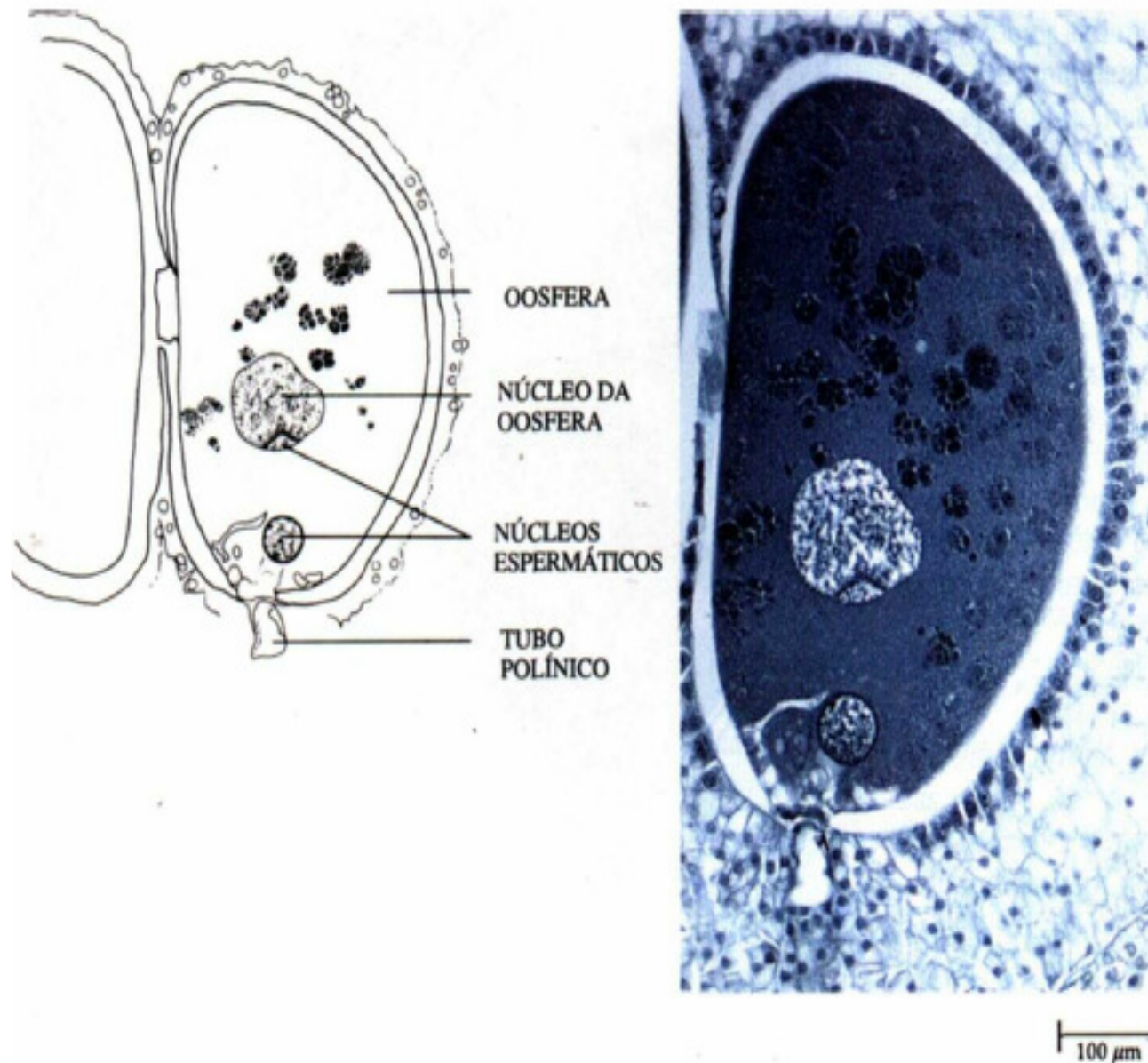


17.2

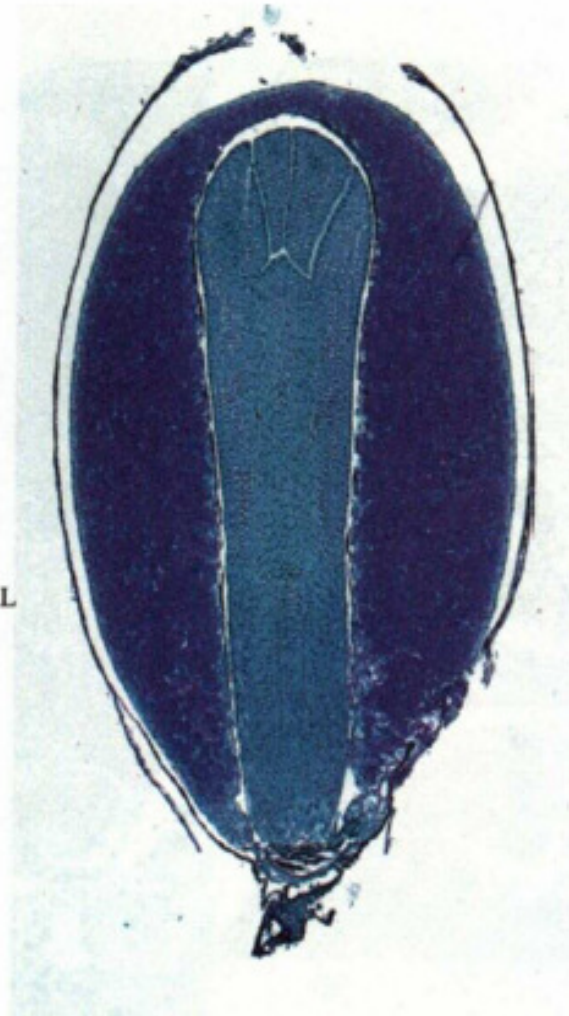
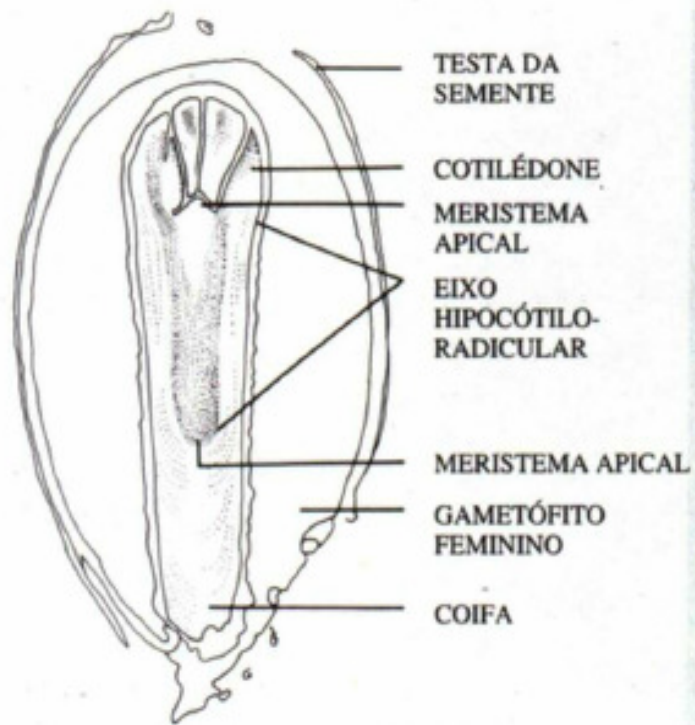
Seção longitudinal de um óvulo, mostrando o arranjo do tegumento, megasporângio (nucelo) e megásporo. A fecundação dos óvulos resulta na maturação e formação de sementes; em outras palavras, sementes são óvulos maduros e fecundados.

DE ÓVULO A SEMENTE





17.20
Pinus. Fecundação: união de um núcleo espermático com o núcleo da oosfera. O segundo núcleo espermático (abaixo) não é funcional; ele irá se desintegrar.



500 μm

17.21

Pinus. Seção longitudinal da semente. A testa da semente e o embrião representam gerações esporofíticas sucessivas ($2n$), com uma geração gametofítica intermediária.

RAVEN et al., 5.ed., p. 344.

Gimnospermas

6. Táxon mais diverso: Coniferophyta (pinheiros, araucárias, sequoias, ciprestes, tuias etc.) → aprox. 650 spp.
7. Taxa menores: Cycadophyta → aprox. 130 spp, *Cycas* e *Encephalartos*), Gnetophyta → aprox. 80 spp, *Gnetum*, *Ephedra*, *Welwitschia*) e Ginkgophyta (*Gingko*, único representante do táxon e um ‘fóssil vivo’)



Folhas aciculadas de *Picea glauca*

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Fichtennadel.jpg>



17.10

O pinheiro Pinus longaeva das White Mountains da Califórnia. Os ramos mostram grupos de cinco folhas, um estróbilo feminino maduro na direita e um estróbilo feminino jovem na esquerda. As folhas aciculares individuais desta espécie podem permanecer funcionais por até 45 anos. Esta é, também, a árvore de maior longevidade (ver Fig. 24.26).

Gimnospermas

8. Taxonomias antigas consideravam as gimnospermas (*Gymnospermae*) como um grupo "natural". Há evidências contrárias que afirmam que as gimnospermas existentes não formam um único clado
9. Registro fóssil inclui muitos taxa distintos não pertencentes aos grupos atuais

Cone masculino de
Encephalartos
sclavoi (30 cm)

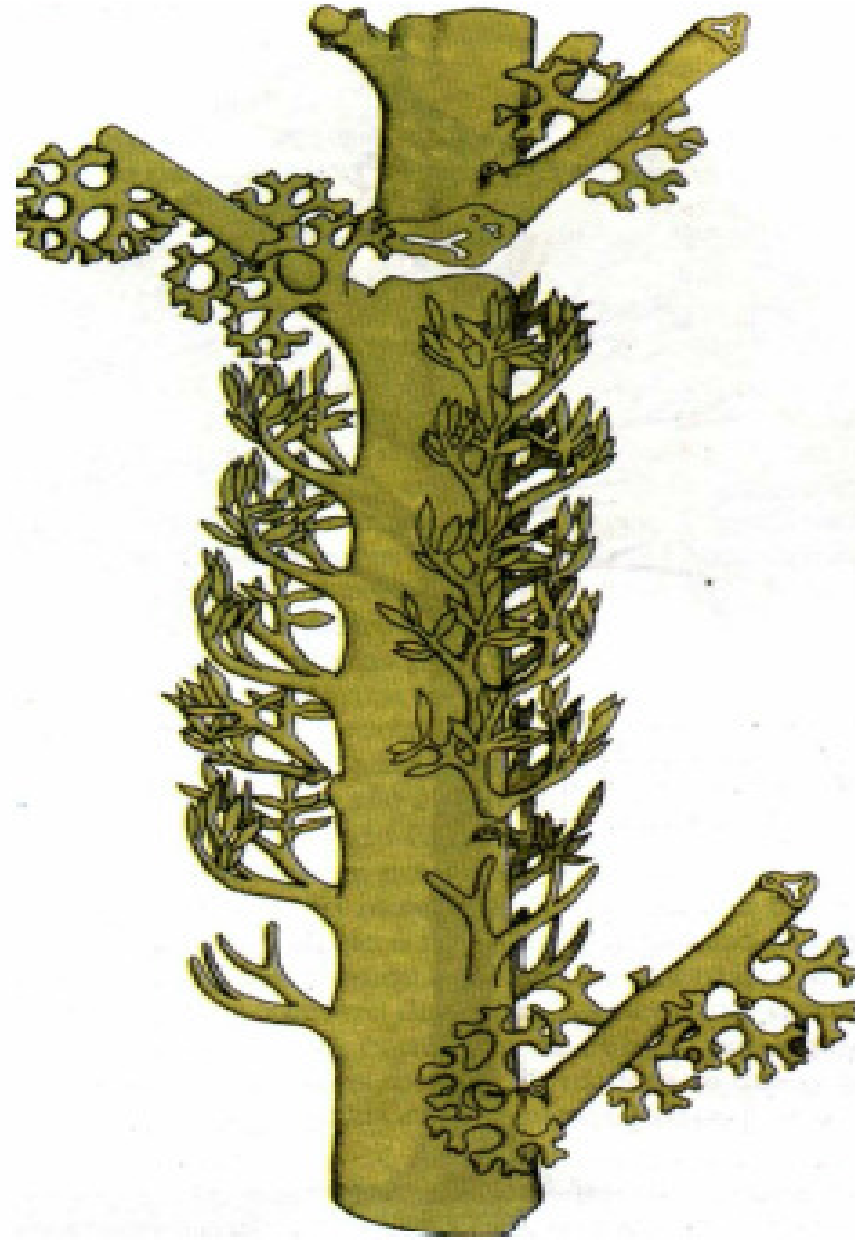


http://en.wikipedia.org/wiki/File:Encephalartos_sclavoi_reproductive_cone.jpg

Gimnospermas

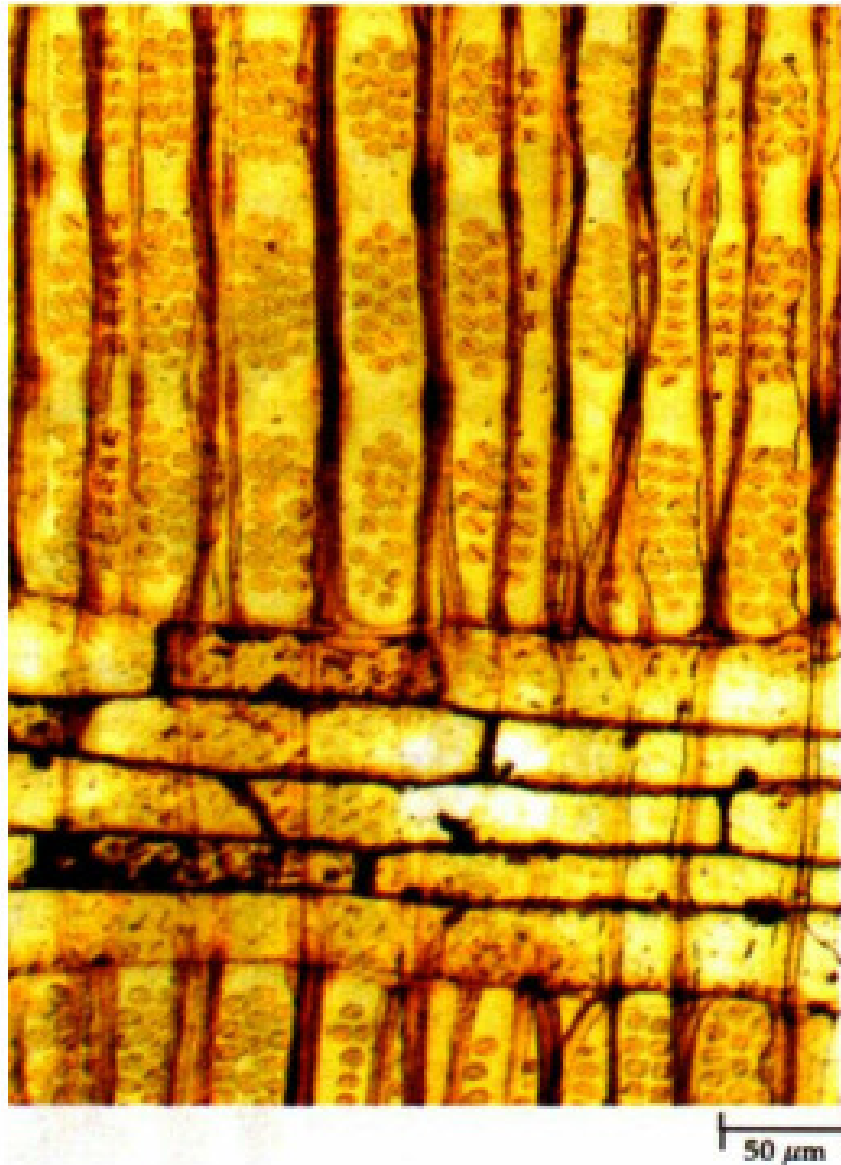
10. Gimnospermas mais antigas → árvores portadoras de sementes com morfologia vegetativa semelhante às pteridófitas (Pteridospermas, Progimnospermas ou “Samambaias com sementes”)

RAVEN et al., 5.ed., p. 335.



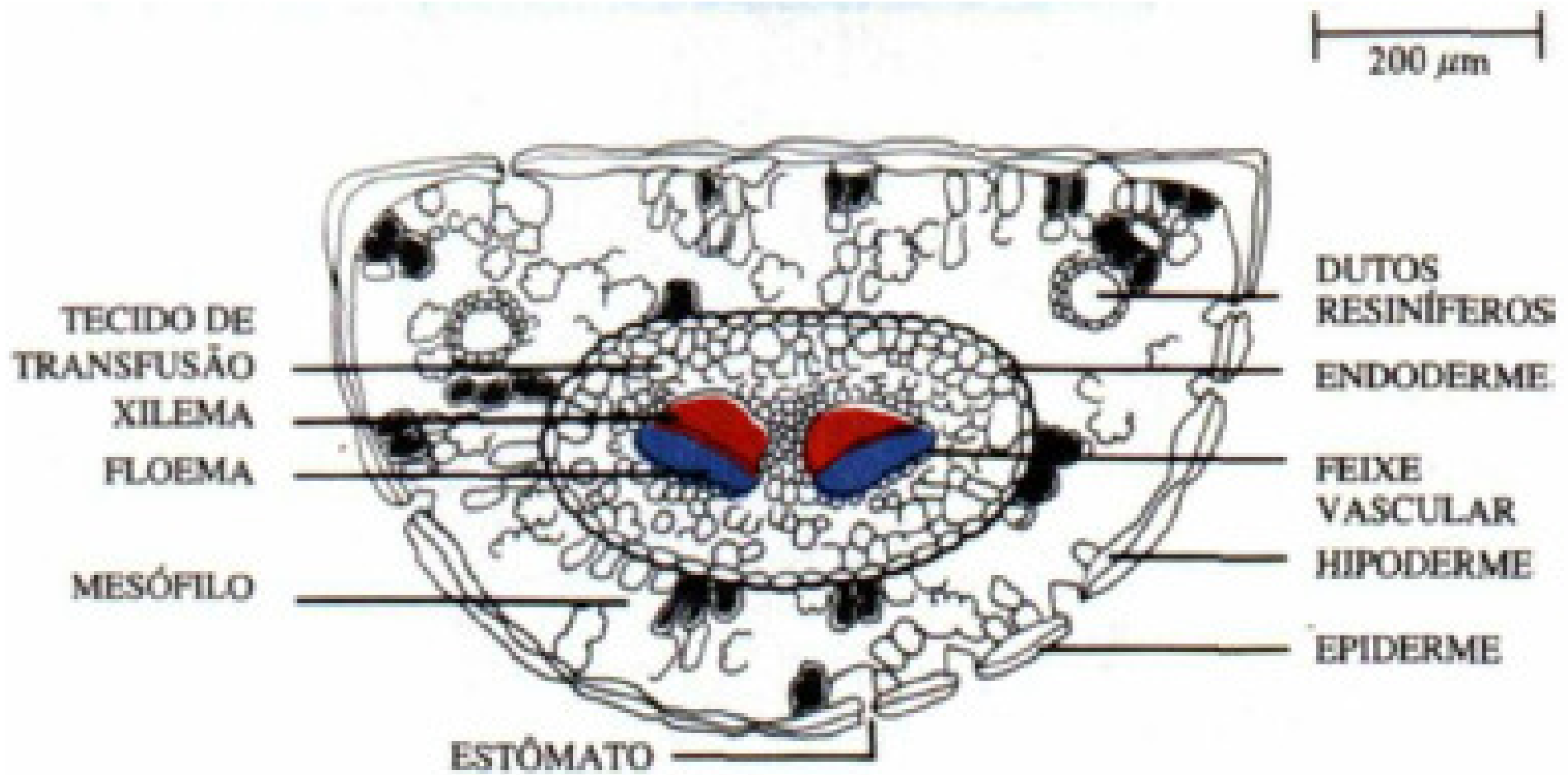
17.5

Reconstituição de uma porção do sistema de ramificação de Triloboxylon ashlandicum, uma progimnosperma do tipo Aneurophyton. Os ramos principais portam ramos vegetativos no ápice e na base, e na porção mediana, órgãos férteis com esporângios.



17.4

Vista radial do xilema secundário, ou lenho, da progimnosperma Callixylon newberryi. Esta madeira fóssil, com suas séries regulares de traqueídes pontuadas, é muito similar àquelas de certas gimnospermas.



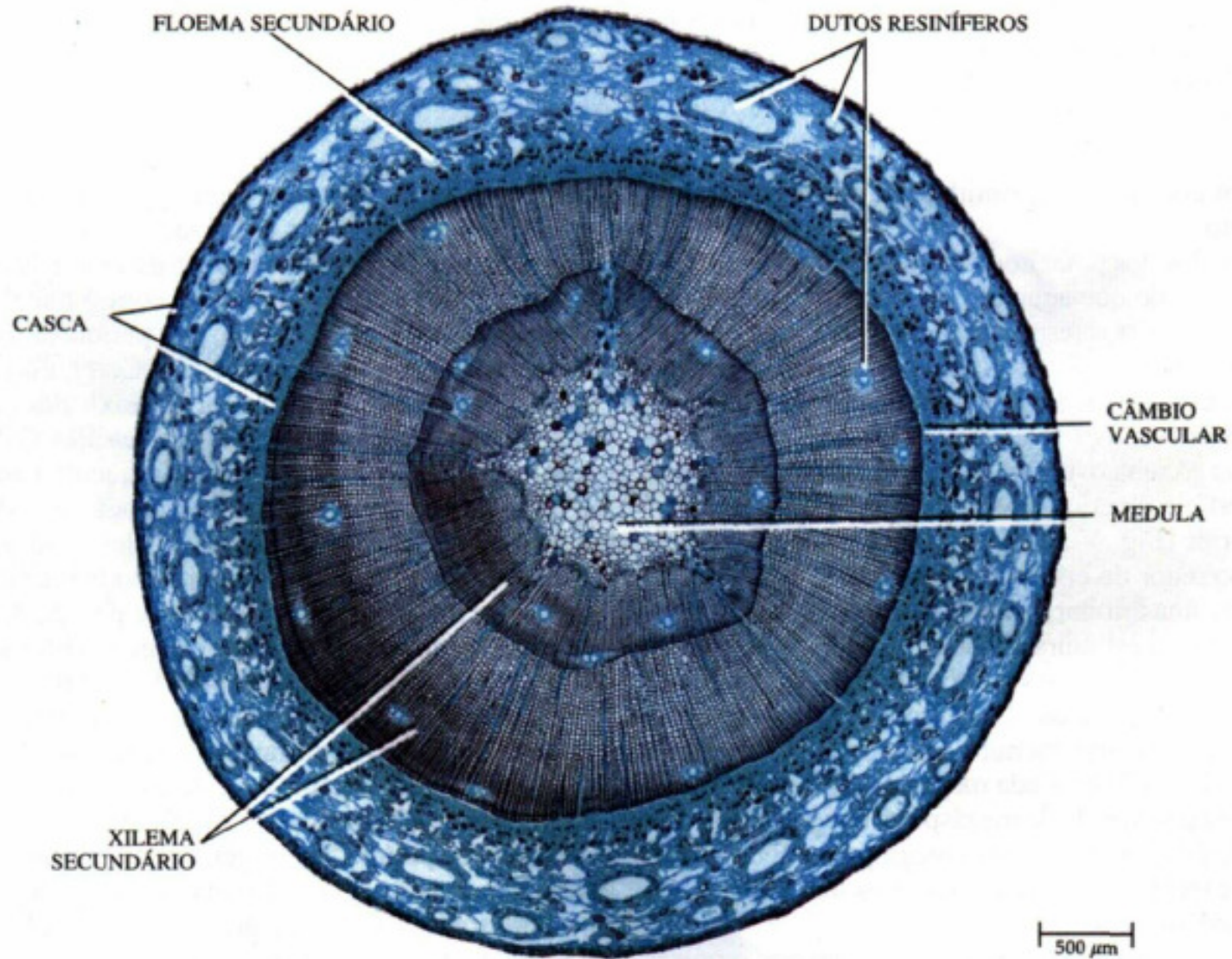
17.12

Pinus. Seção transversal da folha acicular, mostrando os tecidos maduros.

RAVEN et al., 5.ed., p. 339.

Gimnospermas

11. Ao serem considerados fósseis como Bennettitales, *Caytonia* e glossopterídeos, evidencia-se que as angiospermas estão imersas em um clado maior de gimnospermas (embora não se saiba a qual grupo de gimnospermas atuais as angiospermas pertençam do ponto de vista filogenético)



17.13

Pinus. Seção transversal do caule, mostrando o xilema secundário separado do floema secundário pelo câmbio vascular. Todos os tecidos para fora do câmbio vascular, incluindo o floema, fazem parte da casca.

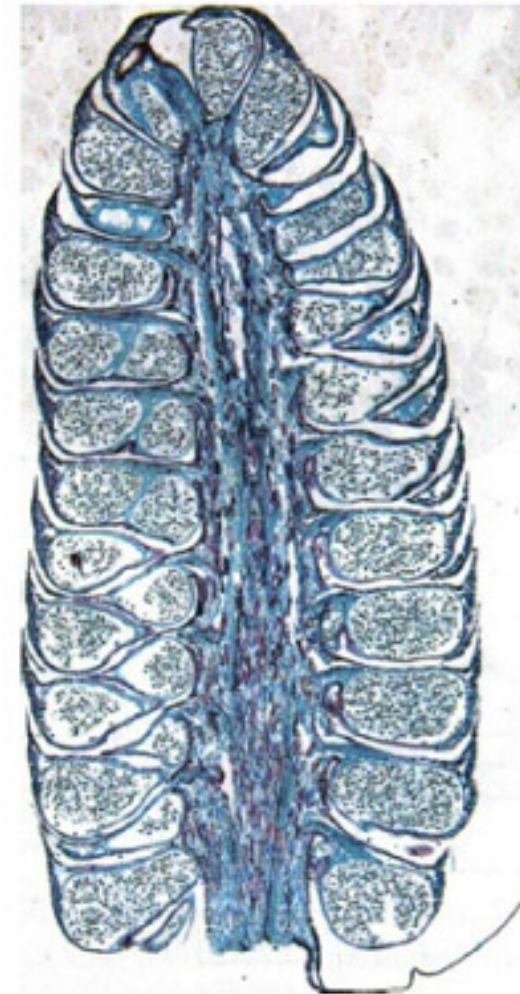
RAVEN et al., 5.ed., p. 339.

Gimnospermas

12. Há cerca de 700-900 espécies vivas de Gimnospermas atuais
13. Origem → período tardio do Carbonífero (resultado de um evento de duplicação do genoma inteiro aprox. 320 m.a.a.); evidências de progimnospermas no período tardio do Devoniano (aprox. 380 m.a.a.)



17.14
Pinheiro de Monterey, Pinus radiata. Estróbilo masculino liberando os grãos de pólen, que são transportados pelo vento. Alguns dos polens alcançam as vizinhanças dos óvulos nos estróbilos femininos e, então, germinam, produzindo os tubos polínicos e eventualmente ocorrendo a fecundação.



500 μ m

17.15
Pinus. Corte longitudinal do estróbilo masculino, mostrando os microsporófilos e microsporângios, contendo os grãos de pólen já maduros.

RAVEN et al., 5.ed., p. 340.

Gimnospermas

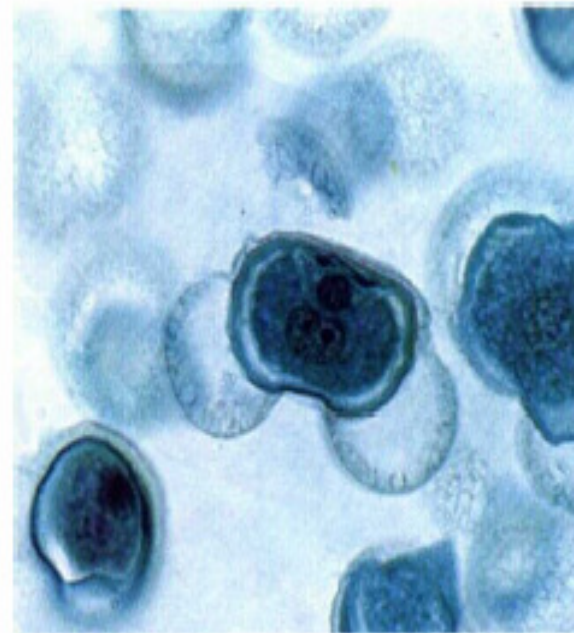
14. Sugere-se que durante a era Mesozoica média houve polinização de alguns grupos extintos de gimnospermas por ‘scorpionflies’ (mecópteros) com probóscides próprias para a polinização





(a)

20 μm



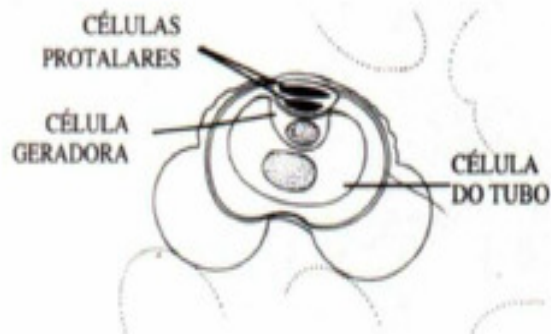
(b)

20 μm



(c)

10 μm



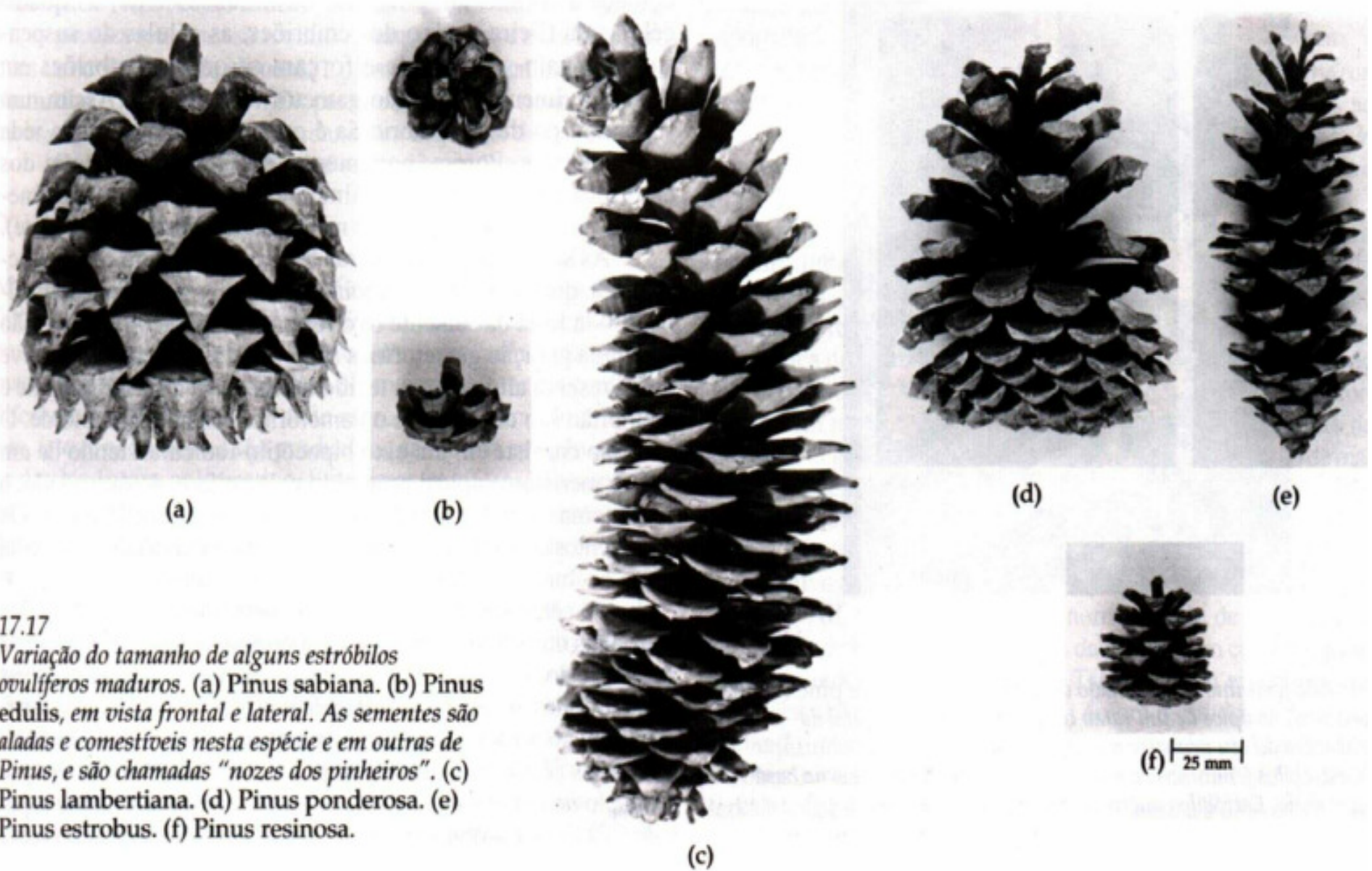
17.16

Pinus. (a) Grãos de pólen incluindo o gametófito masculino imaturo. Cada gametófito consiste em duas células protalares, uma célula geradora relativamente pequena e uma célula do tubo relativamente grande. (b) Um grão de pólen um pouco mais velho. Aqui as células protalares, que aparentemente não têm função, degeneram. (c) Um grão de pólen visto no microscópio eletrônico de varredura, com dois sacos aéreos. Quando o grão de pólen germina, o tubo polínico emerge da porção inferior do grão, entre os sacos aéreos.

Gimnospermas

15. Utilização comercial:

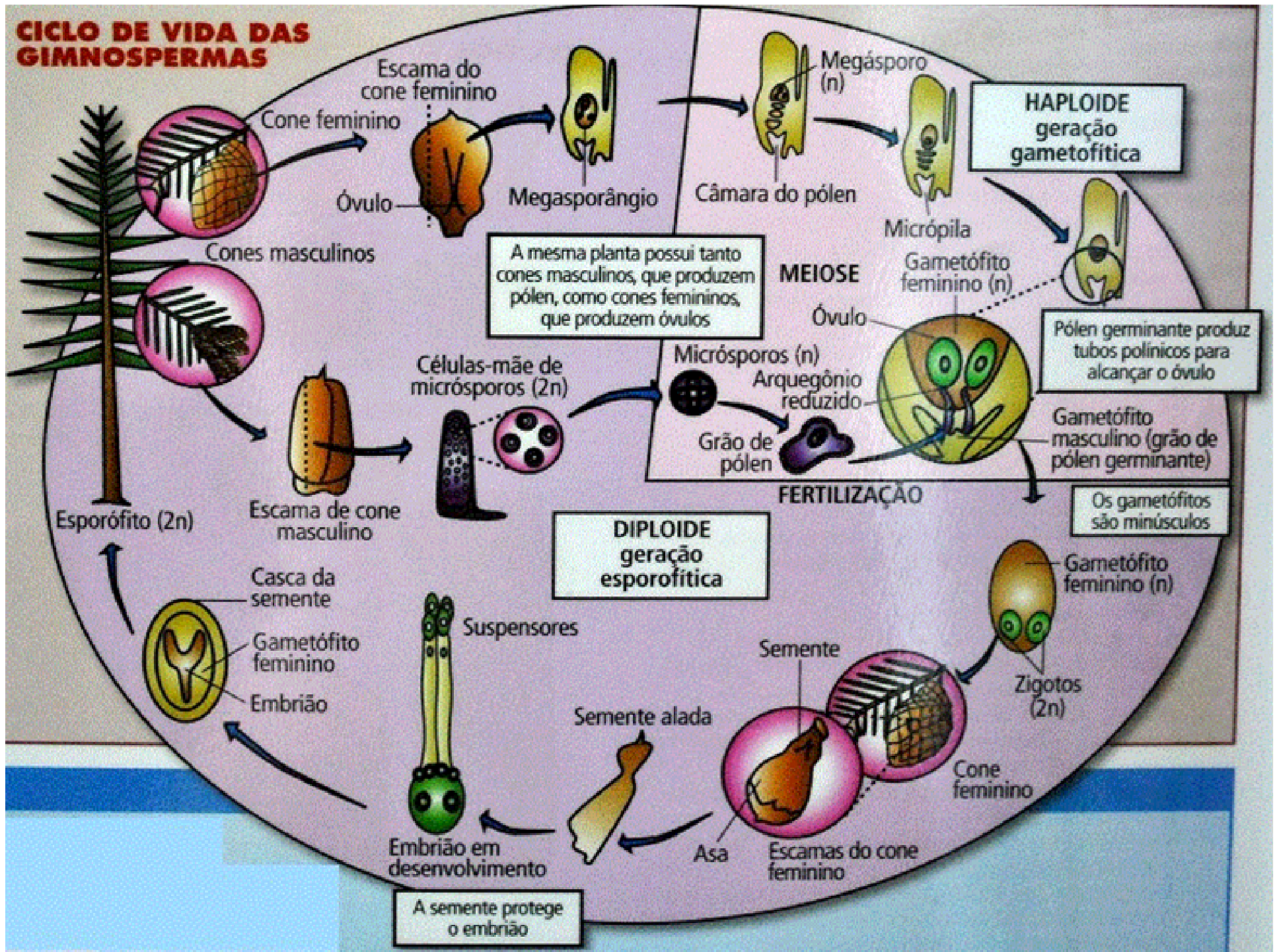
- Madeira
- Sabonetes, sabões e materiais de limpeza
- Verniz e esmalte
- Perfumes
- Alimentos (pinhões) e bebidas (gim)



17.17

Variação do tamanho de alguns estróbilos ovulíferos maduros. (a) Pinus sabiana. (b) Pinus edulis, em vista frontal e lateral. As sementes são aladas e comestíveis nesta espécie e em outras de Pinus, e são chamadas "nozes dos pinheiros". (c) Pinus lambertiana. (d) Pinus ponderosa. (e) Pinus strobus. (f) Pinus resinosa.

CICLO DE VIDA DAS GIMNOSPERMAS



Referências e leituras

- **Pteridosperms are the backbone of seed-plant phylogeny:**
<http://www.bioone.org/doi/abs/10.3159/1095-5674%282006%29133%5B119%3APATBOS%5D2.0.CO%3B2>
- **Evolution of Animal Pollination:**
<http://www.sciencemag.org/content/326/5954/808>
- **Seed plant evolution:**
<http://www.mobot.org/mobot/research/APweb/orders/Cycadales.html#Seedplants>