



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

**Materiais Didáticos para o Ensino
da Estrutura Organizacional da Natureza**

Autora: Manoela Helena da Silva

Orientador: Prof. Danilo Arruda Furtado

Planaltina-DF, 2023



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

**Materiais Didáticos para o Ensino
da Estrutura Organizacional da Natureza**

Autora: Manoela Helena da Silva

Orientador: Prof. Danilo Arruda Furtado

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Prof. Dr. Danilo Arruda Furtado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos, que de alguma forma, participaram da minha caminhada e desenvolvimento desde o início do curso até agora.

Em especial agradeço à minha família: meus pais, Maria e Manoel, aos quais dedicaram infinito esforço e incentivo para que eu conseguisse estar aqui e nunca deixaram de acreditar em mim; aos meus irmãos, Diego e Luís, que são meu orgulho e fonte de inspiração de vida; as minhas amigas, Giovanna e Solane, que também são da minha família, seguraram minha mão em todos os momentos e foram meu apoio durante essa caminhada. Sem vocês eu não seria a mesma pessoa.

Aos meus grandes amigos, Amanda Ketlen e Vinicius Nunes, que estiveram comigo em toda a trajetória do curso, foram meus parceiros fundamentais e são pessoas com quem eu aprendi muito e tenho grande admiração. Obrigada por hoje serem meus companheiros de vida.

Ao fim, agradeço aos meus professores da FUP, pelas inúmeras experiências e conhecimentos compartilhados. Em especial a professora Jeane Cristina, que exemplifica o perfil de profissional e pessoa, idealizados por mim. Sua profunda dedicação, esforço e carinho a mim dedicados, foram fundamentais para a minha formação acadêmica e pessoal. É uma honra poder levar a sua amizade para a vida; Ao professor Rodrigo Miloni, por me ajudar sempre que precisei e o fazer com tanta boa vontade. O tenho como grande inspiração; Ao professor Danilo Furtado, meu amigo e orientador, pela paciência, companheirismo e por acreditar tanto em mim. A liberdade e confiança em mim depositada não tem preço. Agradeço também, por todas as experiências compartilhadas, que me oportunizaram valiosas aprendizagens, que não somente contribuíram para a produção deste trabalho, mas me trouxe uma nova visão acerca do ensino de ciências, me incentivando a continuar trilhando meus caminhos na docência.

RESUMO

Sob uma perspectiva cientificista, a Natureza se organiza na forma de uma hierarquia evolutiva composta por níveis de organização espaçotemporais e morfofuncionais, os quais representam os tipos de seres físicos que existem no Universo. No Ensino Básico, os conhecimentos científicos sobre o que é a Natureza, sua estrutura organizacional e funcionamento, são comumente apresentados aos estudantes de um modo fragmentado. Diante disso, este trabalho teve como objetivos específicos: 1- construir uma exposição gráfica sobre a organização espaçotemporal do Universo a ser montada na rampa de acesso ao segundo pavimento de um dos edifícios do *Campus* Universitário da UnB-Planaltina e, 2- elaborar de uma prática pedagógica que permitisse ao professor de ciências da educação básica e aos seus estudantes, aprender sobre a organização espaçotemporal do Universo. A produção do material passou por diversas etapas: iniciou com uma pesquisa bibliográfica sobre a estrutura organizacional do Universo e na seleção dos eventos a serem destacados pelo material. Posteriormente, foram organizados em tabelas, as quais identificam e diferenciam os eventos por números, cor e descrição de forma e função. Para confeccionar os cartões que representam os eventos evolutivos na exposição gráfica, modificamos imagens coletadas da internet ou utilizamos desenhos autorais. Cada imagem foi impressa em cores, cortada e plastificada para que tomassem forma de cartões. Ao todo foram confeccionados 149 cartões. Elaboramos também uma prática pedagógica que utiliza uma versão modificada deste material didático ao seu uso no espaço físico da escola, como uma ferramenta didática para o ensino da evolução do Universo. O material produzido tem o potencial para despertar nos estudantes o interesse em aprofundar o seu entendimento e interesse sobre a estrutura do Universo e sua evolução. A exposição procura democratizar o acesso aos conhecimentos sobre a Natureza, pois pode ser visitada pela comunidade externa da universidade.

Palavras-chave: evolução, Universo, material didático, ensino de Ciências

INTRODUÇÃO

No Ensino Fundamental e também no ensino médio, os conhecimentos científicos sobre o que é a Natureza, sua estrutura organizacional e funcionamento, são comumente apresentados de uma maneira desorganizada e fragmentada. A fragmentação do conhecimento científico gera, conseqüentemente, enorme dificuldade no entendimento do que é a Natureza, tendo em vista que a apresentação fragmentada e desorganizada das características do mundo natural, tal como é apresentada ao longo da formação do estudante. Notadamente, a exposição fragmentada do conhecimento sobre a Natureza dificulta o claro entendimento de que ela é, em essência, e de como funciona de um todo integrado, e que evolui com o aparecimento, no tempo, de novos tipos de seres físicos. Por este motivo, são poucos os estudantes que, de fato, desenvolvem uma visão integrada sobre o que é Natureza, sua organização e seu funcionamento a partir do conhecimento científico.

Sob uma perspectiva filosófica-cientificista, a Natureza se organiza na forma de uma hierarquia evolutiva composta por níveis de organização espaçotemporais e morfofuncionais, os quais representam os tipos de seres físicos que existem no Universo. Esta perspectiva já está muito bem estruturada na história da ciência. Para uma visão panorâmica sobre a hierarquia organizacional da Natureza: (FURTADO, 2022).

Em nenhuma etapa da formação estudantil se apresenta para os estudantes a estrutura organizacional da Natureza. Isto, decerto, dificulta o desenvolvimento, por parte do estudante, de uma concepção integrada sobre o que é a Natureza.

A incorporação de uma visão de mundo, sob a qual o Universo se organiza na forma de uma hierarquia evolutiva espaçotemporal, nos oferece um panorama evolutivo das transformações que conectam e integram tudo o que há no Universo. O conhecimento da estrutura organizacional da Natureza se dá pela identificação dos eventos que deram origem aos tipos de seres físicos existentes. Por este motivo, o seu conhecimento revela-se uma oportunidade de conhecermos os eventos que deram origem ao mundo em que vivemos, do qual também somos fruto. Esta discussão é de grande importância para o ensino de ciências e para a promoção da cidadania, haja visto que possibilita com que os estudantes elaborem as suas próprias capacidades de compreender e interpretar o mundo, a realidade, de modo que a incorporação dos conhecimentos científicos em suas escolhas e decisões amplia a possibilidade de que façam intervenções no mundo cada vez mais conscientes e responsáveis (BRASIL, 2018).

Embora sua notada importância e centralidade no entendimento científico sobre a Natureza, nos documentos normativos e norteadores da Educação Básica no Brasil, como a Base Nacional Comum Curricular- BNCC (BRASIL, 2018) e os Parâmetros Curriculares Nacionais-PCN (BRASIL, 1998) pouca ênfase é dada ao tema da estrutura

organizacional da Natureza. Ao analisar como estão estruturados os conhecimentos nos referidos documentos, percebe-se que a seleção e a organização dos conhecimentos científicos sugerida dificulta o desenvolvimento de uma visão integrada da Natureza, bem como o reconhecimento da importância deste conceito (Natureza) para desenvolvimento do educando e do educador (Valentim, 2018; Santos 2013).

Os documentos oficiais norteiam a organização dos currículos e a confecção dos livros didáticos, e estes o desenvolvimento das práticas pedagógicas. Sob a perspectiva de um ensino de ciências orientado por tais documentos, fica evidente que grandes obstáculos deverão ser superados para que os professores de ciências consigam apresentar uma visão científicista sobre o que é a Natureza. De outra maneira, a apresentação fragmentada do conhecimento sobre a estrutura organizacional da Natureza pode desencadear o desenvolvimento de interpretações científicistas de mundo superficiais e, por vezes, incoerentes. Na realidade, a mistura do discurso teológico com o discurso científicista é muito comum.

REFERENCIAL TEÓRICO

Um dos principais entraves para que o aprendizado dos conceitos e temas científicos ocorra de forma eficaz é a apresentação fragmentada dos conhecimentos sobre a estrutura organizacional da Natureza, dispersos ao longo do Ensino Fundamental. Refletindo acerca da organização dos conhecimentos nos documentos que orientam o ensino, Valentim (2018) argumenta que a apresentação fragmentada dos conhecimentos passa a impressão de que os conhecimentos são desconectados uns dos outros, pois não há um tema central integrador que os unifique e apresente suas conexões. O autor destaca que as orientações para os temas e conteúdos curriculares não mencionam alguns dos principais temas e conceitos biológicos, fundamentais a construção de uma visão evolutiva do nosso planeta, tais como: “zoologia”, “botânica” e “paleontologia”. Os documentos também propõem o estudo das temáticas numa perspectiva somente espacial, sob um ponto de vista e análise focados no presente, desconsiderando a importância da compreensão temporal, sobre o passado evolutivo, sobre as transformações e heranças implicadas no processo de origem e evolução temporal do Universo, da vida e da própria humanidade. No que concerne aos seus objetivos de aprendizagem dos documentos oficiais, Souza (2013) destaca que há redundância entre eles e a clara intenção em exacerbar os aspectos pragmáticos dos

conhecimentos, o que, por sua vez, tende a reforçar uma concepção de utilidade e separação entre seres humanos e Natureza.

A exposição fragmentada do conhecimento sobre a estrutura da Natureza pode ser claramente vista na disposição dos temas das ciências ao longo dos anos e séries do Ensino Básico (Figura 01) desenvolvida a partir dos principais documentos oficiais norteadores do ensino. A apresentação da estrutura organizacional do Universo se faz de modo fragmentado e os fragmentos da estrutura do Universo são mostrados aos estudantes em anos distintos do Ensino Fundamental, e em capítulos separados nos livros didáticos. Em termos gerais, a estrutura hierárquica da Natureza é apresentada ao longo do Ensino Fundamental na forma de três fragmentos distintos, desconectados entre si (Figura 02).

Os fragmentos apresentados podem ser reconhecidos em três hierarquias, identificadas pelos seguintes termos: hierarquia somática, hierarquia ecológica e hierarquia astronômica (Figura 03). A hierarquia somática compreende os níveis de organização físicos que se estendem de Átomos até Organismos. A hierarquia somática descreve os tipos de seres físicos menores que o corpo humano. A hierarquia ecológica apresenta os níveis de organização físicos que se estendem entre Organismos até Biosfera. A hierarquia astronômica compreende os níveis de organização físicos entre Sistemas planetários e Aglomerados de galáxias.

Sobre o conhecimento científico e filosófico que a humanidade produziu sobre a natureza.
? O QUE ESTAMOS A ENSINAR ?

Currículo em Movimento

SEEDF	ciências
Tercer ciclo	6º ano <ul style="list-style-type: none"> - Universo. Astronomia - Vida. Biologia - Ecossistemas. Ecologia - Água. Geologia - Ar. Física - Pressão. Física - Solo. Química
	7º ano <ul style="list-style-type: none"> - Seres vivos e Níveis de organização. - Microscopia. - Classificação dos seres vivos. - Reinos. - Vegetais. - Animais. Biologia
Quarto ciclo	8º ano <ul style="list-style-type: none"> - Organização do corpo humano. - Célula. - Tecidos. - Nutrição. - Sistemas vitais. - Desenvolvimento e sexualidade. Biologia do organismo
	9º ano <ul style="list-style-type: none"> - Fenômenos. - Matéria e energia. - Química e átomos - Funções químicas. - Propriedades da matéria. - Física e- Mecânica. - Energia. - Ondas. Química Física

Base Nacional Curricular Comum

BNCC	Matéria e Energia	Vida e Evolução	Terra e Universo
Tercer ciclo	6º ano <ul style="list-style-type: none"> - Misturas homogêneas e heterogêneas. - Separação de materiais. - Materiais sintéticos. - Transformações químicas. Química	6º ano <ul style="list-style-type: none"> - Célula como unidade da vida. - Interação entre os sistemas. locomotor e nervoso - lentes corretivas. Biologia celular Sistemas orgânicos Microcosmos Óptica	6º ano <ul style="list-style-type: none"> - Forma, estrutura e movimentos da Terra. Geologia Astronomia
	7º ano <ul style="list-style-type: none"> - Máquinas simples. - Formas de propagação de calor. - Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra. - História dos combustíveis e das máquinas térmicas. Termodinâmica	7º ano <ul style="list-style-type: none"> - Diversidade de ecossistemas. - Fenômenos naturais e impactos ambientais. - Programas e indicadores de saúde pública. Ecologia Saúde e Ambiente	7º ano <ul style="list-style-type: none"> - Composição do ar. - Efeito estufa. - Camada de ozônio. - Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis). - Placas tectônicas e deviva continental. Geologia
Quarto ciclo	8º ano <ul style="list-style-type: none"> - Fontes e tipos de energia. - Transformação de energia. - Cálculo de consumo de energia elétrica. - Circuitos elétricos. - Uso consciente de energia elétrica. Eletromagnetismo	8º ano <ul style="list-style-type: none"> - Mecanismos reprodutivos. - Sexualidade. Mesocosmos Reprodução (si-mesmo) Sexualidade	8º ano <ul style="list-style-type: none"> - Sistema Sol-Terra-Lua. - Clima. Astronomia GeoEcologia
	9º ano <ul style="list-style-type: none"> - Aspectos quantitativos das transformações químicas. - Estrutura da matéria. - Radiações e suas aplicações na saúde. Química	9º ano <ul style="list-style-type: none"> - Hereditariedade. - Ideias evolucionistas. - Preservação da biodiversidade. Tempo Complexidade Genética Evolução Ecologia	9º ano <ul style="list-style-type: none"> - Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo. - Astronomia e cultura. - Vida humana fora da Terra. - Ordens de grandeza astronômicas. - Evolução estelar. Astronomia

Conteúdos programáticos associados com a apresentação de partes da hierarquia da natureza.

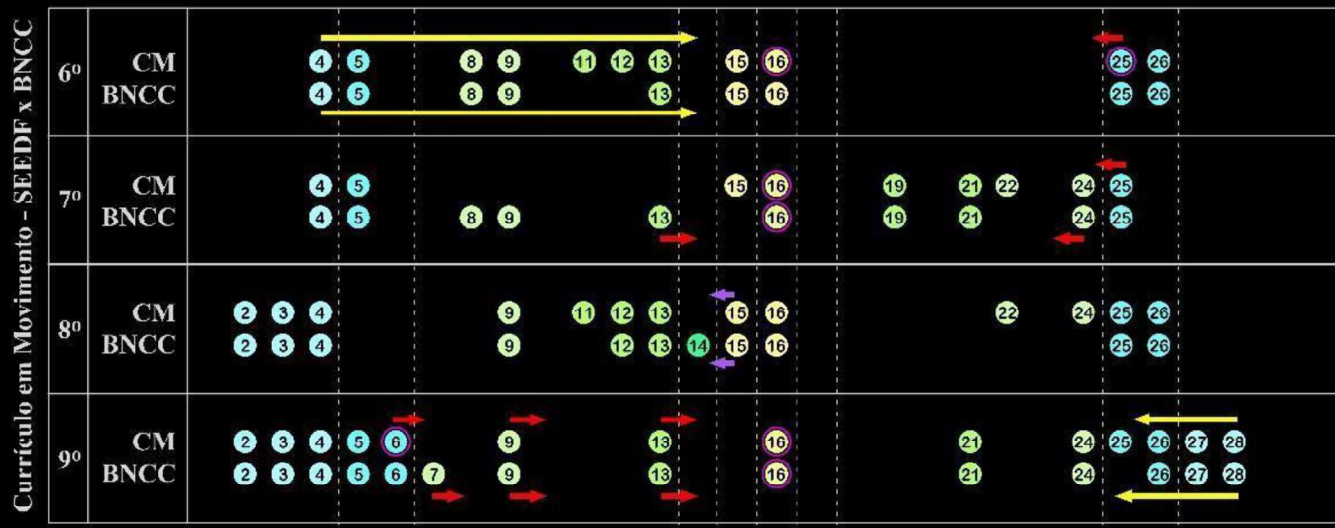
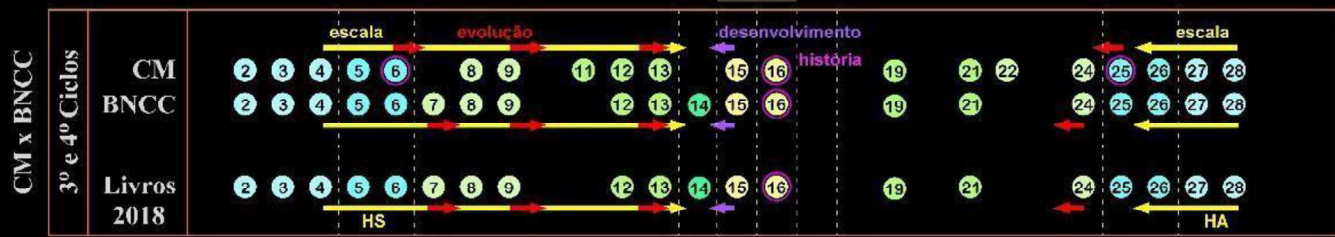
Questionamentos:

- ? Tais currículos facilitam com que os estudantes desenvolvam um entendimento filosófico científicistasficista sobre o que é a natureza ?
- ? Quando ensinamos para os estudantes a estrutura organizacional da natureza ?
- ? Como apresentamos a Hierarquia do Cosmos, por inteiro ou em fragmentos desconexos ?

Crítica:

- A estrutura organizacional da natureza como um todo não é apresentada em nenhuma etapa.
- Os conteúdos programáticos encontram-se desconexos porque não se faz referência à hierarquia do universo.
- A fragmentação do conhecimento dificulta uma compreensão integrada sobre o que é a natureza e o valor de conhecê-la.

? QUANDO E COMO SE APRESENTA A ESTRUTURA HIERÁRQUICA DA NATUREZA ?



NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO FÍSICOS

Espaciais	Dimensões
PARTÍCULAS	① físicas
ÁTOMOS	②
MOLÉCULAS	③ químicas
MACROMOLÉCULAS	④
ORGANELAS	⑤ biológicas
CÉLULAS	⑥
TECIDOS	⑦
ÓRGÃOS	⑧
SISTEMAS ORGÂNICOS	⑨
ORGANISMOS	⑩
<hr/>	
PLANETAS	① geológica
ESTRELAS	② astronômicas
GALÁXIAS	③
SUPERAGLOMERADOS	④

Hierarquia Somática

Hierarquia Astronômica

NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO FÍSICOS

Dimensões Espaciais e Morfofuncionais

Dimensões	Espaciais e Morfofuncionais
ecológicas	① ORGANISMOS
	② POPULAÇÕES
	③ COMUNIDADES
	④ ECOSSISTEMAS
	⑤ BIOMAS
	⑥ BIOSFERA

Hierarquia Ecológica

LEGENDAS:

FIGURA 01. Disposição dos conteúdos temáticos das ciências propostos pelos documentos oficiais e sua distribuição ao longo dos anos do Ensino Fundamental.

FIGURA 02. Fragmentação do conhecimento científico tal como se encontram nos documentos oficiais e livros didáticos de ciências do Ensino Fundamental.

FIGURA 03. Fragmentos da estrutura organizacional da Natureza tal como comumente apresentados no Ensino Fundamental.

Os níveis de organização que compõem a estrutura organizacional da Natureza representam os principais tipos de seres físicos. Muito embora os objetos geológicos e astronômicos possam ser identificados com níveis de organização de uma hierarquia física, quando apresentados no Ensino Fundamental, não há sequer menção ao fato de que eles se organizam em uma estrutura hierárquica. Em resumo, os objetos naturais que compõem a hierarquia somática são apresentados em separado da sequência que apresenta os níveis de organização ecológicos e também separados da descrição dos objetos estudados pela geologia e pela astronomia. Agrava o fato que nenhum dos fragmentos da hierarquia da Natureza é apresentado de modo a se entender que os níveis espaçotemporais/morfofuncionais do Universo compõem uma sequência evolutiva. Os principais momentos da evolução do Universo são aqueles onde surgem novos tipos de seres físicos.

As hierarquias físicas são muito úteis para representar uma síntese dos conhecimentos científicos sobre a evolução da Natureza. Na Natureza, todos os objetos físicos possuem dimensões espaciais, isto é, tamanhos, e dimensões temporais, referentes ao tempo da duração de suas atividades, das interações e do desenvolvimento de seus corpos, bem como ao tempo de sucessão evolutiva, histórica e ontogenética (desenvolvimento). Além de apresentarem dimensões espaciais e temporais, os objetos físicos também possuem interações morfofuncionais entre si e outros objetos do Universo, as quais podem ser igualmente estimadas através do grau de coesão das relações morfofuncionais estabelecidas. As dimensões espaçotemporais dos objetos físicos podem ser medidas quantitativamente com o uso de escalas, enquanto as dimensões morfofuncionais destes mesmos objetos físicos podem ser estimadas qualitativamente, pela comparação do modo como se estruturam, se organizam e funcionam. As dimensões espaçotemporais dos níveis de organização, assim como o grau de coesão das suas interrelações morfofuncionais, podem ser medidas e estimadas, mas também é possível medir o tempo de sucessão das transformações ocorridas nas estruturas espaçotemporais e morfofuncionais dos entes físicos. Os aspectos espaçotemporais e morfofuncionais são indissociáveis e interdependentes.

Conhecendo cientificamente as dimensões espaçotemporais e morfofuncionais que possuem, os objetos físicos podem ser agrupados de acordo com a semelhança que apresentam. Desta maneira, os objetos físicos são agrupados em função das suas

características espaçotemporais e morfofuncionais em níveis de organização físicos que compõem uma estrutura hierárquica evolutiva. O conhecimento da sequência evolutiva da origem dos níveis de organização que compõem a estrutura organizacional do Universo são uma poderosa síntese sobre a atual visão cientificista sobre a Natureza. (Figura 04).

Este modelo da estrutura hierárquica da Natureza pode ser utilizado como referência para representar a evolução do Universo, demarcando os principais eventos que deram origem a novos tipos de seres físicos. Esta é uma forma simples de expor uma síntese sobre os conhecimentos científicos acerca da Natureza e, também, de fácil compreensão, tanto pelos professores de ciências quanto pelos estudantes da educação básica.

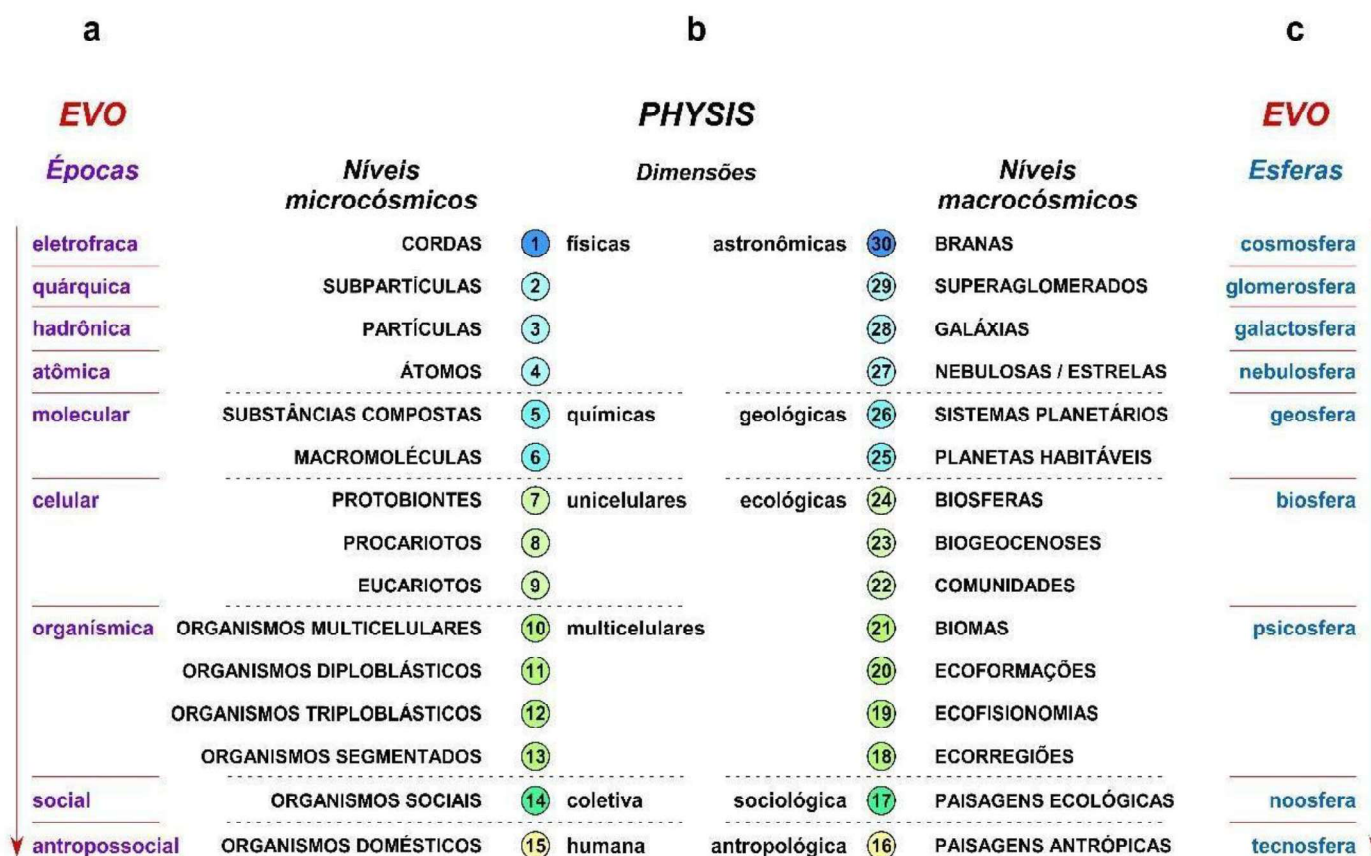


FIGURA 04 – A estrutura organizacional da Natureza (Physis) possui a forma de uma hierarquia evolutiva composta por níveis de organização físicos, os quais podem ser classificados em relação às dimensões dos seres humanos em níveis microcósmicos e níveis macrocósmicos.

OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS

Pretendemos com este trabalho cumprir com dois objetivos específicos:

1. Preparar uma exposição gráfica sobre a organização espaçotemporal do Universo a ser implementada na estrutura física de um dos edifícios do *Campus* da UnB-Planaltina.

2. Elaborar uma prática pedagógica participativa que possibilite ao professor de ciências da educação básica e aos seus estudantes, aprender sobre a organização espaçotemporal do Universo.

O primeiro objetivo deste trabalho consiste em elaborar uma exposição gráfica sobre a evolução da estrutura organizacional da Natureza e montá-la na rampa do edifício Paulo Freire do *Campus* da UnB-Planaltina.

Com esta exposição pretendemos provocar reflexões sobre o que é a Natureza e sobre a sua evolução. Este material didático expositivo parece promissor, uma vez que poderá ser utilizado pelos estudantes a qualquer tempo, independentemente dos professores. Esperamos também que a exposição possa se converter em um material didático que desperta a curiosidade do estudante em conhecer mais sobre o tema da evolução do Universo, bem como em um ponto de referência para revisão dos conhecimentos científicos adquiridos nas disciplinas do curso e também pelos próprios professores, que poderão fazer uso deste em suas aulas ou em atividades extraclasse

como forma de aprimorar seus conhecimentos sobre a evolução do Universo. Pretende-se, em última instância, incentivar o desenvolvimento, nos estudantes da FUP, das suas próprias visões de mundo científicas sobre o que é a Natureza, sua estrutura organizacional e sobre como ela evolui.

O outro objetivo do nosso trabalho consiste na elaboração de um projeto didático de linha do tempo evolutiva do Universo, o qual poderá ser desenvolvido pelos professores de ciências do Ensino Básico junto com os seus estudantes, no qual a exposição de uma linha do tempo evolutiva é montada em algum espaço físico da Escola, por exemplo, na quadra poliesportiva, caso a escola conte com uma. Este projeto didático possibilita com que o professor construa no espaço físico da escola, junto com os seus estudantes, uma linha do tempo evolutiva do Universo, a qual destaca os principais eventos da evolução do Universo. Nesta linha do tempo, os eventos evolutivos encontram-se distribuídos ao longo da linha, mantendo-se em escala as relações temporais de origem entre os eventos. Este projeto pedagógico, supomos, poderá ser muito útil para os professores do Ensino Fundamental que pretendem desenvolver, junto aos seus estudantes, questões centrais no ensino de ciências naturais: o que é a Natureza? Do que somos feitos? Onde estamos no Universo? Para onde estamos indo?... Acreditamos, enfim, que este recurso didático poderá ser de grande valia para os professores do Ensino Fundamental e médio, que desejam ensinar sobre a

evolução do Universo, da vida e da humanidade, temas centrais no conhecimento da Natureza.

METODOLOGIA:

1- Produção da exposição sobre a evolução do Universo a ser montada na rampa do edifício Paulo Freire do *Campus* Universitário da Faculdade UnB-Planaltina:

A produção do material que desenvolvemos contou com uma série de etapas. A primeira etapa consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica sobre a estrutura organizacional do Universo e sua importância para o ensino de ciências. Durante a pesquisa, selecionaram-se os eventos evolutivos a serem representados na nossa linha do tempo. Todos os eventos foram organizados na ordem das suas respectivas datas de origem evolutiva em uma tabela, a qual é estruturada de acordo com o tempo geológico (Éons; Eras e Períodos).

Realizada a seleção dos eventos, definiu-se a posição de cada evento evolutivo no espaço físico escolhido para a construção da linha do tempo da evolução do Universo. Tendo em vista o nosso primeiro objetivo, o espaço selecionado foi a rampa de acesso ao 1º pavimento do prédio UAC-Paulo Freire da Faculdade UnB-Planaltina (FUP). Nesta segunda etapa de produção do material didático, realizaram-se os cálculos das respectivas posições dos eventos na rampa do edifício, de maneira a que a localização

exata de cada evento na rampa corresponda proporcionalmente à datação destes eventos na evolução do Universo. A proporção temporal da origem de cada evento evolutivo na rampa foi mantida pelo emprego de um cálculo simples, do tipo: regra-de-três.

Para os cálculos, consideramos: 13 bilhões e 800 milhões de anos como o tempo de existência do Universo físico como conhecemos (13,8 bilhões de anos, é a data atualmente calculada mais precisa); Os cálculos foram realizados conforme a representação a seguir:

$$\begin{aligned}13800 &= 57\text{m} \\ y &= x \\ x &= y \cdot 57\text{m} / 13800\end{aligned}$$

No cálculo, a idade do Universo é de 13,8 bilhões de anos. A extensão de uma das laterais da rampa escolhidas para a demarcação é de 57m. A variável y representa a data do evento evolutivo selecionado (em milhões de anos); a variável x corresponde à medida do ponto a ser demarcado na rampa para o respectivo evento evolutivo.

A demarcação dos eventos na rampa do edifício Paulo Freire da Faculdade UnB-Planaltina foi realizada com emprego de adesivos circulares numerados respeitando as mesmas cores representadas nas tabelas que contém os eventos evolutivos selecionados

(ver adiante). A numeração se inicia com os eventos evolutivos ocorridos nos primórdios do Universo e se estendem até o aparecimento dos seres humanos.

A terceira etapa de produção deste material consistiu na produção digital das imagens de cada um dos eventos evolutivos selecionados. Nas imagens que confeccionamos, os eventos foram classificados em função da sua Natureza, isto é, de acordo com o tipo de ser físico que são. Identificamos cada tipo de ser físico com uma determinada cor: o azul identifica os eventos astronômicos; o laranja identifica os eventos geológicos; o amarelo destaca os seres unicelulares; o vermelho caracteriza os animais e o verde indica as plantas. Existem ainda mais duas cores indicativas: cor rosa que representa os vírus e preto que identifica os seres humanos. Nas imagens que produzimos, incluímos uma breve descrição das novidades evolutivas que caracterizam cada evento evolutivo.

Todas as imagens produzidas em formato quadrangular foram impressas em cores, em papel A4, cortadas e plastificadas, para assumirem a forma de cartões. Confeccionamos desta maneira, 149 cartões com imagens coloridas, medindo 21x21cm, representativos de cada um dos eventos evolutivos selecionados.

As figuras que elaboramos são “colagens” digitais produzidas a partir de imagens ilustrativas de alta qualidade científica, obtidas em uma criteriosa busca por imagens na internet. Em nossa busca, priorizamos as imagens com melhor qualidade gráfica, isto é, com boa resolução. As ilustrações finais que produzimos são, portanto, composições

resultantes da “colagem” que fizemos com muitas das imagens que selecionamos da internet. Em alguns casos, tratam-se de desenhos autorais, produzidos digitalmente pelos autores, a partir de imagens previamente selecionadas.

2- Projeto pedagógico de linha do tempo para o ensino da evolução do Universo nas escolas:

Elaboramos uma versão do material didático apresentado para que possa ser reproduzida nos espaços escolares da educação básica. O modelo foi pensado para ser exposto nas quadras poliesportivas escolares, uma vez que as faixas de marcação pintadas na quadra podem servir de representação da linha do tempo. À título de sugestão, apresentamos uma tabela com exemplos eventos evolutivos marcantes selecionados para esse público-alvo.

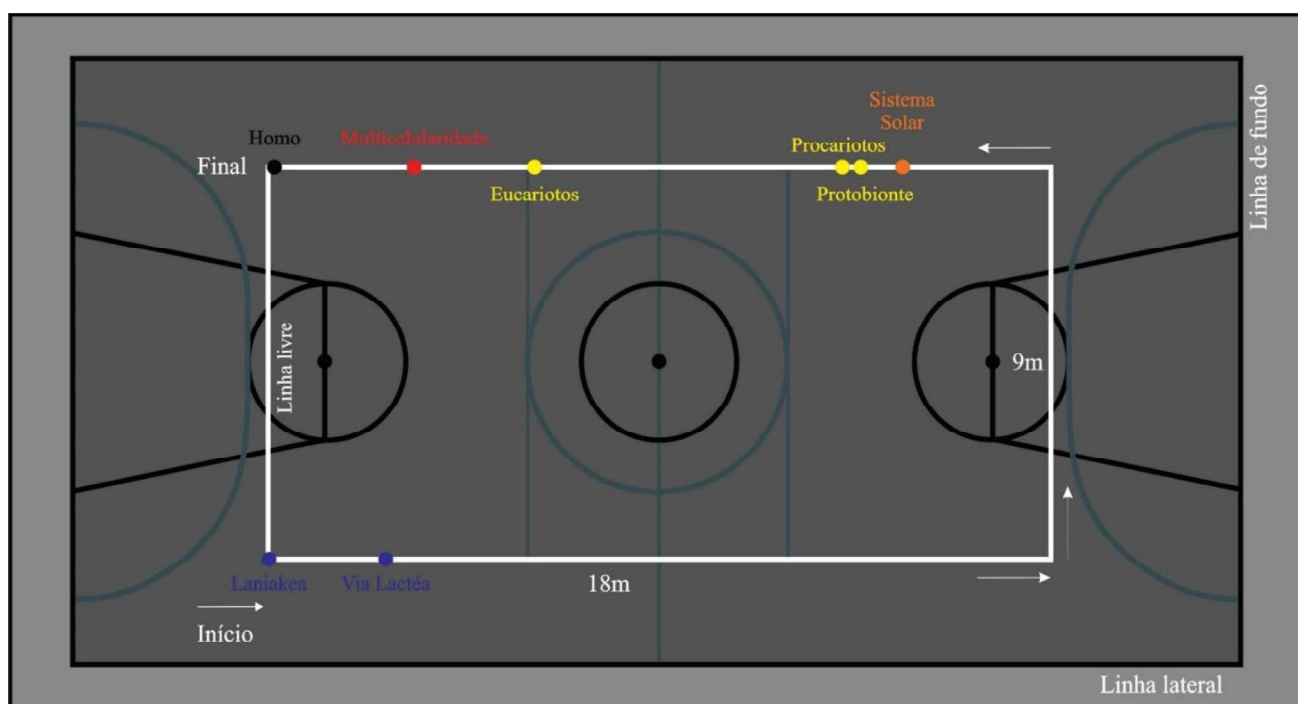
Dentre as faixas de marcação das quadras poliesportivas escolhemos as correspondentes à quadra de vôlei, pois consideramos que sua extensão desta quadra seja suficiente para representar a linha temporal da evolução do Universo (Figura 05).

A Figura 5 mostra como os eventos evolutivos podem ser dispostos na quadra, indicados por pontos coloridos, também mantendo a sua proporção temporal evolutiva com relação a imagem. Para que os estudantes e professores consigam se organizar no espaço e possam visualizar melhor a linha do tempo consideramos uma das linhas de fundo da quadra de voleibol livre de utilização.

As três faixas da quadra de voleibol consideradas para a demarcação da idade do Universo somam uma extensão de 45m, tendo como referência as medidas oficiais. Para a demarcação dos eventos, o docente precisará de uma fita métrica (de preferência com mais de 10m de comprimento). Os eventos evolutivos selecionados pelo professor e/o pela turma, podem ser demarcados no chão da quadra utilizando diferentes metodologias, por exemplo, com o uso de giz para quadro-negro coloridos, adesivos coloridos, imagens impressas, desenhos confeccionados pelos estudantes, etc.

Sugerimos o uso de materiais que possam ser, depois, facilmente removidos, preservando desta maneira o espaço físico da escola sem danificá-lo.

Figura 5- Modelo de quadra poliesportiva em que as linhas brancas indicam as faixas de jogo escolhidas para a representação da linha do tempo.



Ressaltamos, ainda, que as medidas disponibilizadas também permitem ao docente reproduzir a linha do tempo, caso deseje, em qualquer outro espaço escolar que

a comporte. Por este motivo, também apresentamos as tabelas e os cálculos para a confecção de linhas do tempo com 50m e 100m de extensão.

Os cálculos para a obtenção das medidas das posições dos eventos evolutivos na quadra de voleibol foram realizados conforme a seguinte regra-de-três:

$$13800 = 45m$$

$$y = x$$

$$x = y \cdot 45m / 13800$$

Cálculo da disposição dos eventos evolutivos em uma linha do tempo com 50 metros ou com 100 metros foram realizados conforme a seguinte regra-de-três:

$$13800 = 50m$$

$$y = x$$

$$x = y \cdot 50m / 13800$$

$$13800 = 100m$$

$$y = x$$

$$x = y \cdot 100m / 13800$$

RESULTADOS

Lista de eventos evolutivos

Elaboramos um material didático que representa uma linha do tempo da evolução do Universo que põe em evidência os principais eventos da sua evolução. Os eventos evolutivos que selecionamos foram organizados e dispostos em tabelas e organizados em função das datas de suas origens evolutivas (Tabelas 1 a 4).

A organização dos eventos evolutivos nas tabelas obedece a uma ordem temporal decrescente, dos seres humanos até os primórdios do Universo. Nas tabelas, os resultados dos cálculos que demarcam os eventos evolutivos encontram-se indicados na coluna à direita. As tabelas também indicam, nas colunas da esquerda, os Eóns, as Eras, e os Períodos geológicos. A porção central das tabelas listam as datas e os eventos evolutivos que selecionamos. À frente de cada uma das datas dos eventos evolutivos encontra-se um círculo colorido e numerado, indicando a cor representativa quanto a Natureza do evento e a sua posição na linha do tempo. Maiores informações foram incluídas ao final de cada uma das tabelas na forma de legendas, as quais contêm, no que diz respeito aos eventos biológicos, uma lista de quais atividades vitais evoluíram com a emergência dos respectivos eventos.

No quadro a seguir, listamos as fontes de informações e/ou referências utilizadas para determinar as datas dos eventos evolutivos bem como a elaboração de suas descrições:

Lista de referências utilizadas:

BENTON, M. J. Origin and Interrelationships of Dinosaurs. In: WEISHAMPEL, D. B.; PETER D.; HALSZKA O. The Dinosauria. Berkeley: University of California Press, p. 23-38, 1990.

BENTON, M. J. Vertebrate palaeontology. 3rd ed. Blackwell Publishing, 2005.

BRIGGS, D. E.; CROWTHER, P. R. Palaeobiology: a synthesis. Blackwell Science, 1990.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. Invertebrados. 2 ed. Oxford University Press, 2005.

CARVALHO, I. S. Paleontologia: conceitos e métodos. 3 ed. Interciência, 2010.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of the insects. Cambridge University Press, 2005.

JUDD, et al. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3 ed. Oxford, 2009.

National Research Council. Origin and Evolution of Earth: Research Questions for a Changing Planet. The National Academies Press, 2008.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 8 ed. Guanabara Koogan, 2014.

TAYLOR, T. N.; TAYLOR, E. L.; KRINGS, M. Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants. Academic Press, 2009.

TEIXEIRA, W. et al. (orgs). Decifrando a Terra. Oficina de Textos, 2000.

WILLIS, K. J.; MCELWAIN, J. C. The evolution of Plants. Oxford University Press, 2002.

O processo de seleção dos eventos buscou pelas principais estruturas e momentos evolutivos da história do Universo, notadamente os eventos que marcam a origem de novos níveis de organização, dentre outros eventos também importantes, mas que não chegam a constituir a emergência de novos tipos de seres físicos representativos de novos níveis de organização. A identificação dos eventos evolutivos que caracterizam novos níveis de organização é crucial para a compreensão da estrutura evolutiva do Universo. A seleção dos eventos considerou, sobretudo, o uso pedagógico do material, uma vez que este recurso didático pretende ser capaz de oferecer uma prática integradora ao professor e ao mesmo tempo que seja de fácil compreensão aos estudantes.

As imagens que ilustram os eventos evolutivos representam, portanto, tipos de seres físicos astronômicos, geológicos, biológicos, químicos e físicos. Para a produção dos cartões com estas imagens definimos um padrão gráfico comum para que pudessem criar uma conexão visual entre os grupos definidos e também uma identidade estética para a exposição. Cada cartão contém cores representativas da Natureza dos eventos, tal como definidos nas representações das tabelas e adesivos, indicadas por suas margens. Os nomes científicos que identificam cada evento estão indicados nos títulos de cada cartão, acompanhados pelas informações sobre as novidades evolutivas que caracterizam aquele tipo de ser, as suas principais funções, e a data aproximada em que surgiram. Os cartões produzidos encontram-se nos apêndices.

TABELA 01 – Medições dos eventos evolutivos para a rampa do Edifício Paulo Freire – FUP. Extensão = 57m

		Exposição- FUP		57 m
Éon	Era	Períodos	Datação, numeração e eventos	
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	2,5 Ma. 76 Homo - Seres humanos	56,98
		Neogeno	7 Ma. 75 Hominini - Bipedismo, membros posteriores mais longos, cérebro grande em relação ao corpo.	56,97
Mesozoico	Paleogeno		74 Hominoidea - Perda da cauda, membros anteriores mais longos com relação aos posteriores.	56,87
			73 Primatas - Polegar opositor, cérebro ampliado, maior cuidado parental.	56,79
			Extinção em massa - Impacto de um meteorito.	56,72
	Cretáceo		71 Placentalia - O embrião se desenvolve no útero e é nutrido pela placenta.	56,62
			70 Hymenoptera - Dois pares de asas membranosas.	56,58
	Jurássico		69 Angiospermas - Plantas com flores	56,42
			68 Lepidópteros - Peças bucais sugadoras e asas escamosas.	56,38
			67 Aves - Membros anteriores modificados em asas e penas especializadas para o voo	56,35
			66 Anura - Esqueleto e músculos modificados favorecendo o salto (sapos e rãs).	56,29
			65 África, América do Sul, Antártida e Austrália - Separação dos continentes	56,25
		64 Pterosauria - Asas de pele no quarto dígito (capacidade de planar)	56,16	
		62 Mammalia - Pelos, heterodontia (dentes especializados) e glândulas mamárias	56,13	
Triássico		61 Laurásia e Gondwana - Separação dos supercontinentes	56,09	
		59 Cynodontia - Mandíbula modificada para mastigação (occlusão) e alinhamento da coluna 60 Dinosauria - Modificações dos ossos pélvicos e membros posteriores para locomoção e postura.	56,00	
Permiano		57 Archosauria - Abertura craniana antorbital e dentes serrilhados 58 Diptera - Um par de asas, peças bucais adaptadas para sugar ou lambar	55,96	
		56 Extinção em massa - Erupções massivas de lava	55,96	
		54 Therapsida - Modificação na postura dos membros e pés simétricos 55 Coeloptera - Exoesqueleto fortemente endurecido	55,84	
		53 Diapsida - Dois pares de fenestras temporais para inserção de musculatura da mandíbula	55,71	
		52 Synapsida - Par de fenestras temporais para inserção de musculatura da mandíbula	55,67	
		50 Amniota - Membranas que impedem a dessecação do embrião em ambiente terrestre 51 Gimnospermas - Plantas com sementes	55,63	
		49 Pangea - Supercontinente	55,59	
		48 Tetrapoda - Vertebrados com cinco dígitos	55,38	
		46 Osteichthyes - Sarcopyterygii - Nadadeiras ósseas e musculares 47 Osteichthyes - Actinopterygii - nadadeiras raiaidas	55,36	
		45 Pieridófitas - Vasos condutores, folhas verdadeiras e raízes	55,23	
Devoniano		44 Insecta - Três pares de patas, asas e um par de antenas	55,17	
		43 Briófitas - Plantas terrestres, reprodução por dispersão de esporos e transpiração por estômatos	55,16	
Siluriano		41 Chondrichthyes - Tubarões: esqueletos cartilagosos 42 Acanthodii - Tubarões espinhados	55,14	
		40 Placodermata (Gnatostomata) - Vertebrados com mandíbulas, corpo coberto por placas osseas	54,99	
		39 Osteostraci - Nadadeiras pares	54,97	
Ordoviciano		38 Vertebrata - Formação das vértebras e elaboração do crânio	54,93	
		37 Arthropoda - Corpo segmentado, exoesqueleto e membros articulados	54,85	
		36 Protostomia - O blastóporo se torna a boca	54,81	
		35 Deuterostomia - O blastóporo se torna o ânus	54,81	
Cambriano				

TABELA 01 (continuação) – Medições dos eventos evolutivos para a Rampa do Edifício Paulo Freire – FUP. Extensão = 57m

TABELA 02 – Medições dos eventos evolutivos para a quadra de voleibol. Extensão = 45m

Ensino Fundamental- Anos Finais				
Éon	Era	Períodos	Datação, numeração e eventos	45 m
Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	2,5 Ma. 64 Homo - Seres humanos	44,99
		Neogeno	7 Ma. 63 Hominini - Postura bípede (Sahelanthropus)	44,97
	Mesozóico	Paleogeno	30 Ma. 62 Hominoidea - Perda da cauda, membros anteriores mais longos com relação aos posteriores	44,90
			50 Ma. 61 Primatas - Polegar opositor, cérebro ampliado, maior cuidado parental	44,83
		Cretáceo	66 Ma. 60 Extinção em massa - Impacto de um meteorito	44,78
			90 Ma. 59 Placentalia - O embrião se desenvolve no útero e é nutrido pela placenta	44,70
	Mesozóico	Jurássico	100 Ma. 58 Hymenoptera - Dois pares de asas membranosas (vespas, abelhas e formigas)	44,67
			140 Ma. 57 Angiospermas - Plantas com flores e frutos	44,54
			150 Ma. 56 Lepidópteros - Peças bucais sugadoras e asas escamosas pigmentadas (mariposas e borboletas)	44,51
			155 Ma. 55 Aves - Membros anteriores modificados em asas e penas especializadas favorecendo o voo	44,49
Triássico		170 Ma. 54 Anura - Esqueleto e músculos modificados favorecendo o salto (sapos e rãs)	44,44	
		180 Ma. 53 África, América do Sul, Antártida e Austrália - Separação dos continentes	44,41	
		201 Ma. 52 Pterosauria - Asas de pele no quarto dígito (capacidade de planar)	44,34	
		210 Ma. 51 Mammalia - Pelos, dentes com funções diferentes e glândulas mamárias	44,31	
Permiano	220 Ma. 50 Laurásia e Gondwana - Início da separação da Pangea nos supercontinentes	44,28		
	240 Ma. 49 Dinosauria - Os ossos pélvicos sofrem modificações favorecendo a locomoção e os membros posteriores alinhados a coluna	44,21		
Paleozóico	Carbonífero	250 Ma. 48 Diptera - Um par de asas, peças bucais adaptadas para sugar ou lambar (moscas)	43,18	
		251 Ma. 47 Extinção em massa - Erupções massivas de lava	43,18	
	Devoniano	280 Ma. 46 Coeloptera - Corpo fortemente endurecido (besouros)	43,08	
		310 Ma. 45 Diapsida - Amniotos com dois pares de aberturas no crânio	43,98	
	Siluriano	320 Ma. 44 Synapsida - Amniotos com um par de aberturas no crânio (inserção de músculos)	43,95	
		330 Ma. 42 Amniota - Membrana interna que permite os ovos sobreviverem fora d'água (âmnio) 43 Gimnospermas - Plantas com sementes, reprodução por dispersão de sementes	43,92	
	Ordoviciano	340 Ma. 41 Pangea - Supercontinente	43,89	
		390 Ma. 40 Tetrapoda - Vertebrados com cinco dígitos	43,72	
	Cambriano	395 Ma. 38 Osteichthyes: Sarcopyterygii - Peixes ósseos nadadeiras ósseas e musculares 39 Actinopterygii - nadadeiras raiaidas	43,71	
		428 Ma. 37 Pteridófitas - Plantas com vasos condutores	43,60	
Cambriano	441 Ma. 36 Insecta - Corpo dividido em cabeça, torax e abdomen, estruturas sensoriais (antenas)	43,56		
	445 Ma. 35 Briófitas - Plantas terrestres, reprodução por dispersão de esporos, resistência a perda d'água	43,54		
	485 Ma. 34 Gnathostomata - Vertebrados com mandíbulas	43,41		
	500 Ma. 33 Vertebrata - Formação das vértebras e elaboração do crânio	43,36		
Cambriano	520 Ma. 32 Arthropoda - Corpo segmentado, membros articulados e camada resistente cobrindo o corpo (exoesqueleto)	43,30		
	530 Ma. 30 Protostômia - Na fase embrionária o blástoporo se torna a boca 31 Deuterostômia - Na fase embrionária o blástoporo se torna o ânus	43,27		

TABELA 02 (continuação) – Medições dos eventos evolutivos para a quadra de voleibol. Extensão = 45m

Éon	Eras	Datação, numeração e eventos	45 m
Precambriano	Proterozóico	550 Ma. 29 Bilateria - Animais de simetria corporal bilateral	43,20
		570 Ma. 28 Coelenterata - Animais de simetria corporal radial- (Cnidaria)	43,14
		600 Ma. 27 Fauna de Ediacara - Animais simples, de "corpo mole", desprovidos de conchas ou carapaças	43,04
		750 Ma. 25 Porífera - Multicelularidade animal (diferenciação celular) 26 Terra bola de neve	42,55
		800 Ma. 24 Chlorophyta - Pigmento fotossintético	42,39
		1,2 Ba. 23 Meiose - Reprodução sexuada ⁸	41,08
		1,3 Ba. 22 Rodinia - Supercontinente	40,76
		1,4 Ba. 21 Eucariotos autótrofos - Endossimbiose do cloroplasto ^{3,4}	40,43
		1,5 Ba. 20 Eucariotos complexos - Endossimbiose da mitocôndria ^{3,4}	40,10
		1,9 Ba. 19 Eucariotos - Células cujo material genético está envolto pelo núcleo, presença de organelas ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}	38,80
Arqueano	Eoarqueano	2,0 Ba. 18 Ártica, Atlântica e Ur - Agrupamento de massas continentais (microcontinentes)	38,47
		3,5 Ba. 17 Estromatólitos - Evidências macroscópicas de vida	33,58
		3,8 Ba. 16 Organismos fotossintetizantes aeróbicos e anaeróbicos ⁴	32,60
		3,9 Ba. 15 Fim do bombardeamento tardio de asteróides	32,28
		4 Ba. 14 Crosta Continental - formação	31,95
		4,1 Ba. 12 Início do bombardeamento tardio de asteróides 13 Procariotos - Ausência de núcleo, conservação das informações genéticas (cromossomo), possui parede celular e flagelos ^{1, 6, 7, 8}	31,63
		4,2 Ba. 11 Protobiontes (coacervados) heterótrofos - Seres vivos primitivos, formados por uma membrana plásmatica e citoplasma ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}	31,30
		4,4 Ba. 9 Litostera - Solidificação do magma 10 Atmosfera e hidrosfera - Formação	30,65
		4,48 Ba. 8 Fim do grande bombardeamento inicial de asteróides	30,39
		4,5 Ba. 6 Terra completamente formada 7 Formação da Lua	30,32
Hadeano		4,56 Ba. 5 Disco protoplanetário - Formação de minerais e moléculas	30,13
		4,8 Ba. 4 Explosão de uma supernova e origem dos átomos do sistema solar	29,34
		5 Ba. 3 Nebulosa - Corpos celestes constituídos por poeira cósmica, encontrados no interior das galáxias, onde novas estrelas se originam	28,69
		13 Ba. 2 Via Láctea	2,60
		13,8 Ba. 1 Superaglomerado de galáxias (Laniakea) - Grande número de galáxias compartilhando uma dinâmica gravitacional comum	0

Eventos:

Astronômicos: ● ; Geológicos: ● ; Biológicos: unicelulares ● , animais ● , plantas ● ; Vírus: ● ; Humanos: ●

Atividades vitais:

1 - Proteção, 2 - Percepção, 3 - Nutrição, 4 - Metabolismo, 5 - Excreção, 6 - Movimento, 7 - Sustentação, 8 - Reprodução

TABELA 03 – Medições dos eventos evolutivos para uma linha do tempo de extensão = 50m

Ensino Fundamental- Anos Finais				
Éon	Era	Períodos	Datação, numeração e eventos	50 m
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	2,5 Ma. 64 Homo - Seres humanos	49,99
		Neogeno	7 Ma. 63 Hominini - Postura bípede (Sahelanthropus)	49,97
	Paleogénico	30 Ma. 62 Hominoidea - Perda da cauda, membros anteriores mais longos com relação aos posteriores	49,89	
		50 Ma. 61 Primatas - Polegar opositor, cérebro ampliado, maior cuidado parental	49,81	
		66 Ma. 60 Extinção em massa - Impacto de um meteorito	49,76	
		90 Ma. 59 Placentalia - O embrião se desenvolve no útero e é nutrido pela placenta	49,67	
	Cretáceo	100 Ma. 58 Hymenoptera - Dois pares de asas membranosas (vespas, abelhas e formigas)	49,63	
		140 Ma. 57 Angiospermas - Plantas com flores e frutos	49,49	
	Mesozóico	150 Ma. 56 Lepidópteros - Peças bucais sugadoras e asas escamosas pigmentadas (mariposas e borboletas)	49,45	
		155 Ma. 55 Aves - Membros anteriores modificados em asas e penas especializadas favorecendo o voo	49,43	
		170 Ma. 54 Anura - Esqueleto e músculos modificados favorecendo o salto (sapos e rãs)	49,38	
		180 Ma. 53 África, América do Sul, Antártida e Austrália - Separação dos continentes	49,34	
		201 Ma. 52 Pterosauria - Asas de pele no quarto dígito (capacidade de planar)	49,27	
		210 Ma. 51 Mammalia - Pelos, dentes com funções diferentes e glândulas mamárias	49,23	
	Triássico	220 Ma. 50 Laurásia e Gondwana - Início da separação da Pangea nos supercontinentes	49,20	
		240 Ma. 49 Dinosauria - Os ossos pélvicos sofrem modificações favorecendo a locomoção e os membros posteriores alinhados a coluna	49,13	
	Permiano	250 Ma. 48 Diptera - Um par de asas, peças bucais adaptadas para sugar ou lambar (moscas)	49,09	
		251 Ma. 47 Extinção em massa - Erupções massivas de lava	49,09	
		280 Ma. 46 Coeloptera - Corpo fortemente endurecido (besouros)	48,98	
	Carbonífero	310 Ma. 45 Diapsida - Amniotos com dois pares de aberturas no crânio	48,87	
320 Ma. 44 Synapsida - Amniotos com um par de aberturas no crânio (inserção de músculos)		48,84		
330 Ma. 42 Amniota - Membrana interna que permite os ovos sobreviverem fora d'água (âmnio) 43 Gimnospermas - Plantas com sementes, reprodução por dispersão de sementes		48,80		
340 Ma. 41 Pangea - Supercontinente		48,76		
Devoniano	390 Ma. 40 Tetrapoda - Vertebrados com cinco dígitos	48,58		
	395 Ma. 38 Osteichthyes: Sarcopyterygii - Peixes ósseos nadadeiras ósseas e musculares 39 Actinopterygii - nadadeiras raiadas	48,56		
Siluriano	428 Ma. 37 Pteridófitas - Plantas com vasos condutores	48,44		
	441 Ma. 36 Insecta - Corpo dividido em cabeça, torax e abdomen, estruturas sensoriais (antenas)	48,40		
Ordoviciano	445 Ma. 35 Briófitas - Plantas terrestres, reprodução por dispersão de esporos, resistência a perda d'água	48,38		
	485 Ma. 34 Gnátostomata - Vertebrados com mandíbulas	48,24		
Cambriano	500 Ma. 33 Vertebrata - Formação das vértebras e elaboração do crânio	48,18		
	520 Ma. 32 Arthropoda - Corpo segmentado, membros articulados e camada resistente cobrindo o corpo (exoesqueleto)	48,11		
	530 Ma. 30 Protostómia - Na fase embrionária o blástoporo se torna a boca 31 Deuterostómia - Na fase embrionária o blástoporo se torna o ânus	48,07		

TABELA 03 (continuação) – Medições dos eventos evolutivos para uma linha do tempo de extensão = 50m

Éon	Éras	Datação, numeração e eventos	50 m
Precambriano	Proterozóico	550 Ma. 29 Bilateria - Animais de simetria corporal bilateral	48,00
		570 Ma. 28 Coelenterata - Animais de simetria corporal radial- (Cnidaria)	47,83
Arqueano	Neoproterozóico	600 Ma. 27 Fauna de Ediacara - Animais simples, de "corpo mole"; desprovidos de conchas ou carapaças	47,82
		750 Ma. 25 Porífera - Multicelularidade animal (diferenciação celular) 26 Terra bola de neve	47,28
	800 Ma. 24 Chlorophyta - Pigmento fotossintético	47,10	
	1,2 Ba. 23 Meiose - Reprodução sexuada ⁸	45,65	
	1,3 Ba. 22 Rodinia - Supercontinente	41,66	
	1,4 Ba. 21 Eucariotos autótrofos - Endossimbiose do cloroplasto ^{3,4}	44,92	
	1,5 Ba. 20 Eucariotos complexos - Endossimbiose da mitocôndria ^{3,4}	43,46	
	1,9 Ba. 19 Eucariotos - Células cujo material genético está envolto pelo núcleo, presença de organelas ^{1,2,3,4,5,6,7,8}	43,11	
	2,0 Ba. 18 Ártica, Atlântica e Ur - Agrupamento de massas continentais (microcontinentes)	42,75	
	3,5 Ba. 17 Estromatólitos - Evidências macroscópicas de vida	37,31	
Eoarqueano	16 Organismos fotosintetizantes aeróbicos e anaeróbicos ⁴	36,23	
	15 Fim do bombardeamento tardio de asteróides	35,86	
Hadeano	14 Fim do bombardeamento tardio de asteróides	35,50	
	13 Grota Continental - formação	35,14	
	12 Início do bombardeamento tardio de asteróides 13 Procariotos - Ausência de núcleo, conservação das informações genéticas (cromossomo), possui parede celular e flagelos ^{1,6,7,8}	34,78	
	11 Probiotantes (coacervados) heterótrofos - Seres vivos primitivos, formados por uma membrana plasmática e citoplasma ^{1,2,3,4,5,6,7,8}	34,05	
	10 Litosfera - Solidificação do magma 10 Atmosfera e hidrosfera - Formação	33,76	
	9 Fim do grande bombardeamento inicial de asteróides	33,69	
	8 Terra completamente formada 7 Formação da Lua	33,49	
	6 Disco protoplanetário - Formação de minerais e moléculas	32,60	
	5 Explosão de uma supernova e origem dos átomos do sistema solar	31,88	
	4 Nebulosa - Corpos celestes constituídos por poeira cósmica, encontrados no interior das galáxias, onde novas estrelas se originam	2,89	
	3 Via Láctea	0	
	2 Superaglomerado de galáxias (Laniakea) - Grande número de galáxias compartilhando uma dinâmica gravitacional comum		

Eventos:

Astronômicos: ● ; Geológicos: ● ; Biológicos: ● ; animais ● , plantas ● ; Vírus: ● ; Humanos: ●

Atividades vitais:

1 - Proteção, 2 - Percepção, 3 - Nutrição, 4 - Metabolismo, 5 - Excreção, 6 - Movimento, 7 - Sustentação, 8 - Reprodução

TABELA 04 – Medições dos eventos evolutivos para uma linha do tempo de extensão = 100m

Éon		Era		Períodos	Datação, numeração e eventos	100 m
Fanerozoico	Cenozoico	Quaternário	2,5 Ma.	64	Homo - Seres humanos	99,98
		Neogeno	7 Ma.	63	Hominini - Postura bípede (Sahelanthropus)	99,94
	Paleogénico		30 Ma.	62	Homoidea - Perda da cauda, membros anteriores mais longos com relação aos posteriores	99,94
			50 Ma.	61	Primates - Polegar opositor, cérebro ampliado, maior cuidado parental	99,63
			66 Ma.	60	Extinção em massa - Impacto de um meteorito	99,52
	Cretáceo		90 Ma.	59	Placentalia - O embrião se desenvolve no útero e é nutrido pela placenta	99,52
			100 Ma.	58	Hymenoptera - Dois pares de asas membranosas (vespas, abelhas e formigas)	99,34
			140 Ma.	57	Angiospermas - Plantas com flores e frutos	98,98
	Mesozóico		150 Ma.	56	Lepidópteros - Peças bucais sugadoras e asas escamosas pigmentadas (mariposas e borboletas)	98,91
			155 Ma.	55	Aves - Membros anteriores modificados em asas e penas especializadas favorecendo o voo	98,87
		Jurássico	170 Ma.	54	Anura - Esqueleto e músculos modificados favorecendo o salto (sapos e rãs)	98,76
			180 Ma.	53	África, América do Sul, Antártida e Austrália - Separação dos continentes	98,69
			201 Ma.	52	Pterosauria - Asas de pele no quarto dígito (capacidade de planar)	98,54
			210 Ma.	51	Mammalia - Pelos, dentes com funções diferentes e glândulas mamárias	98,47
	Triássico		220 Ma.	50	Laurásia e Gondwana - Início da separação da Pangea nos supercontinentes	98,40
			240 Ma.	49	Dinosauria - Os ossos pélvicos sofrem modificações favorecendo a locomoção e os membros posteriores alinhados a coluna	98,26
	Permiano		250 Ma.	48	Diptera - Um par de asas, peças bucais adaptadas para sugar ou lambar (moscas)	98,18
			251 Ma.	47	Extinção em massa - Erupções massivas de lava	98,18
			280 Ma.	46	Coeloptera - Corpo fortemente endurecido (besouros)	97,97
			310 Ma.	45	Diapsida - Amniotos com dois pares de aberturas no crânio	97,75
Carbonífero		320 Ma.	44	Synapsida - Amniotos com um par de aberturas no crânio (inserção de músculos)	97,68	
		330 Ma.	42	Amniota - Membrana interna que permite os ovos sobreviverem fora d'água (âmnio) 43 Gimnospermas - Plantas com sementes, reprodução por dispersão de sementes	97,60	
Devoniano		340 Ma.	41	Pangea - Supercontinente	97,53	
		390 Ma.	40	Tetrapoda - Vertebrados com cinco dígitos	97,17	
		395 Ma.	38	Osteichthyes: Sarcopyterygii - Peixes ósseos nadadeiras ósseas e musculares 39 Actinopterygii - nadadeiras raiadas	97,13	
Siluriano		428 Ma.	37	Pteridófitas - Plantas com vasos condutores	96,89	
		441 Ma.	36	Insecta - Corpo dividido em cabeça, torax e abdomen, estruturas sensoriais (antenas)	96,80	
Ordoviciano		445 Ma.	35	Briófitas - Plantas terrestres, reprodução por dispersão de esporos, resistência a perda d'água	96,77	
		485 Ma.	34	Gnathostomata - Vertebrados com mandíbulas	96,48	
Cambriano		500 Ma.	33	Vertebrata - Formação das vértebras e elaboração do crânio	96,37	
		520 Ma.	32	Arthropoda - Corpo segmentado, membros articulados e camada resistente cobrindo o corpo (exoesqueleto)	96,23	
		530 Ma.	30	Protostómia - Na fase embrionária o blástoporo se torna a boca 31 Deuterostómia - Na fase embrionária o blástoporo se torna o ânus	96,15	

TABELA 04 (continuação) – Medições dos eventos evolutivos para uma linha do tempo de extensão = 100m

Éon	Eras	Datação, numeração e ventos	100 m
Precambriano	Neoproterozóico	550 Ma. 29 Bilateria - Animais de simetria corporal bilateral	96,01
		570 Ma. 28 Coelenterata - Animais de simetria corporal radial- (Cnidaria)	95,86
		600 Ma. 27 Fauna de Ediacara - Animais simples, de "corpo mole", desprovidos de conchas ou carapaças	95,85
	Proterozóico	750 Ma. 25 Porífera - Multicelularidade animal (diferenciação celular) 26 Terra bola de neve	94,56
		800 Ma. 24 Chlorophyta - Pigmento fotossintético	94,20
	Mesoproterozóico	1,2 Ba. 23 Meiose - Reprodução sexuada ⁸	91,30
		1,3 Ba. 22 Rodinia - Supercontinente	90,57
		1,4 Ba. 21 Eucariotos autótrofos - Endossimbiose do cloroplasto ^{3,4}	89,85
	Paleoproterozóico	1,5 Ba. 20 Eucariotos complexos - Endossimbiose da mitocôndria ^{3,4}	89,13
		1,9 Ba. 19 Eucariotos - Células cujo material genético está envolto pelo núcleo, presença de organelas ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}	86,23
	Arqueano	2,0 Ba. 18 Ártica, Atlântica e Ur - Agrupamento de massas continentais (microcontinentes)	85,50
		3,5 Ba. 17 Estromatólitos - Evidências macroscópicas de vida	74,63
	Eoarqueano	3,8 Ba. 16 Organismos fotossintetizantes aeróbicos e anaeróbicos ⁴	74,46
3,9 Ba. 15 Fim do bombardeamento tardio de asteróides		71,73	
Hadeano	4 Ba. 14 Crosta Continental - formação	71,01	
	4,1 Ba. 12 Início do bombardeamento tardio de asteróides 13 Procariotos - Ausência de núcleo, conservação das informações genéticas (cromossomo), possui parede celular e flagelos ^{1, 6, 7, 8}	70,28	
	4,2 Ba. 11 Protobiontes (coacervados) heterótrofos - Seres vivos primitivos, formados por uma membrana plasmática e citoplasma ^{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8}	69,56	
	4,4 Ba. 9 Litosfera - Solidificação do magma 10 Atmosfera e hidrosfera - Formação	68,11	
	4,48 Ba. 8 Fim do grande bombardeamento inicial de asteróides	67,53	
	4,5 Ba. 6 Terra completamente formada 7 Formação da Lua	67,39	
	4,56 Ba. 5 Disco protoplanetário - Formação de minerais e moléculas	66,95	
	4,8 Ba. 4 Explosão de uma supernova e origem dos átomos do sistema solar	65,21	
	5 Ba. 3 Nebulosa - Corpos celestes constituídos por poeira cósmica, encontrados no interior das galáxias, onde novas estrelas se originam	63,76	
	13 Ba. 2 Via Láctea	5,79	
	13,8 Ba. 1 Superaglomerado de galáxias (Laniakea) - Grande número de galáxias compartilhando uma dinâmica gravitacional comum	0	

Eventos:

Astronômicos: ● ; Geológicos: ● ; Biológicos: unicelulares ● , animais ● , plantas ● ; Vírus: ● ; Humanos: ●

Atividades vitais:

1 - Proteção, 2 - Percepção, 3 - Nutrição, 4 - Metabolismo, 5 - Excreção, 6 - Movimento, 7 - Sustentação, 8 - Reprodução

DISCUSSÃO

Sobre o Material Didático Elaborado para a Rampa do Edifício Paulo Freire na FUP para Ensinar Sobre a Evolução do Universo

Elaboramos uma exposição gráfica para apresentar a evolução do Universo para os estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais da Faculdade UnB-Planaltina (FUP). A exposição também pôde ser visitada por estudantes das escolas da rede pública de ensino do Distrito Federal durante a Semana Universitária (Semuni 2023) no campus da FUP da Universidade de Brasília.

A exposição gráfica que elaboramos procura apresentar a estrutura organizacional do Universo na forma de duas linhas do tempo dispostas na rampa de acesso ao segundo pavimento do edifício Paulo Freire do *Campus* Universitário da UnB-Planaltina. Em uma das laterais da rampa construímos uma escala espaçotemporal e na outra lateral da rampa, uma escala evolutiva. A escala espaçotemporal medida na rampa se estende do primeiro pavimento térreo, o qual demarca a maior dimensão espacial possível que se pode medir, 10^{26} m, o diâmetro da esfera que delimita o tamanho do Universo observável, até o pavimento térreo, o qual demarca a dimensão 10^0 m (1 metro/1 segundo), a dimensão dos seres humanos. De modo complementar, a subida pela rampa apresenta as dimensões menores do que a nossa, 10^0 m, e se estende até as menores coisas supostamente existentes, cerca do tamanho de Planck, na dimensão de 10^{-35} m. A

escala espaçotemporal é ilustrada com cartões que ilustram os objetos existentes na Natureza, exemplificados em uma sequência ordenada em potências de 10 (escala logarítmica). Neste sentido, a subida pela rampa possibilita visualizar exemplos de objetos físicos existentes no microcosmos (menores do que nós) enquanto a descida pela rampa evidencia as coisas microcósmicas (maiores do que nós). No lado oposto da rampa encontra-se a escala evolutiva, a qual se estende do primeiro pavimento, que demarca o momento da geração do tecido espaçotemporal, cerca de 13,8 bilhões de anos no passado, até o pavimento térreo, que demarca o momento atual, o agora.

As duas escalas encontram-se com as suas dimensões ajustadas ao tamanho das laterais das rampas, de modo que a posição na qual se encontram os cartões ilustrativos da exposição gráfica mantém as suas respectivas relações de proporção com o tamanho das coisas existentes no Universo de um lado da rampa ou com a idade do Universo de outro.

Uma exposição deste tipo, com os principais eventos evolutivos ocorridos na história evolutiva do Universo, dispostos ao longo da grande rampa que este edifício possui, acreditamos, permitirá ao visitante contemplar os principais momentos da evolução da Natureza e, com isso, refletir sobre a sua própria visão de mundo. Desta maneira, pensamos, o visitante poderá reconhecer os tipos de objetos físicos existentes na Natureza e compreendê-los em relação com as suas próprias dimensões espaçotemporais (tamanho, tempo, idade). Esperamos, com o aprendizado da nossa

relação espacotemporal e evolutiva com as coisas existentes da Natureza, que os visitantes aprimorem a própria compreensão sobre quem somos, do que somos feitos e onde nos situamos no Universo. Trata-se, pois, do conhecimento acerca da origem e antiguidade de todas as coisas que compõem o Universo, desde as menores até as maiores existentes.

Uma exposição deste tipo tem o potencial de despertar nos visitantes uma visão panorâmica sobre quais são os tipos de seres físicos que existem no Universo e uma compreensão mais aprofundada da relação entre as dimensões espacotemporais entre eles.

A utilização para esta exposição de um ambiente dentro do edifício de salas de aula da FUP supomos, também torna mais amplo e constante o acesso dos estudantes dos cursos deste *Campus* universitário aos conhecimentos sobre o mundo natural, sobre a evolução do Universo e sobre nós mesmos como seres humanos e como pessoas. O acesso a este tipo de conhecimento também pode ser democratizado e popularizado junto à comunidade externa da universidade, uma vez que esta exposição oferece tanto a visitação por professores e estudantes da educação básica, por meio de eventos ou atividades de extensão, por exemplo, a Semana Universitária (como, de fato, ocorreu).

Esta exposição pode se tornar de grande valor para os estudantes dos cursos noturno e diurno de Ciências Naturais, porque eles poderão utilizá-la, de modo livre ou orientado pelos próprios professores dos cursos. Esta exposição, pensamos, tem o

potencial de alimentar debates e reflexões acerca da importância do desenvolvimento de visões de mundo científicas mais aprofundadas, principalmente quando ainda durante o processo de formação dos futuros professores de ciências da educação básica.

Buscar uma síntese do conhecimento humano é essencial para que se elabore uma visão científica, filosófica e crítica do mundo. Por este motivo, este tipo de exposição merece ser organizada de uma maneira lógica, coerente, criteriosa, fidedigna e com grande rigor metodológico. Esta exposição é, portanto, uma forma organizar o conhecimento sobre a origem dos tipos de seres naturais Natureza que poderá contribuir com a formação de um professor de ciências ciente da importância de superar o desafio de sistematizar o conhecimento sobre a Natureza para que ele possa ser incorporado mais facilmente e para que, enfim, ganhe um significado existencial para os estudantes, incentivando-os a utilizá-lo com mais sabedoria e responsabilidade.

Sobre a proposta de Prática Pedagógica para ensinar na Educação Básica a Estrutura da Natureza e a Evolução do Universo

Elaboramos uma prática pedagógica para o ensino da evolução da Natureza na educação básica. Essa prática pedagógica busca apresentar de uma maneira simples e de fácil reprodução os conhecimentos científicos sobre os principais eventos da evolução da Natureza, bem como sobre a sua estrutura organizacional na forma de uma hierarquia composta por níveis de organização espaçotemporais e morfofuncionais.

A prática pedagógica que oferecemos poderá auxiliar os professores de ciências no desenvolvimento, junto com os seus estudantes, do entendimento sobre a estrutura do Universo e sobre a sua evolução, e desta maneira, tornar evidente a interrelação evolutiva que há entre todas as coisas do cosmos e nós mesmos.

Para além deste conhecimento, esperamos que esta prática provoque nos estudantes a vontade de conhecer ainda mais sobre a Natureza de modo que, naturalmente, ele desenvolva, por si mesmo, uma visão científicista, filosófica e crítica sobre o que é o mundo, sobre quem somos nós e, enfim, sobre o nosso papel nele.

A forma como esta prática pedagógica está organizada possibilita a identificação dos tipos de seres físicos e dos principais eventos evolutivos ocorridos na história do Universo bem como as relações de interdependência entre eles. No contexto das aulas de ciências no Ensino Fundamental e Médio, a prática pedagógica que elaboramos permite que o professor tenha muita liberdade para utilizá-la do modo que preferir e em diferentes momentos do ano letivo. Isso facilita a exposição do conteúdo e permite o reforço, pela reutilização, dos conhecimentos adquiridos. Tendo a linha do tempo como eixo integrador do conhecimento, o professor poderá expor mais detalhadamente cada um dos eventos evolutivos selecionados conforme o seu planejamento e objetivos, sem contar o potencial que este tipo de prática pedagógica tem em promover discussões e reflexões sobre o tema pelos estudantes de modo contínuo descentralizado, isto é, independentemente da intervenção do professor.

Ressaltamos, também, que nesta prática pedagógica o professor não precisa, necessariamente, obedecer a escolha dos eventos que propusemos. Elas servem apenas para orientar os estudos e discussões, nada impede, outrossim, que novos eventos sejam a ela incorporados ao longo do ano letivo. A partir das tabelas e dos cálculos oferecidos neste trabalho, é possível confeccionar tabelas ainda mais simplificadas, selecionando o menor número de eventos evolutivos que se deseja trabalhar, para serem utilizadas em contextos educacionais específicos dos diferentes anos do Ensino Fundamental ou dos distintos níveis de aprendizagem dos estudantes da turma.

Esta prática pedagógica permite que sua execução no espaço escolhido seja feita de maneira conjunta com os estudantes, viabilizando a realização de aulas ou atividades em que possam interagir uns com os outros e explorar o material, de modo que esse contato os aproxime por meio da própria atuação dos conhecimentos que estão sendo apresentados e contribua para que desperte a curiosidade acerca das informações e potencialize o surgimento de questionamentos e discussões sobre a sua pertinência, significado e percepção da importância dos conhecimentos a partir das práticas desenvolvidas. A execução desta prática permite, ainda, que o professor de ciências desenvolva o tema utilizando de modos alternativos de empregar a prática pedagógica. O professor pode, por exemplo, colocar os estudantes para pesquisar quais foram os principais eventos evolutivos na história do Universo; pode imprimir as imagens ilustrativas dos eventos ou ainda, pedir que os seus estudantes as produzam, sendo em

formato de desenho, buscando por imagens na internet, produzindo novas imagens digitais, entre outras alternativas. O mesmo vale para os cálculos das datas de origem dos eventos na linha do tempo evolutivo. Eles podem ser realizados pelos estudantes.

Sobre o Potencial Civilizatório do Conhecimento da Estrutura da Natureza

As representações da estrutura hierárquica da Natureza possuem grande potencial pedagógico porque servem como eixo organizador dos conhecimentos produzidos pela ciência. A proposta pedagógica proposta permite discutir o papel do conhecimento da estrutura organizacional da Natureza como uma espécie de síntese sobre o que é a Natureza e como ela evoluiu, constituindo uma ferramenta capaz de potencializar o processo de ensino-aprendizagem no ensino de Ciências Naturais. Sistematizar o conhecimento através de um eixo temporal evolutivo capaz de interconectá-lo naturalmente, pode favorecer com que o estudante consiga associá-los e conseqüentemente os assimilar esses conhecimentos de forma mais fácil e eficaz.

Acreditamos que o desenvolvimento de uma visão de mundo filosófica-cientificista pode representar um grande potencial para facilitar a aprendizagem.

O constante desenvolvimento das nossas próprias visões de mundo, realizadas a partir da síntese dos conhecimentos científicos sobre o Universo, é um caminho para a compreensão crítica da realidade, de si e do mundo. A busca por compreender o presente a partir de um conhecimento profundo sobre o passado, conhecendo, pois, o seu passado

evolutivo, histórico e civilizatório, percebendo, inclusive, os aspectos mais importantes da evolução dos seres humanos, da vida e do Universo, nos permite, refletir melhor sobre as decisões que tomamos a respeito de que futuro desejamos para nós e para a humanidade com mais sabedoria e responsabilidade, e a pensar de maneira mais criteriosa, consciente e solidária.

No processo de desenvolvimento de uma cosmovisão, as vivências e as convivências nutrem, em cada um de nós, uma cosmovisão pessoal. Nesse contexto, o encontro, o confronto e a mistura de cosmovisões, possibilitam a cada indivíduo analisar, criticar, reformar, fortalecer, refutar e modificar continuamente a sua própria visão de mundo. Quando incorporada ao contexto escolar, compreendemos que essa dinâmica de socialização dos conhecimentos científicos sobre a Natureza implica em um aspecto fundamental para o desenvolvimento das visões de mundo.

Um ambiente onde os estudantes são continuamente incentivados a compartilhar de seus pensamentos e incertezas, bem como a lidar com suas próprias contradições, os convida ao reconhecimento de que existe uma diversidade de pontos de vista, de conhecimentos e de saberes que são naturalmente parte da forma sobre a qual cada um de nós compreende o mundo e a si mesmo. O reconhecimento desta diversidade favorece com que sejam desenvolvidas visões de mundo científicas, ainda que pessoais, mas construídas coletivamente, onde também se desenvolvem o respeito, o desapego e que, em essência, se manifestam a partir de um sujeito que reconhece a sua

liberdade de ser e de pensar tanto quanto a liberdade do outro, de modo que possam compartilhar os seus entendimentos e valores para a promoção do bem comum.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivos específicos confeccionar uma exposição gráfica sobre a organização espaçotemporal do Universo com a intenção de implementá-la na rampa de acesso ao 1º andar de um dos edifícios do *Campus* da UnB-Planaltina, e elaborar uma prática pedagógica participativa direcionada aos professores de ciências e estudantes da educação básica, para aprender sobre a organização espaçotemporal do Universo e a origem dos tipos de seres físicos.

A utilização do material durante as práticas pedagógicas desenvolvidas, como dissemos, pode ser feita de maneiras diferentes da que apresentamos. Um exemplo que consideramos interessante, e que pode incentivar o professor a criar novas possibilidades de uso do material, seria a realização, pelos seus estudantes, de uma pesquisa prévia sobre a própria estrutura organizacional da Natureza, ou sobre os tipos de seres físicos, onde os estudantes, de forma individual ou em grupo, poderiam descobrir, em seguida, a sequência evolutiva da origem deles. Com os conhecimentos compartilhados sobre cada evento, os estudantes poderiam ser desafiados a organizarem

os eventos em sequência evolutiva e construir, eles mesmos, uma representação da estrutura organizacional da Natureza.

Este trabalho possui um grande potencial para alimentar o desenvolvimento de uma visão de mundo científico sobre o que é a Natureza. Além disso, por se tratar de uma exposição simples e de fácil compreensão consideramos que o material produzido é de grande importância para a formação de professores de ciências naturais bem como para o ensino de ciências no Ensino Básico. Ao envolver os estudantes em uma reflexão sobre o conhecimento científico que temos sobre o Universo, sobre a Natureza e sobre a nossa própria história evolutiva, esperamos que se crie um ambiente escolar propício para o desenvolvimento de uma compreensão mais aprofundada e crítica sobre a realidade, bem como uma contínua reflexão sobre quem somos, sobre de onde viemos, para que possamos escolher com mais sabedoria para onde devemos ir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENTON, M. J. Origin and Interrelationships of Dinosaurs. In: WEISHAMPEL, D. B.; PETER D.; HALSZKA O. The Dinosauria. Berkeley: University of California Press, p. 23-38, 1990.

BENTON, M. J. Vertebrate palaeontology. 3rd ed. Blackwell Publishing, 2005.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular: Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRIGGS, D. E.; CROWTHER, P. R. Palaeobiology: a synthesis. Blackwell Science, 1990.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. Invertebrados. 2 ed. Oxford University Press, 2005.

CARVALHO, I. S. Paleontologia: conceitos e métodos. 3 ed. Interciência, 2010.

FURTADO, D. A. Cosmos: evolução da complexidade do universo. Editora Clube dos Autores, 2022.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. Evolution of the insects. Cambridge University Press, 2005.

JUDD, et al. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3 ed. Oxford, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Origin and Evolution of Earth: Research Questions for a Changing Planet. The National Academies Press, 2008.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. *Biologia vegetal*. 8 ed. Guanabara Koogan, 2014.

SOUZA, H. S. Avaliação dos objetivos relacionados ao desenvolvimento do pensamento evolutivo nos parâmetros curriculares nacionais de ciências para o ensino fundamental. 2013. p.25. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, 2013.

TAYLOR, T. N.; TAYLOR, E. L.; KRINGS, M. *Paleobotany: the biology and evolution of fossil plants*. Academic Press, 2009.

TEIXEIRA, W. et al. (orgs). *Decifrando a Terra*. Oficina de Textos, 2000.

VALENTIM, P. R. Proposta de reorganização das unidades temáticas da área de Ciências da Natureza na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). p.33. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, 2018.

WILLIS, K. J.; MCELWAIN, J. C. *The evolution of Plants*. Oxford University Press, 2002.

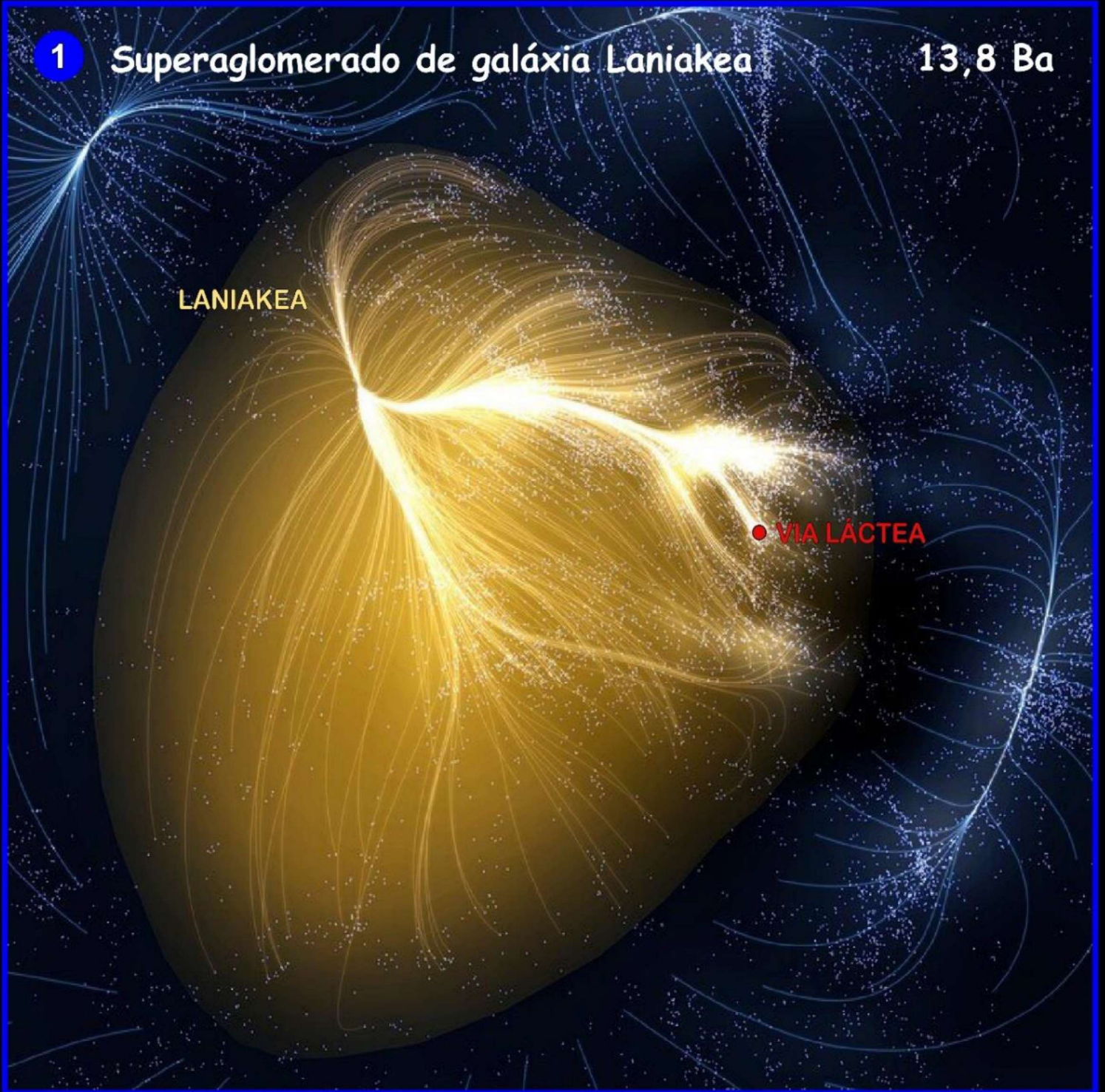
APÊNDICE 1.
Cartões da Escala Evolutiva

1 Superaglomerado de galáxia Laniakea

13,8 Ba

LANIAKEA

● VIA LÁCTEA



2 Via Láctea

13 Ba



3 Nebulosa

5 Ba



4 Supernova

4,8 Ba

Formação dos átomos pesados do sistema solar

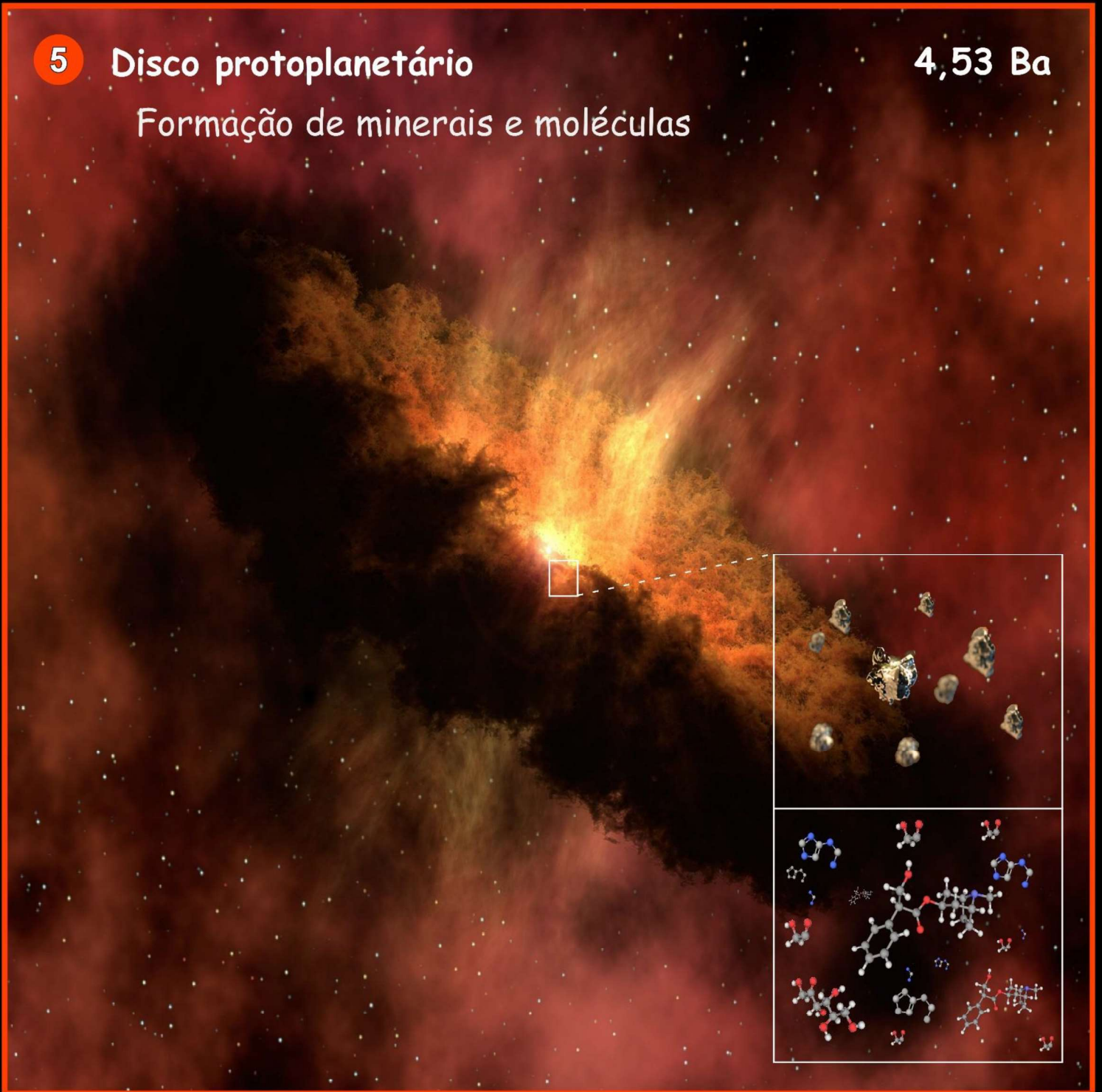


Tabela periódica

5 Disco protoplanetário

4,53 Ba

Formação de minerais e moléculas



6 Proto-Terra e Téia
Grande impacto

4,53 Ba

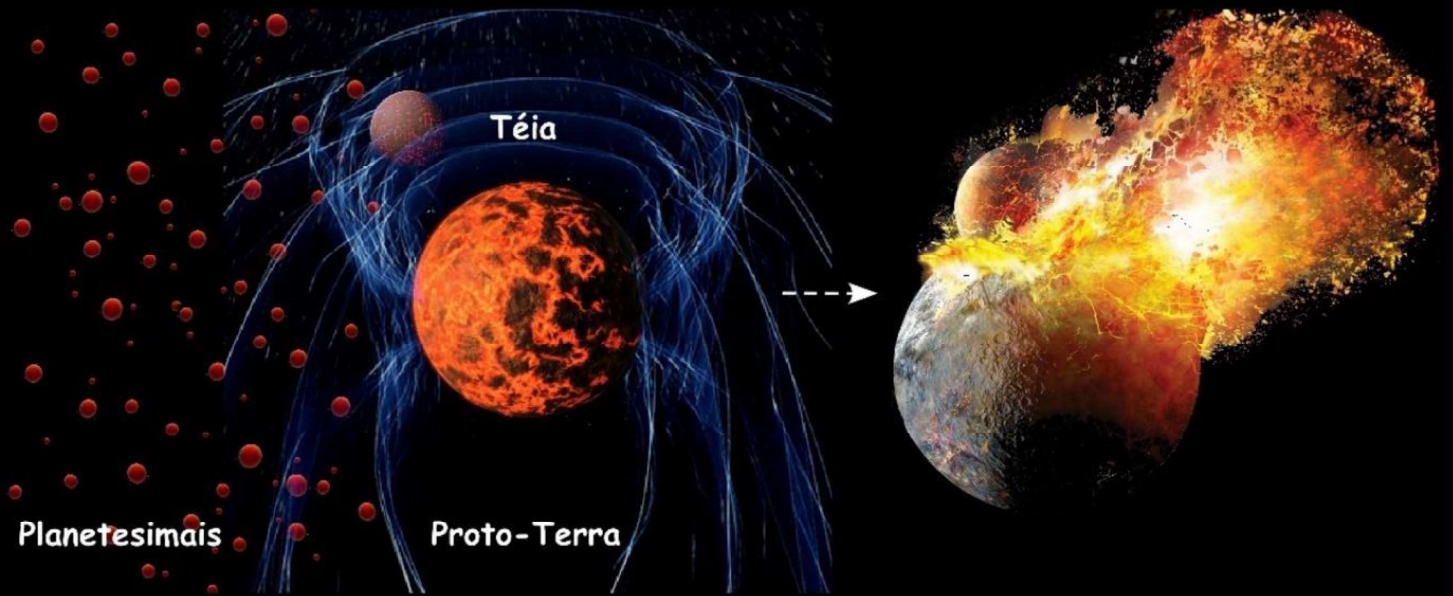
Disco
Protoplanetário

Magnetosfera

Téia

Planetesimais

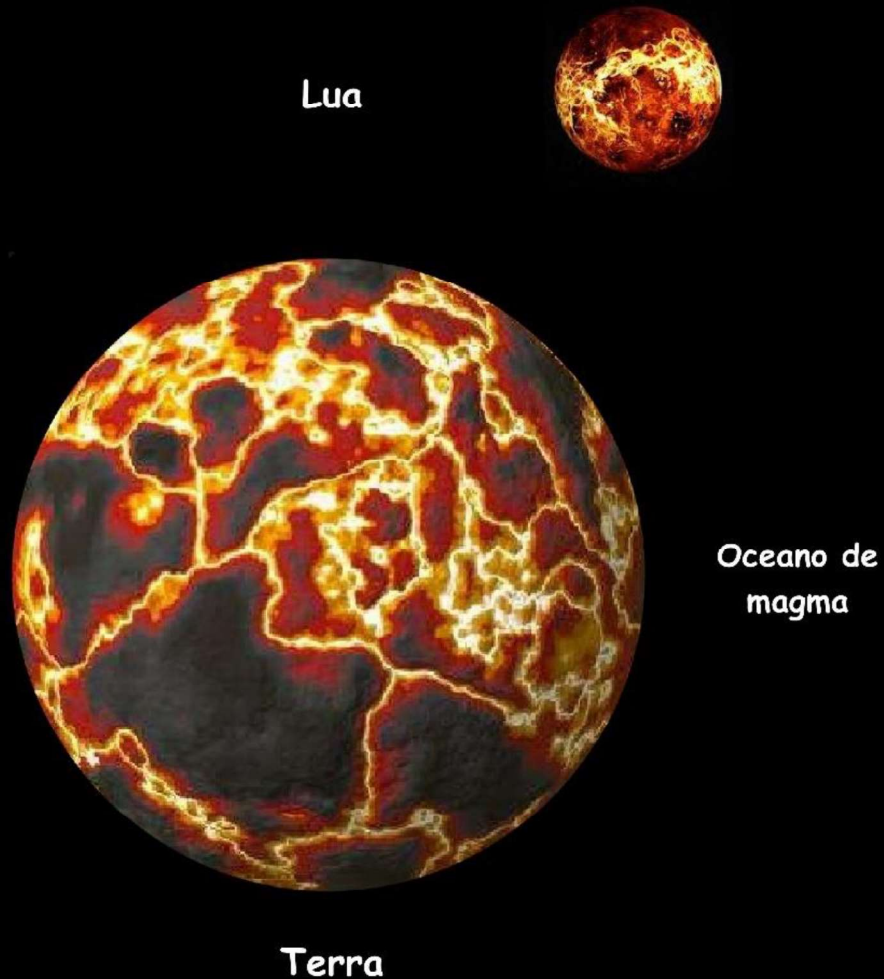
Proto-Terra



7 Terra completamente formada

4,5 Ba

8 Formação da Lua



9 Litosfera

4,4 Ba

Solidificação do magma

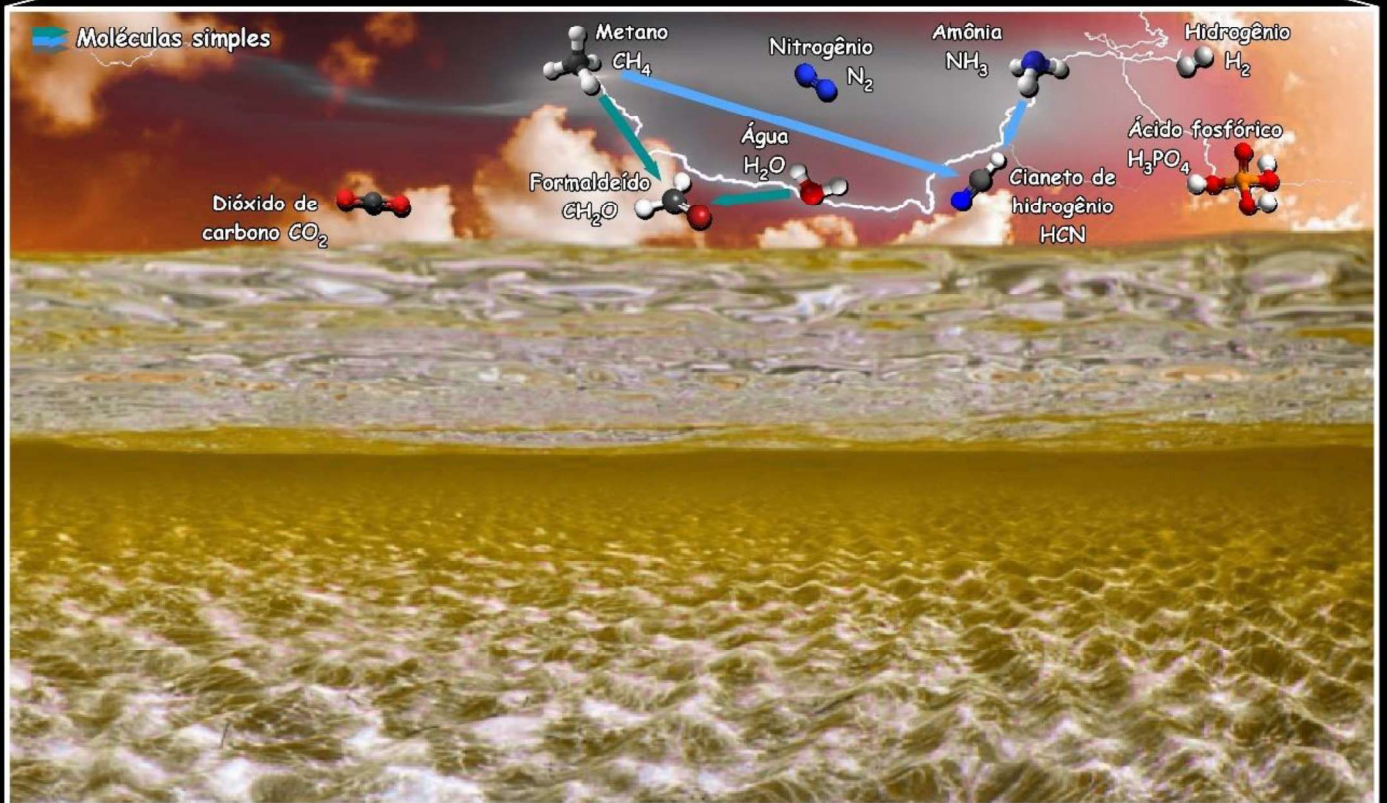
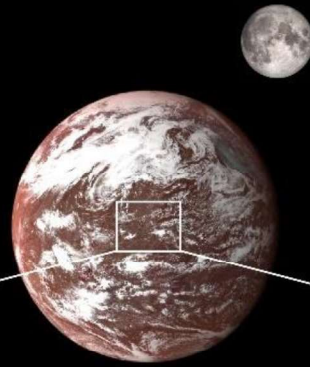


10

Atmosfera

4,4 Ba

Síntese de monômeros

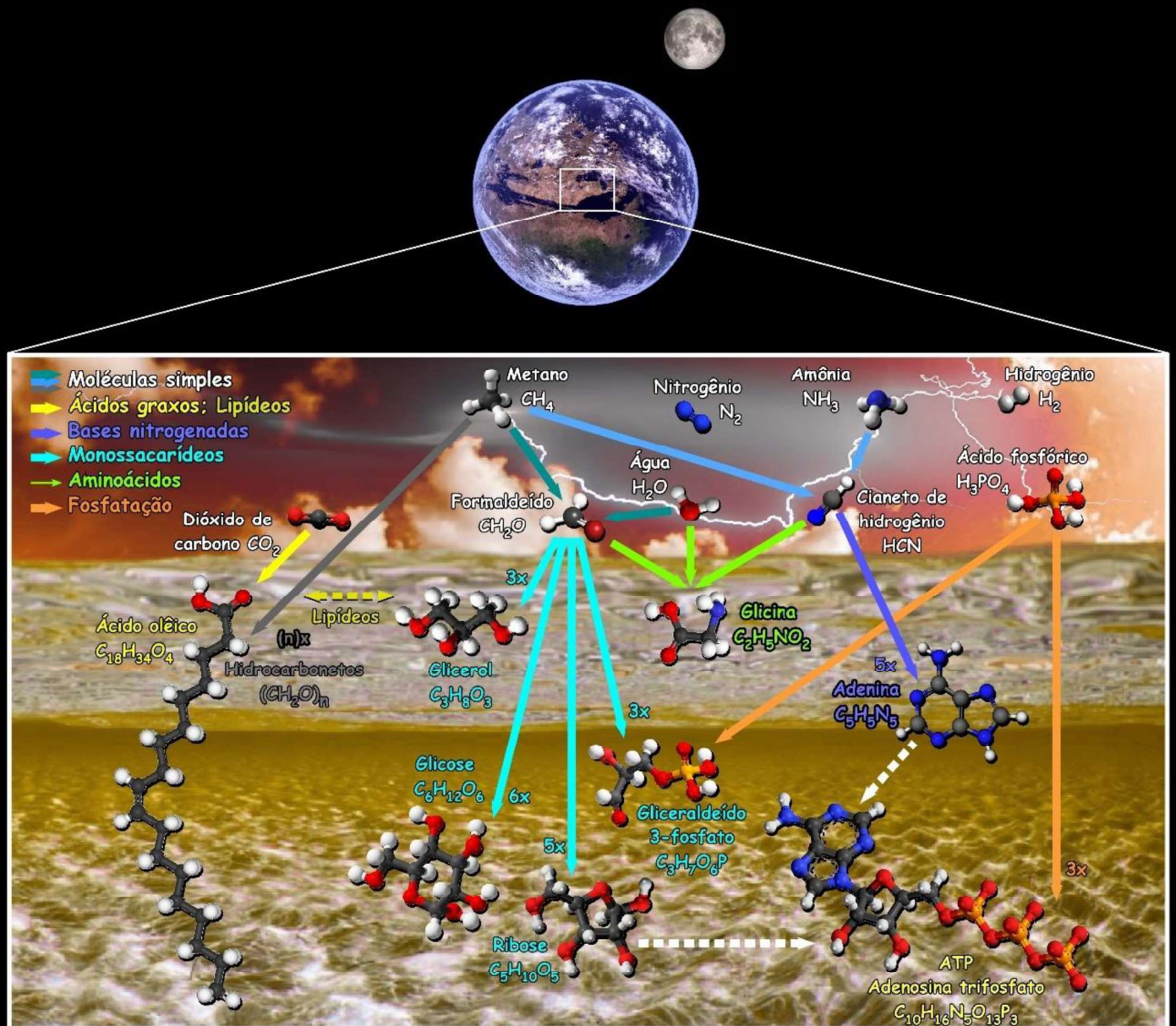


11

Hidrosfera

4,4 Ba

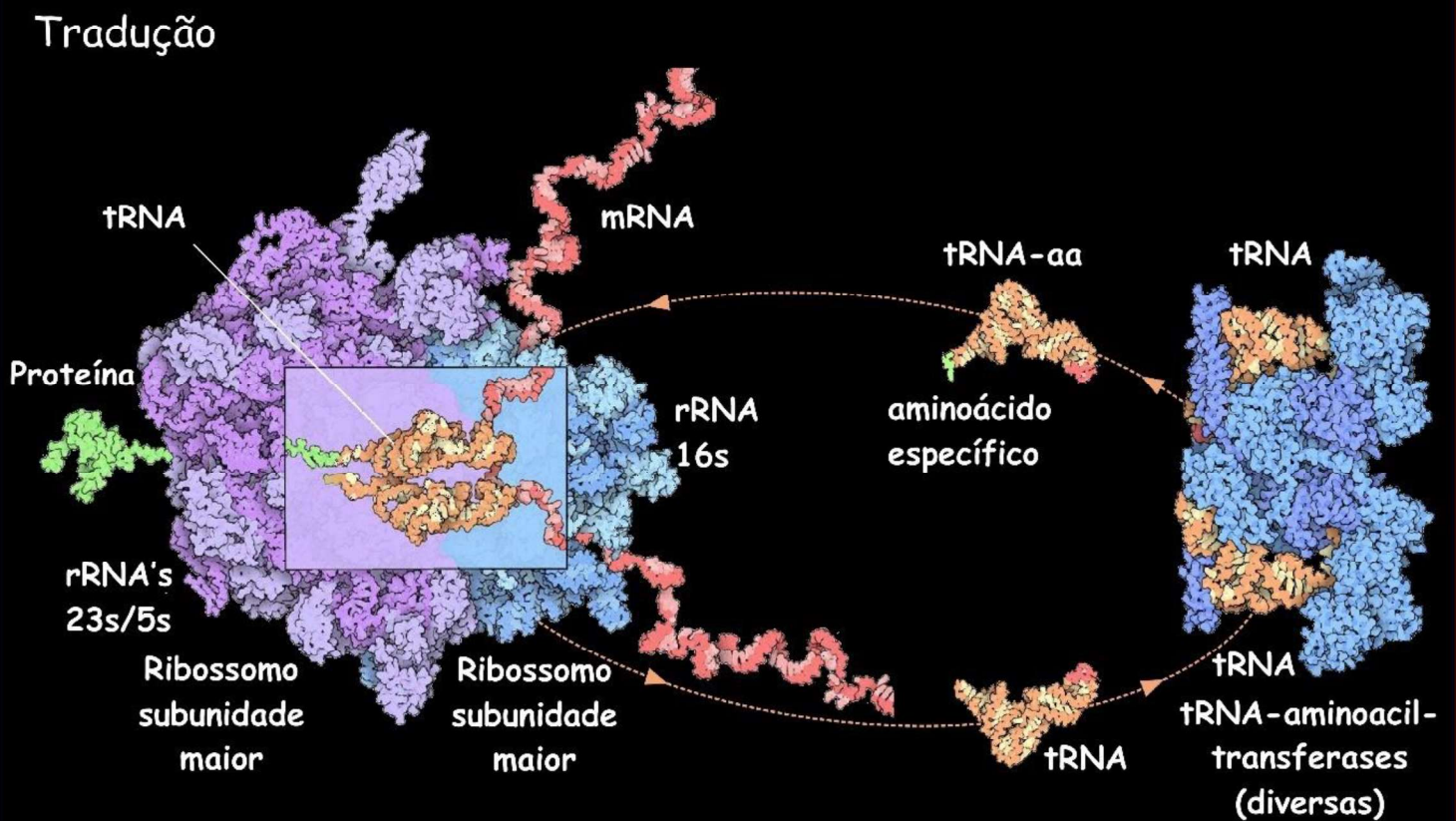
Síntese de polímeros



12 Ribossomos

4,2 Ba

Complexo macromolecular (síntese de proteínas)



13

Virus

Muco

4,2 Ba

Complexo macromolecular

Imunoglobulina A

RNA

Membrana

Nucleocapsideo

SARS-CoV-2



14

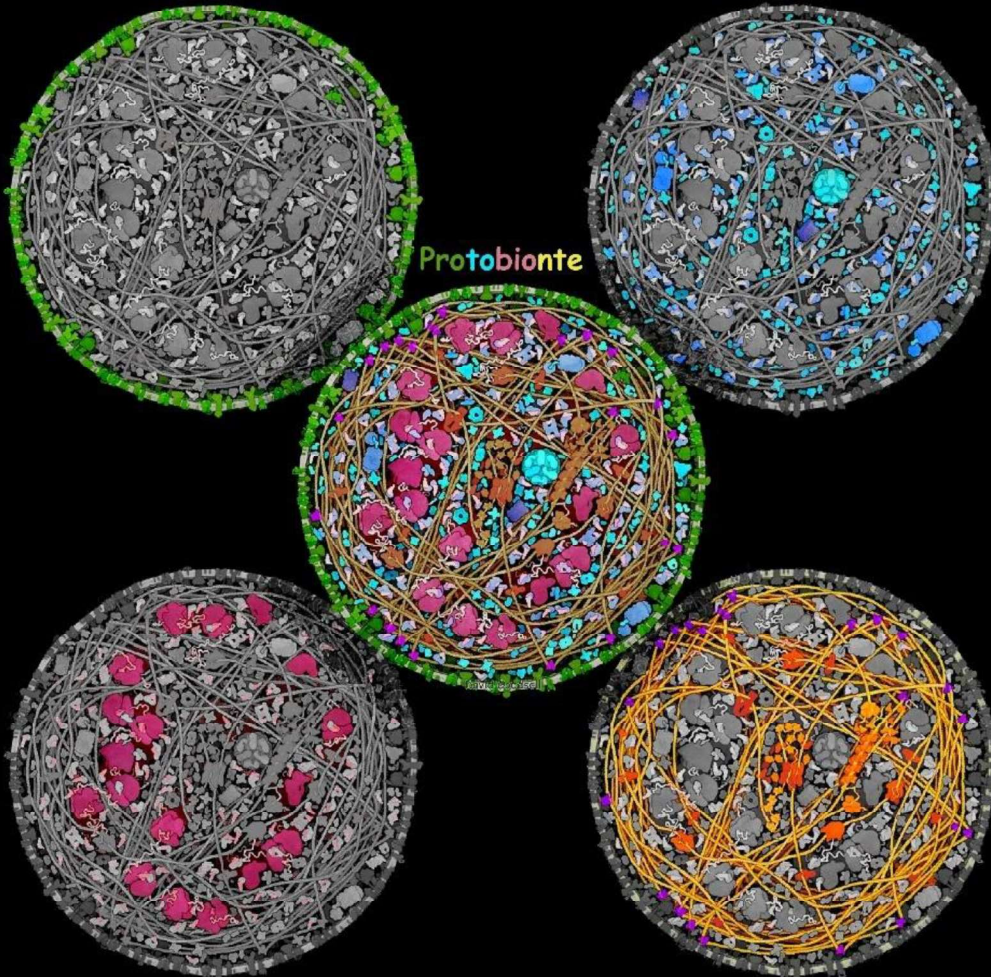
Coacervados

4,2 Ba

- Estruturas celulares esféricas
- Com membrana e citoplasma

Membrana Plásmática:
proteínas transportadoras
proteínas receptoras sensoriais
canais iônicos

Proteínas Citoplasmáticas
enzimas
proteínas reguladoras



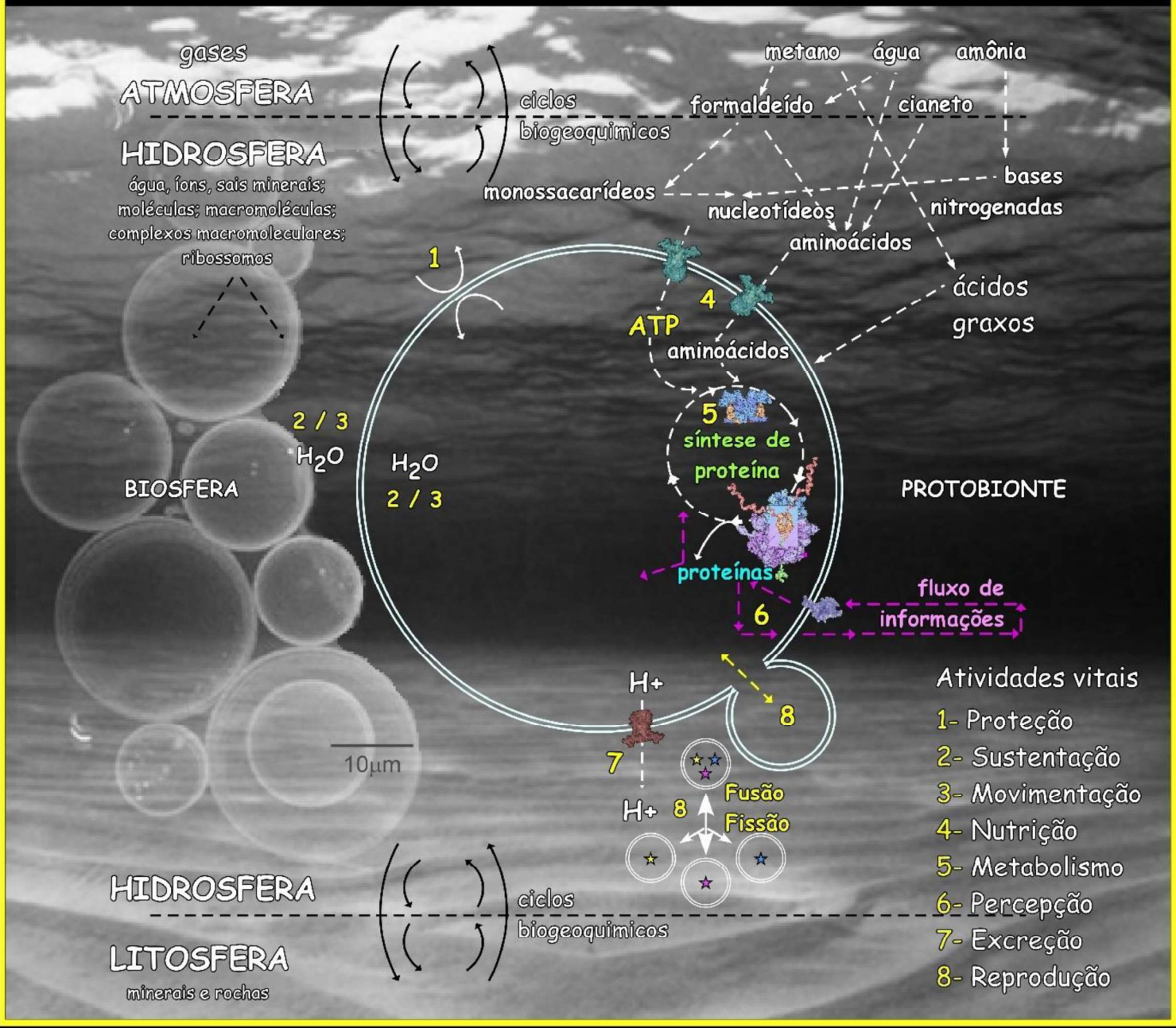
Protobionte

Síntese de Proteínas (Tradução)
ribossomos (rRNA's),
mRNA's, tRNA's
aminoacil-tRNA-sintases

Protonúcleo:
proteínas cromossômicas
proteínas de citoesqueleto
DNA

15 Protobiontes
Heterótrofos

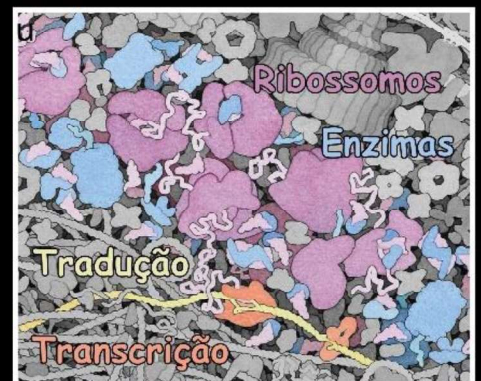
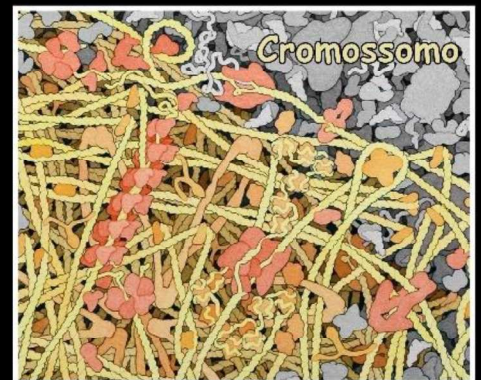
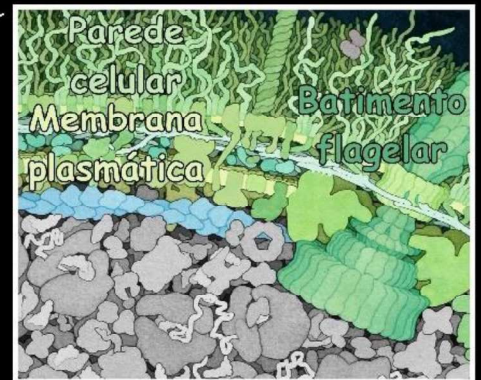
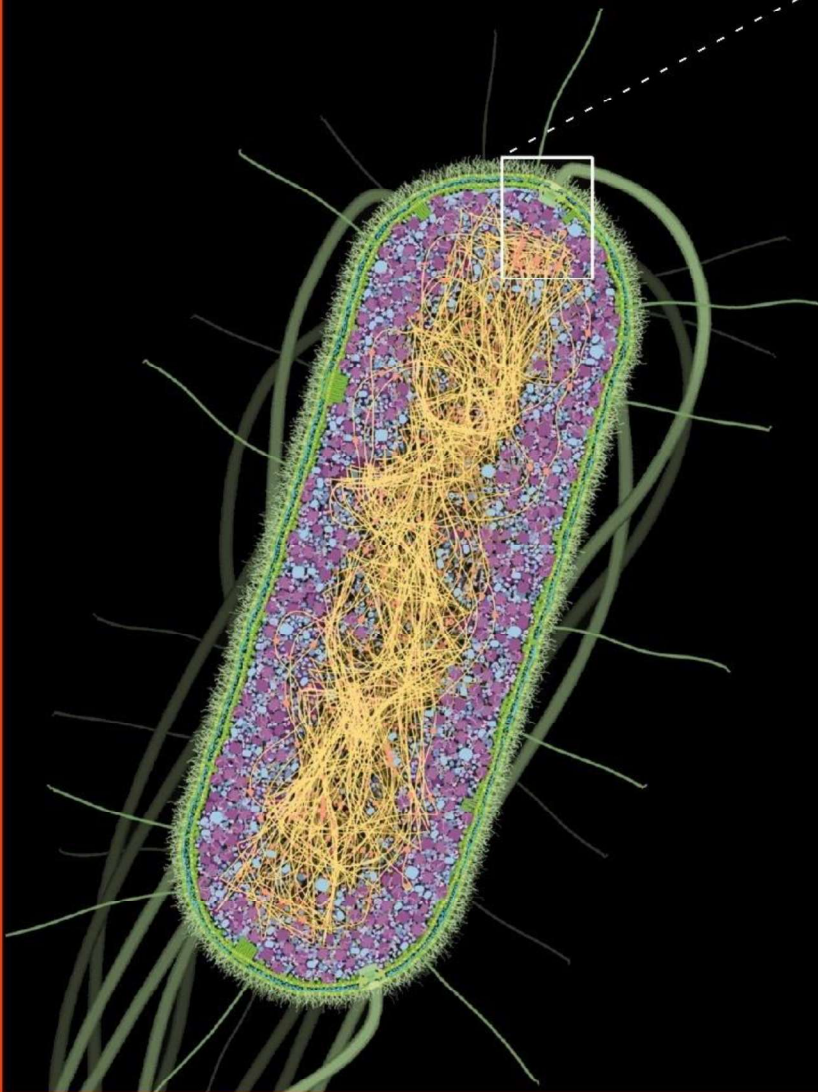
4,2 Ba



16 Procariotos

4,0 Ba

- Cromossomo, ribossomos, enzimas, parede celular e flagelos
- Ecossistemas primordiais



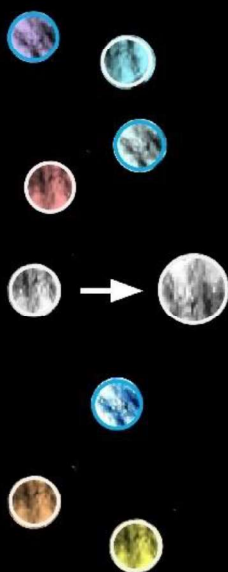
17 Crise ecológica de ATP

4 Ba

Procariotos fermentadores

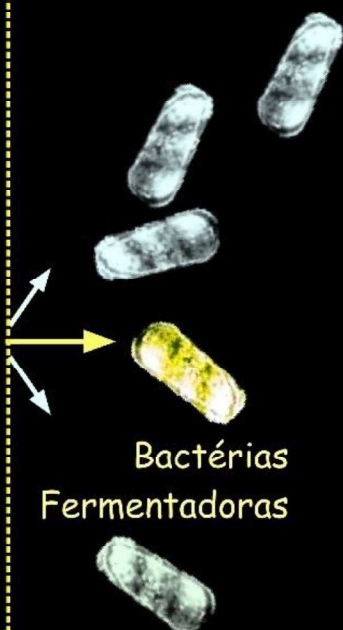
Diversidade de procariotos consumidores de ATP

Cromossomo (replicação e transcrição)



Irradiação adaptativa

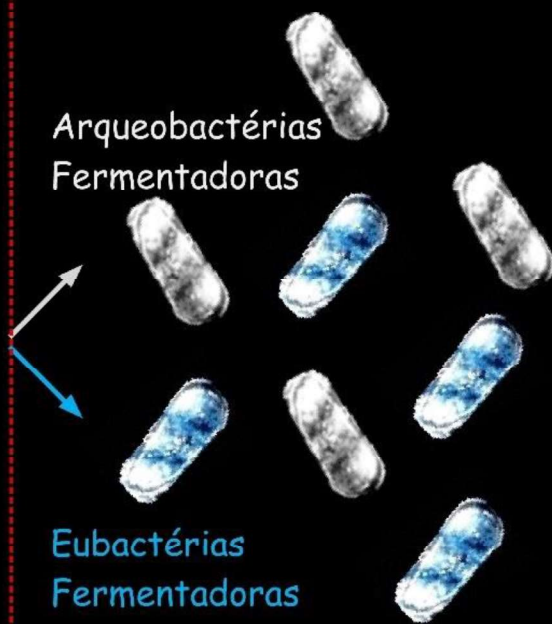
Glicólise / Fermentação



Bactérias Fermentadoras

Crise do ATP

Diversificação Archea / Bactéria



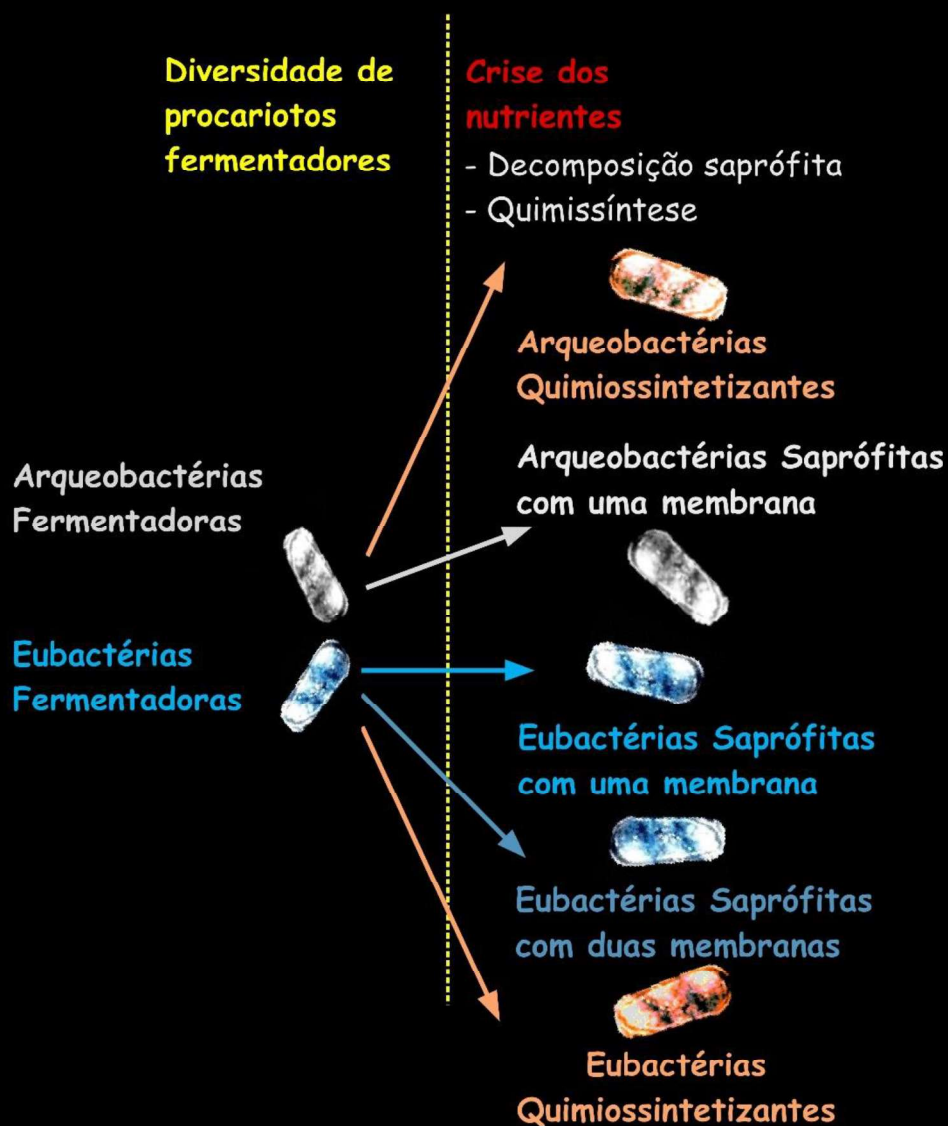
Arqueobactérias Fermentadoras

Eubactérias Fermentadoras

18 Crise ecológica dos nutrientes

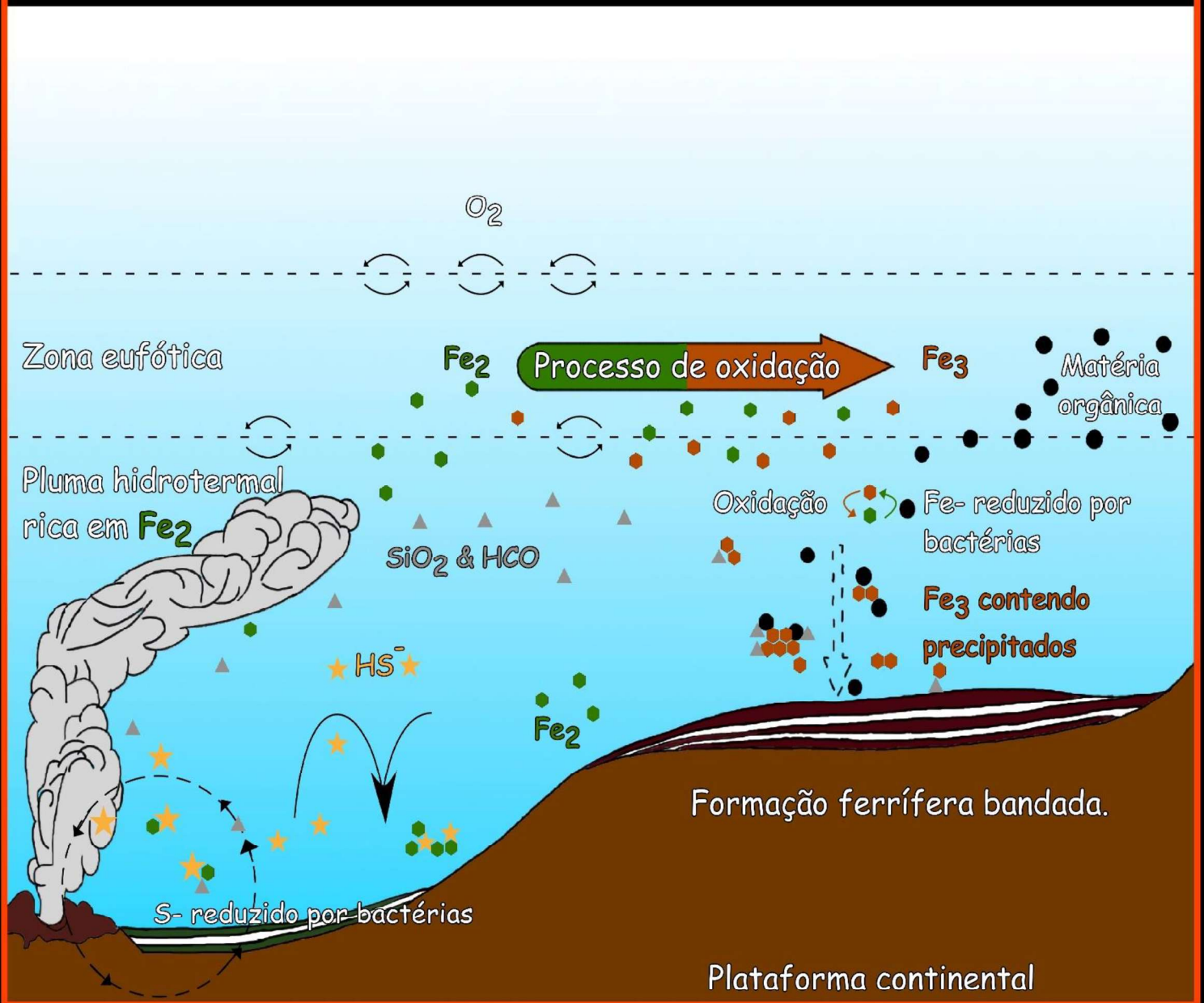
3,9 Ba

- Quimiossintetizantes (produtores)
- Fermentadores saprófitas (decompositores)



19 Formação de ferro em bandas

3,8 Ba



20 Protoeucarioto

3,8 Ba

Relações ecológicas de competição (parasitas e predadores)

Diversidade de quimio-heterotrófos fermentadores

Crise da glicolise
-Fotossíntese
-Respiração

Estabelecimento da Teia trófica atual

Arqueobactérias Quimiossintetizantes
Eubactérias saprófitas com uma membrana

Eubactérias saprófitas com uma membrana

Eubactérias saprófitas com duas membranas

Eubactérias Quimiossintetizantes

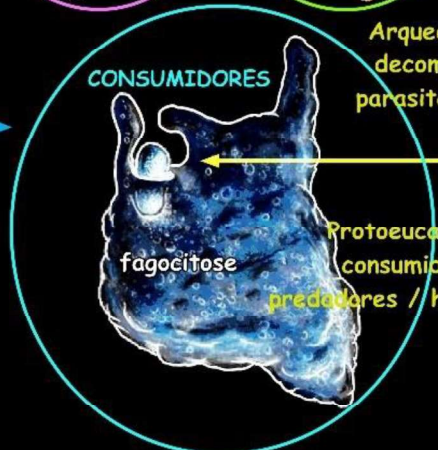
Protoeucariotos Fermentadores

Eubactérias Respiradoras Anaérobicas

Eubactérias Fotoautotróficas



Competição (+/-)
predador x presa
parasita x hospedeiro



Arqueobactérias decompositoras parasitas / presas

Protoeucariotos consumidores predadores / hospedeiros

Eubactérias decompositoras parasitas / presas

Bactérias produtora presas

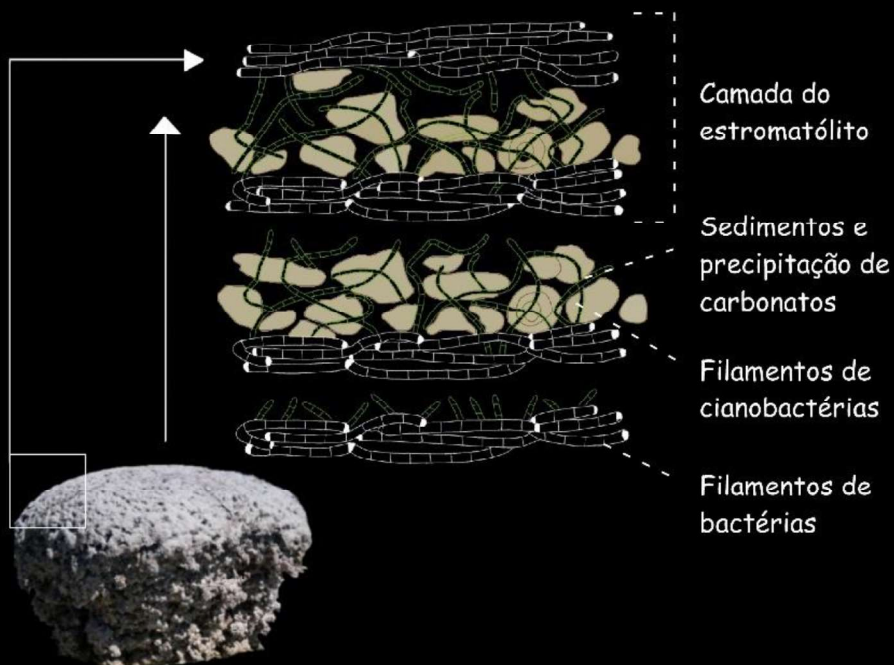
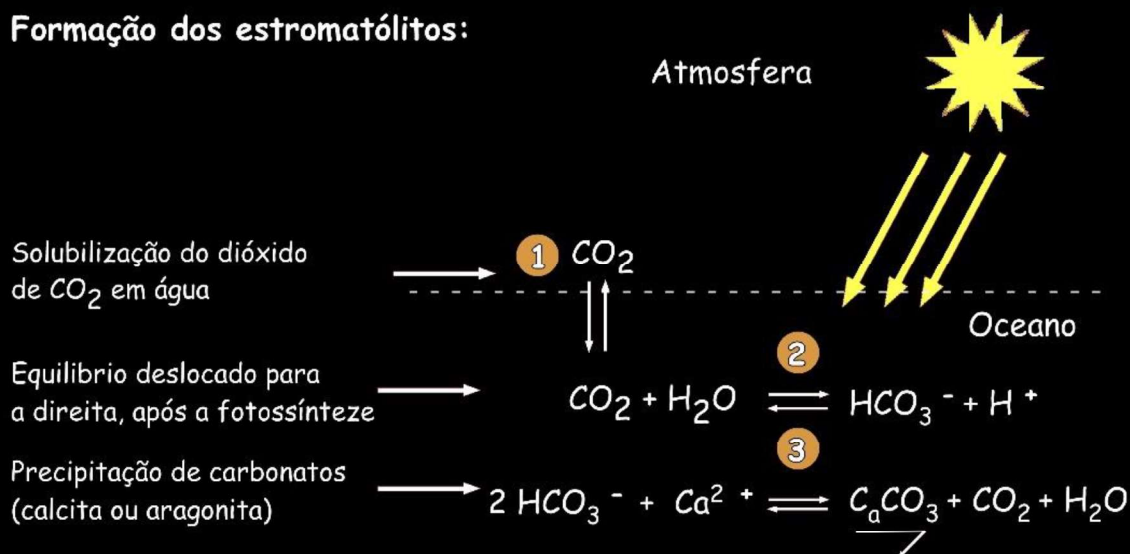
21

Estromatólitos

3,5 Ba

Evidências macroscópicas de vida

Formação dos estromatólitos:

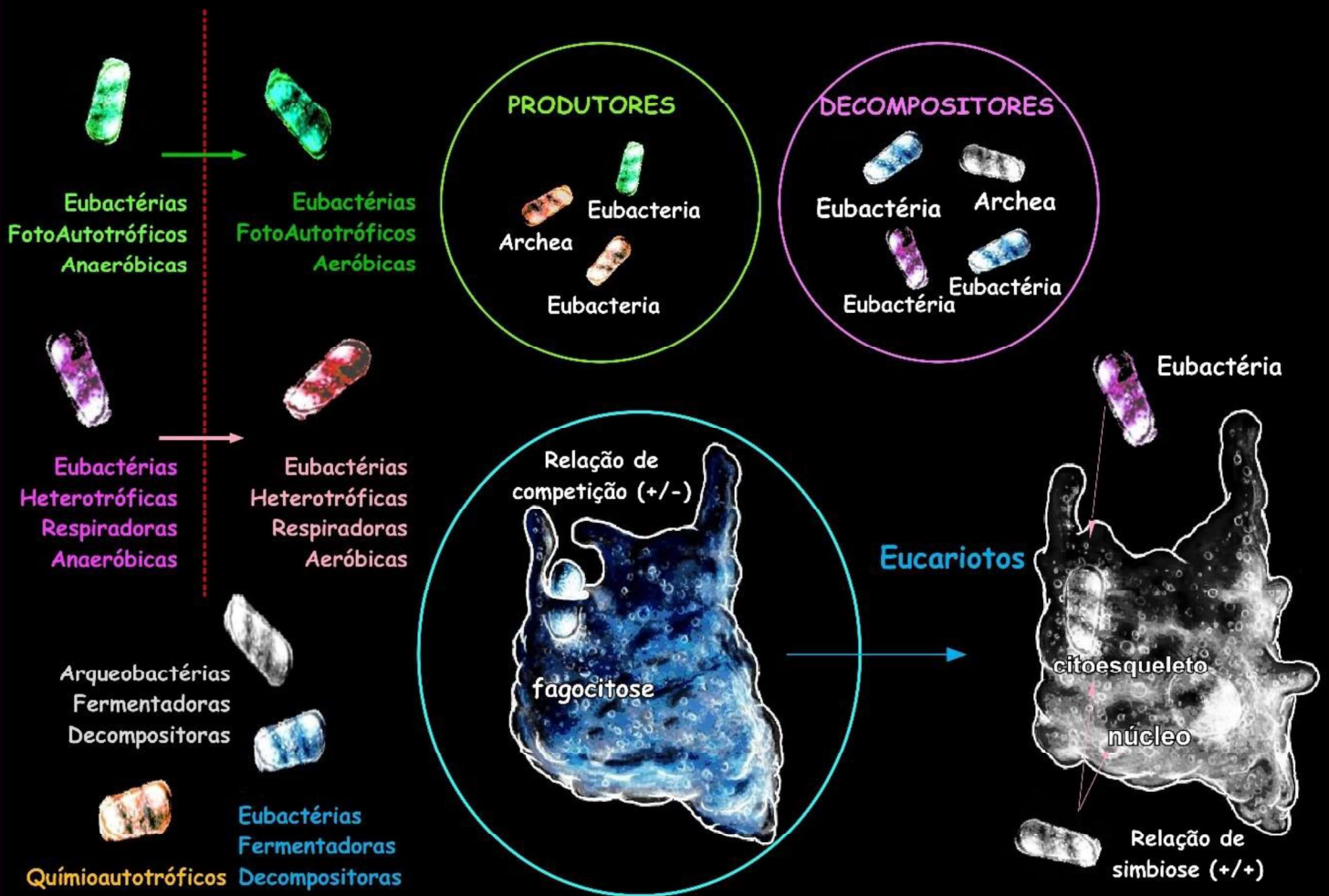


22

Crise ecológica do O₂

2,5 Ba

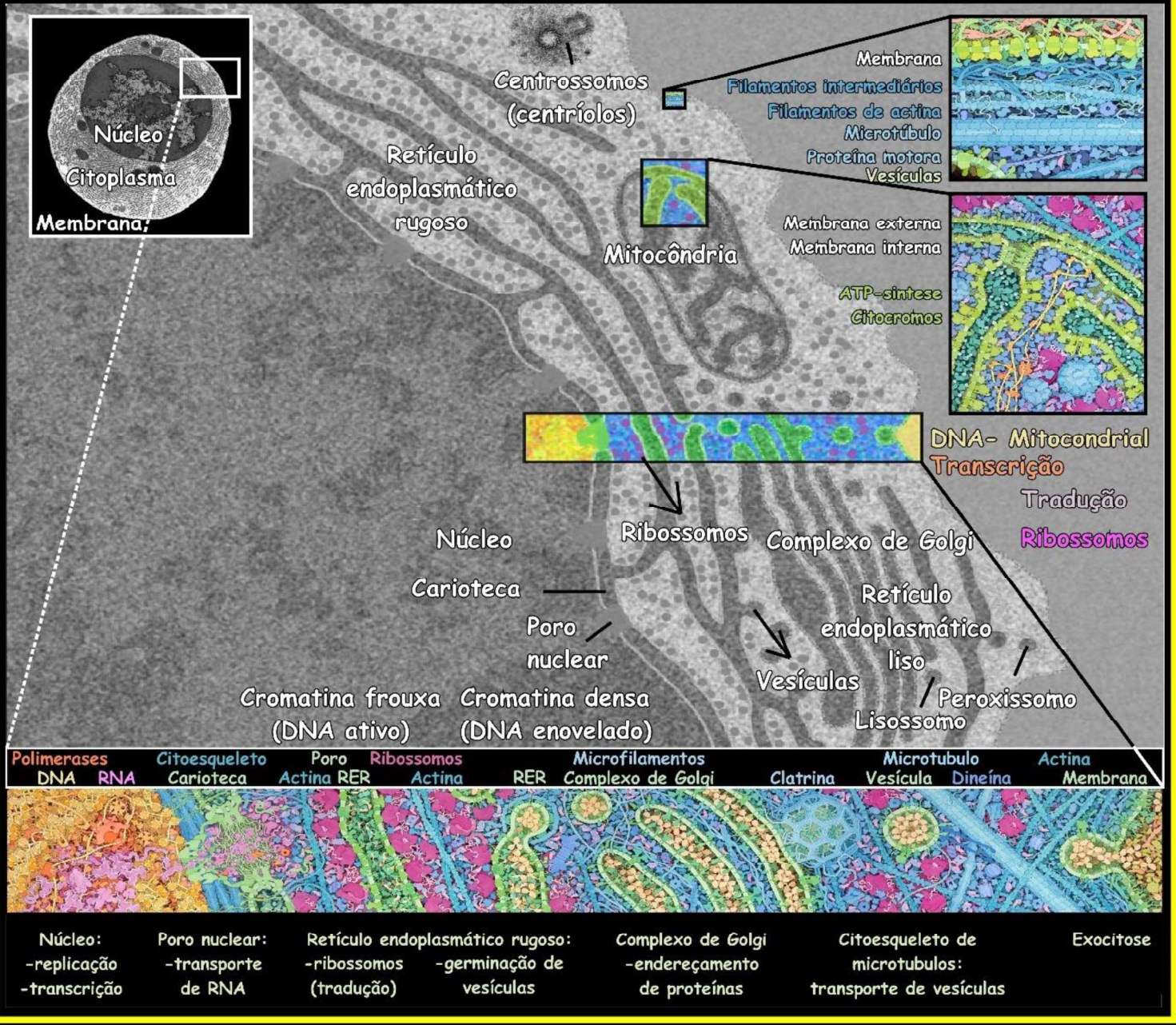
Saturação de oxigênio na atmosfera (procariotos aeróbicos)



23 Eucariotos

1,9 Ba

Núcleo, organelas e citoesqueleto

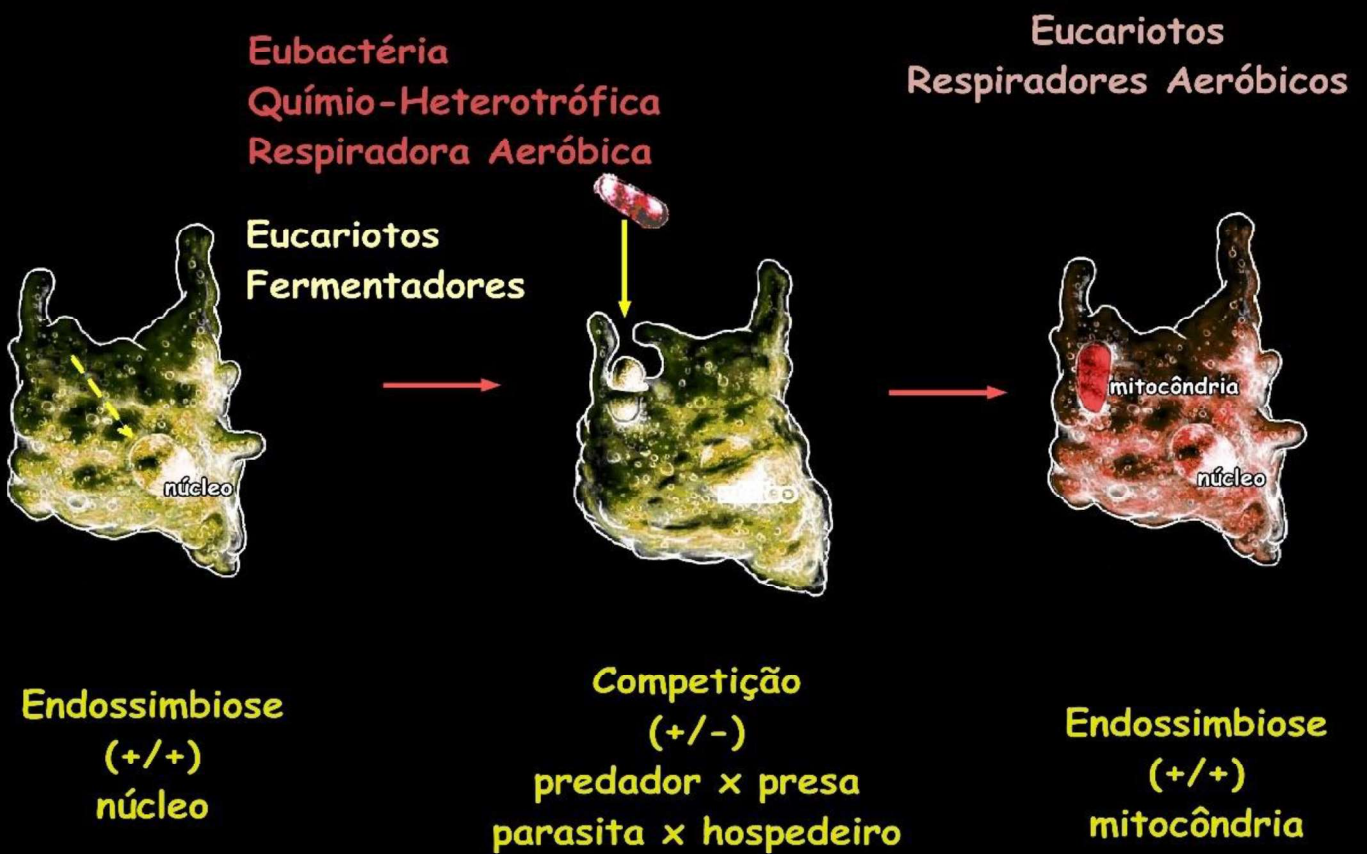


24

Eucariotos complexos

1,5 Ba

Endossimbiose da mitocôndria



25

Eucariotos autótrofos

1,4 Ba

Endossimbiose do cloroplasto

Tipos de metabolismo

Químio-Autotróficos



Archea
Eubactéria

Químio-Heterotróficos



Archea
Eubactéria

Foto-Autotróficos



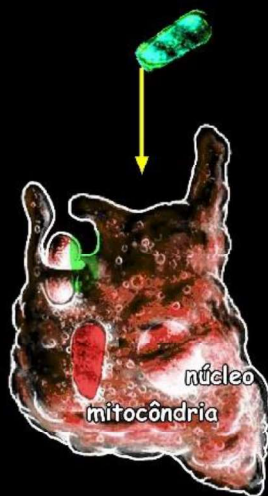
Eubactéria

FotoHeterotróficos



Eubactéria

Eubactéria
FotoAutotrófica Aeróbica



Competição
(+/-)
predador x presa
parasita x hospedeiro

Eucariotos Respiradores
Aeróbicos Fotossintetizantes



Endossimbiose
(+/
cloroplasto

26

Meiose

1,2 Ba

Reprodução sexuada

Intérfase

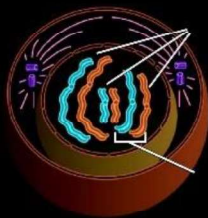
Centrossomo



Prófase

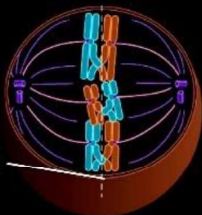
Pares homologos

Tétrade

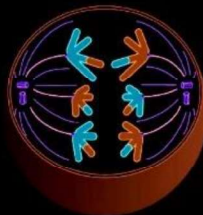


Metáfase

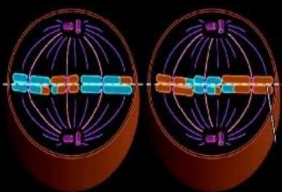
Placa equatorial



Anáfase



Metáfase II



Anáfase II

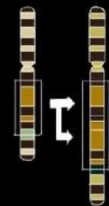


Células haploides

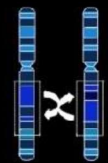


Mutações cromossômicas

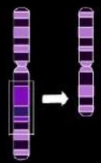
Duplicação



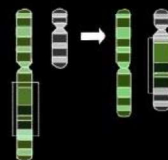
Inversão



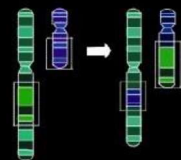
Deleção



Inserção

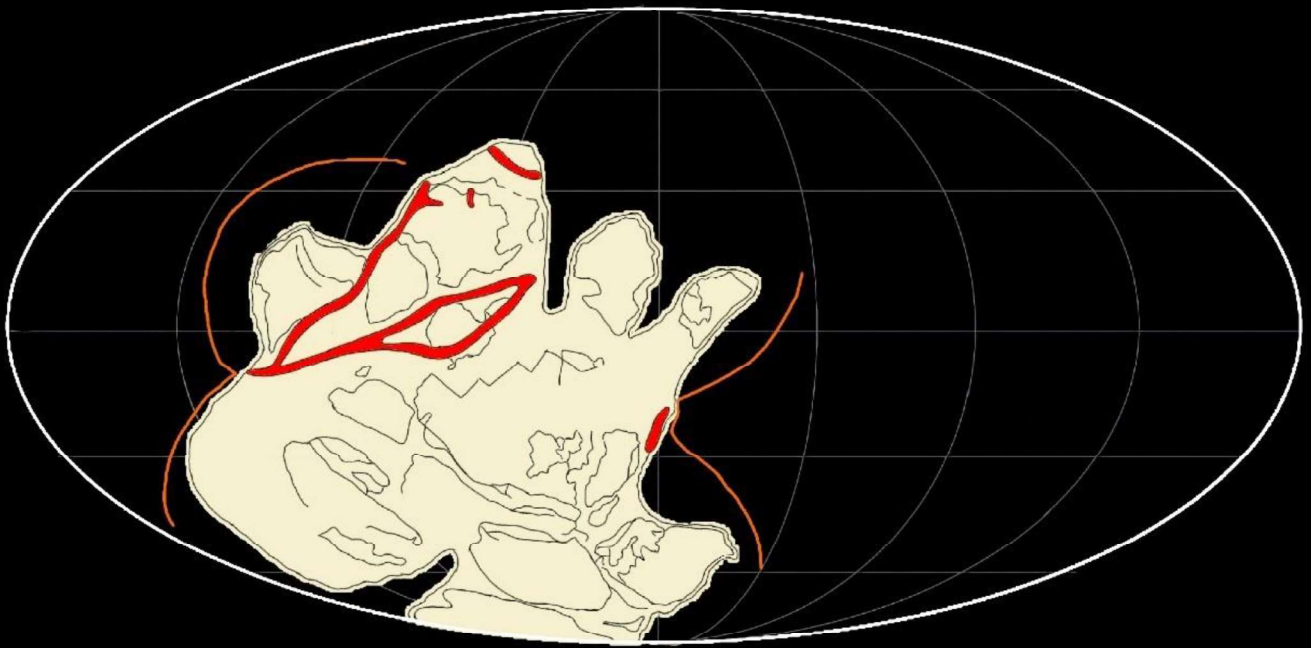


Translocação



27 Supercontinente Rodinia

1,1Ba



— Zona de subducção

— Cinturão de dobra



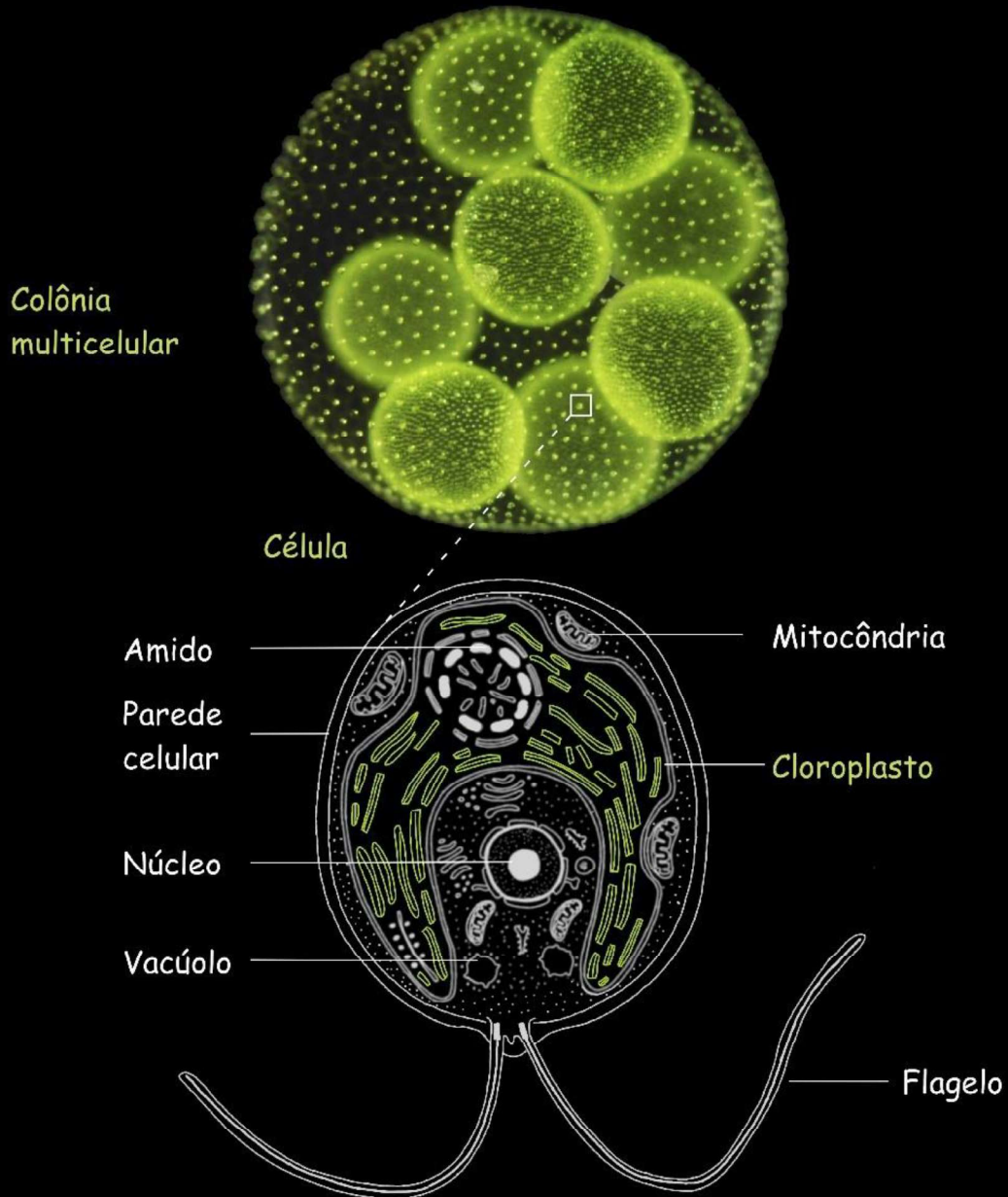
Bloco continental

28

Chlorophyta

800 Ma

- Pigmento fotossintético (clorofila)



29

Porifera

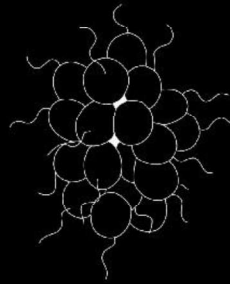
750 Ma

- Multicelularidade animal

Protista unicelular



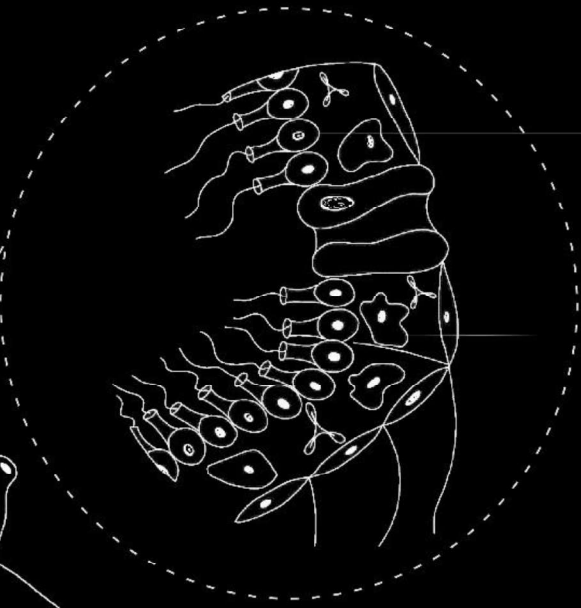
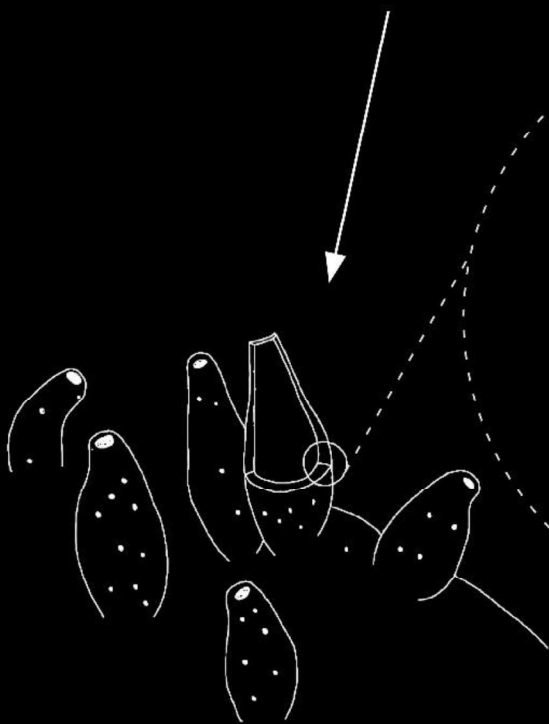
Colônia



Células interdependentes e especializadas



Células reprodutivas



Coanócito

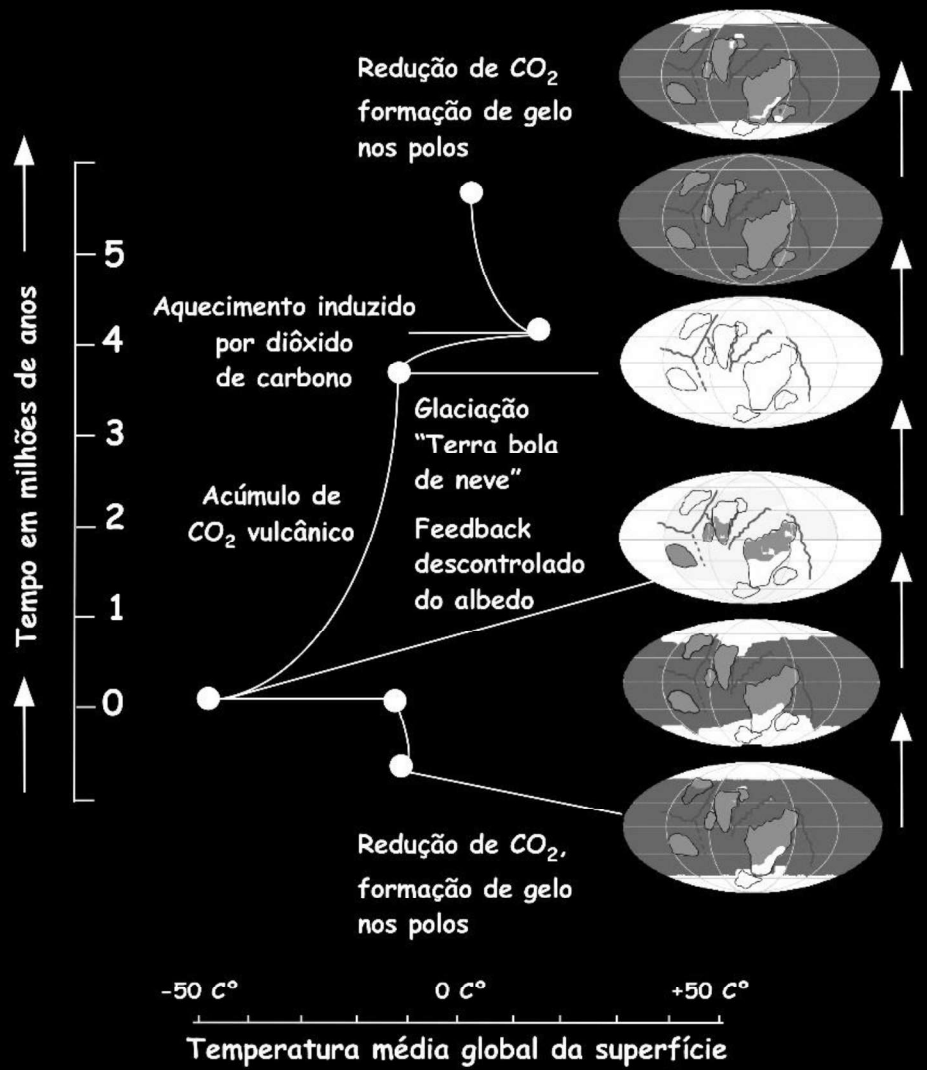
Poro

Amebócito

Espícula

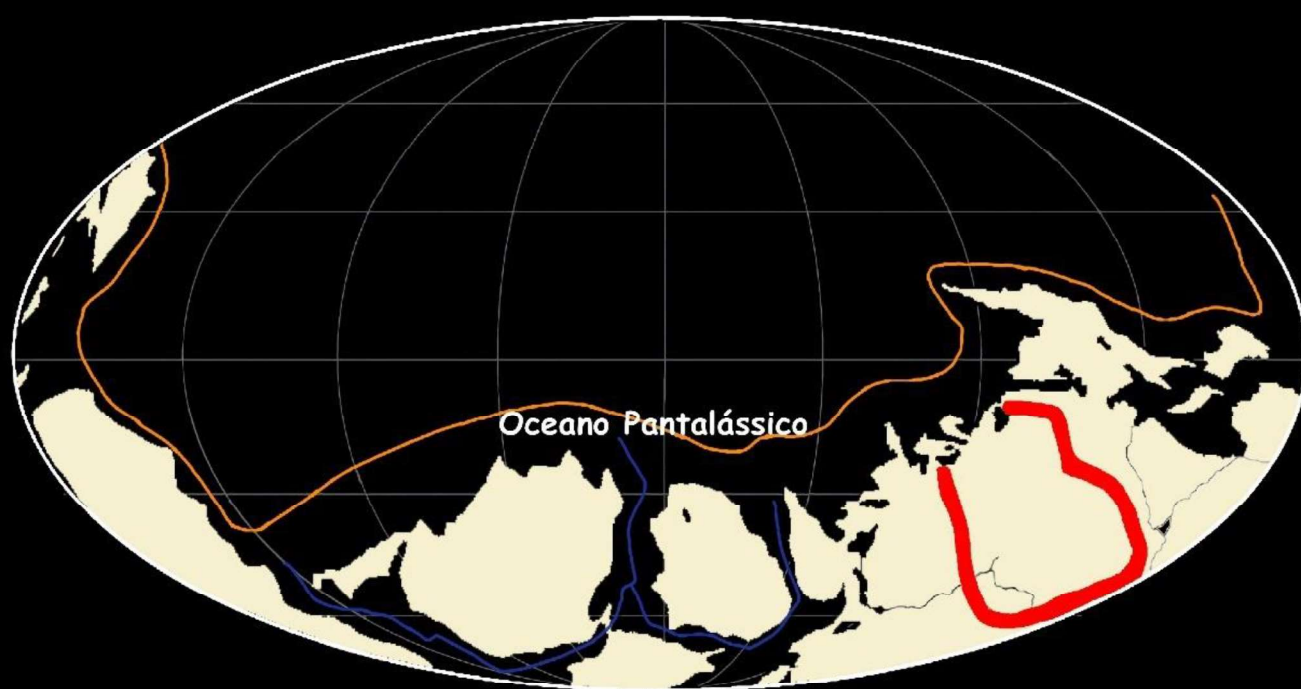
30 Terra bola de neve

750 Ma



31 Supercontinente Pannotia

620 Ma

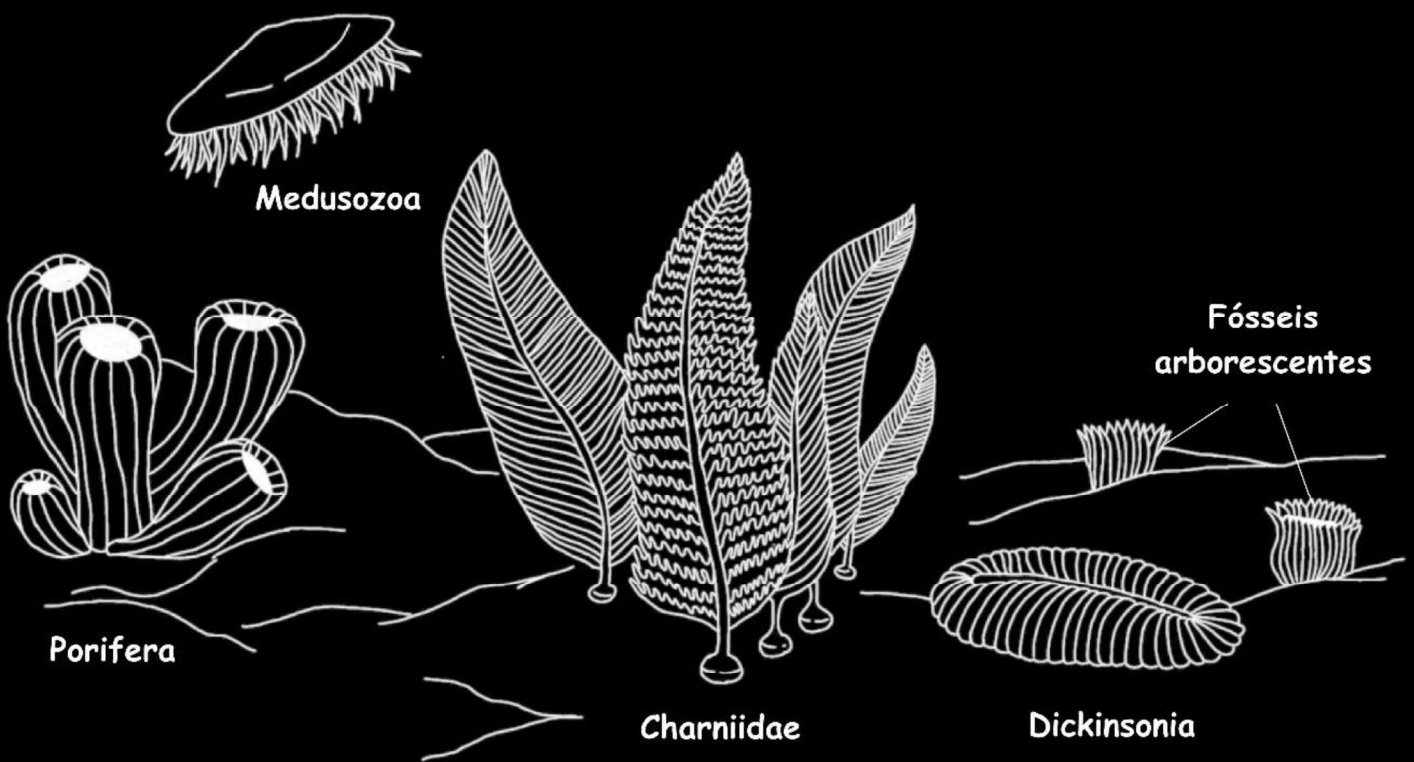


-  Zona de subducção
-  Zona de propagação
-  Cinturão de dobra
-  Bloco continental

32 Fauna de Ediacara

600 Ma

- Corpos "simples", sem conchas ou carapaças

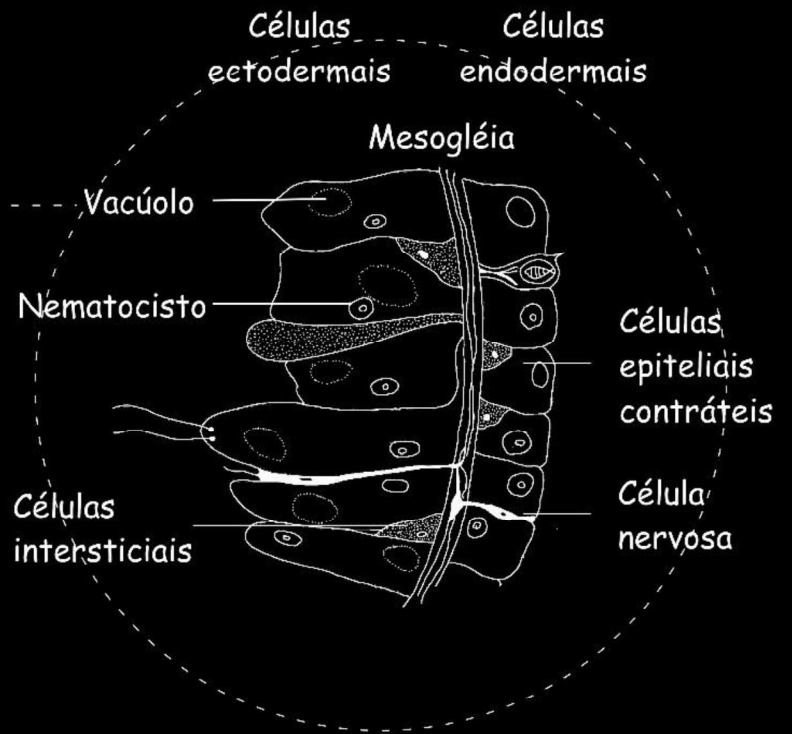
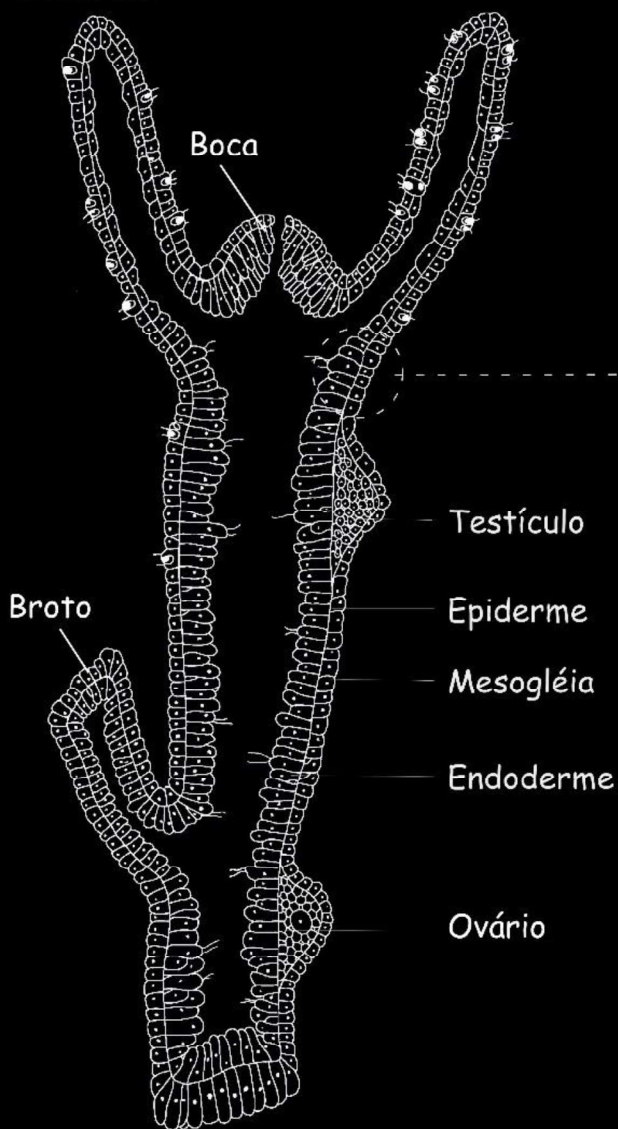


33 Coelenterata

570 Ma

- Simetria corporal radial
- Diblásticos (duas camadas de células embrionárias)

Tentáculo

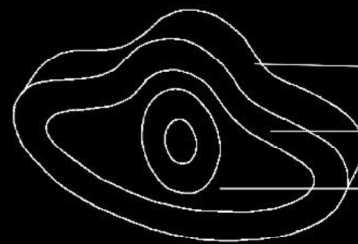
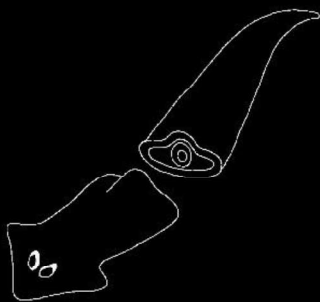


34 Bilateria

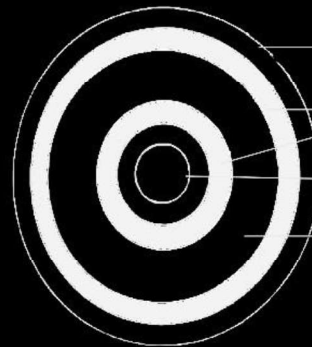
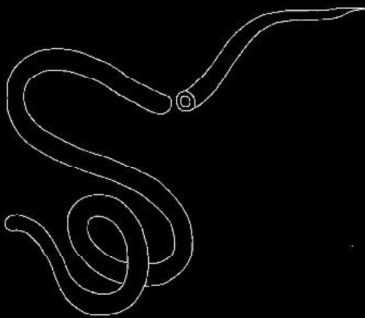
550 Ma

Simetria corporal bilateral

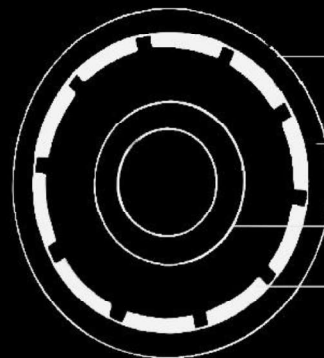
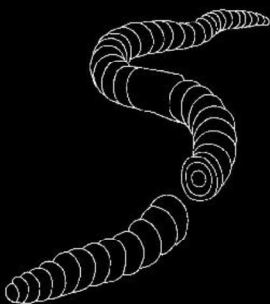
- Triblásticos (três camadas de células embrionárias)



Ectoderme
Mesoderme
Endoderme



Ectoderme
Mesoderme
Endoderme
Pseudoceloma



Ectoderme
Mesoderme
Endoderme
Celoma

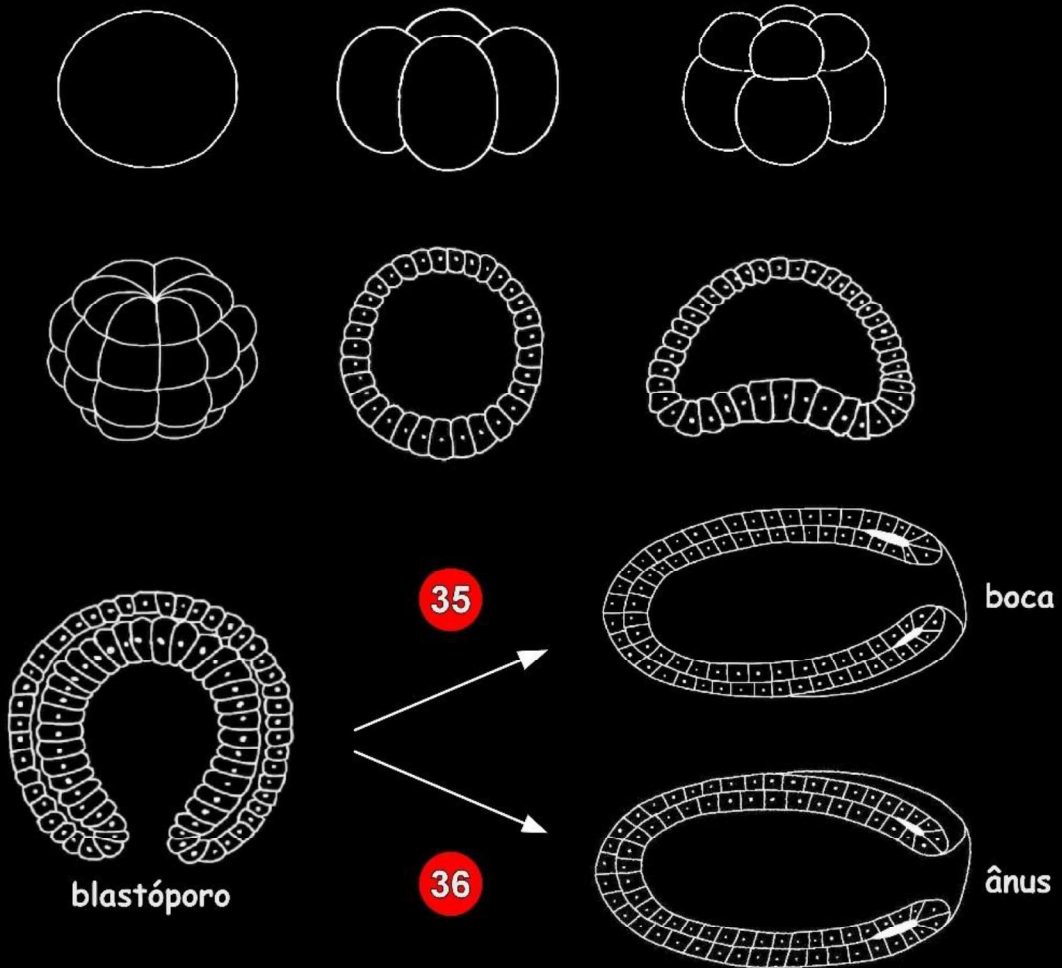
35 Protostômia

530 Ma

- O blastóporo se torna a boca

36 Deuterostômia

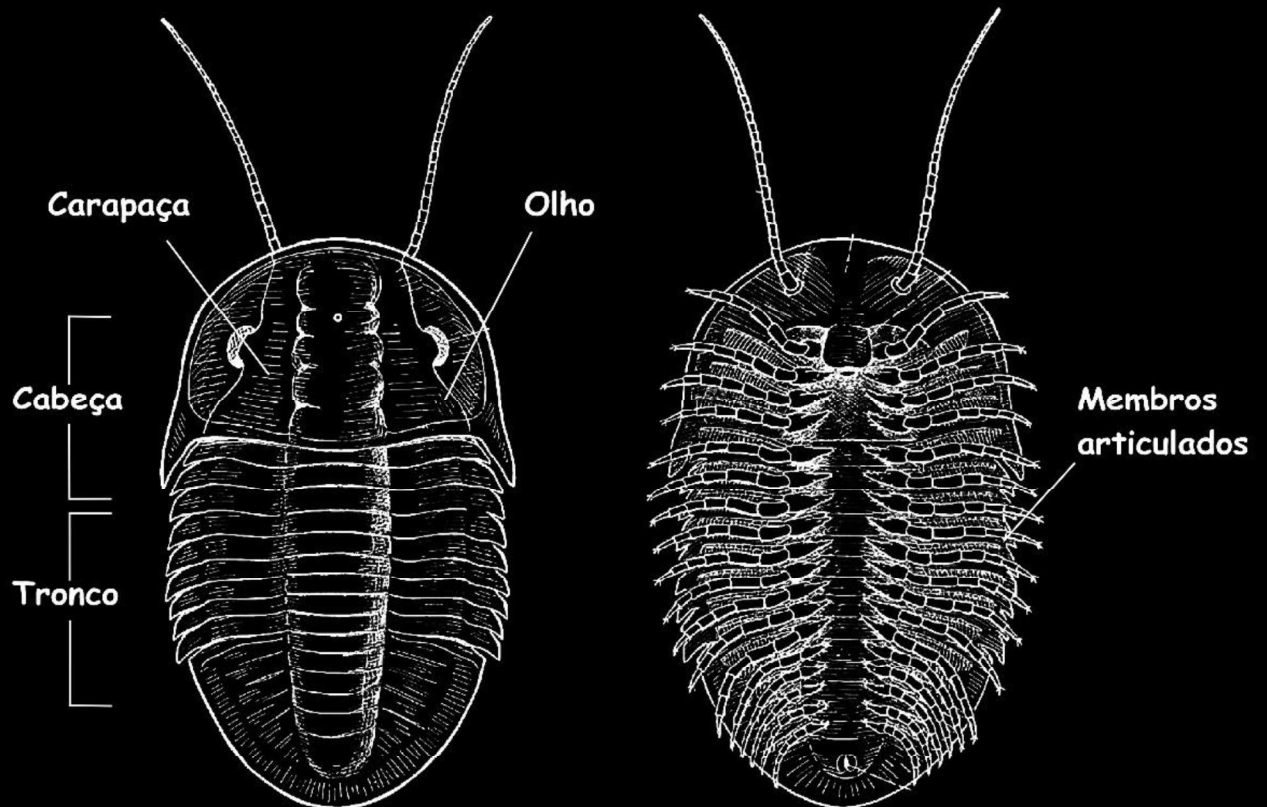
- O blastóporo se torna o ânus



37 Arthropoda

520 Ma

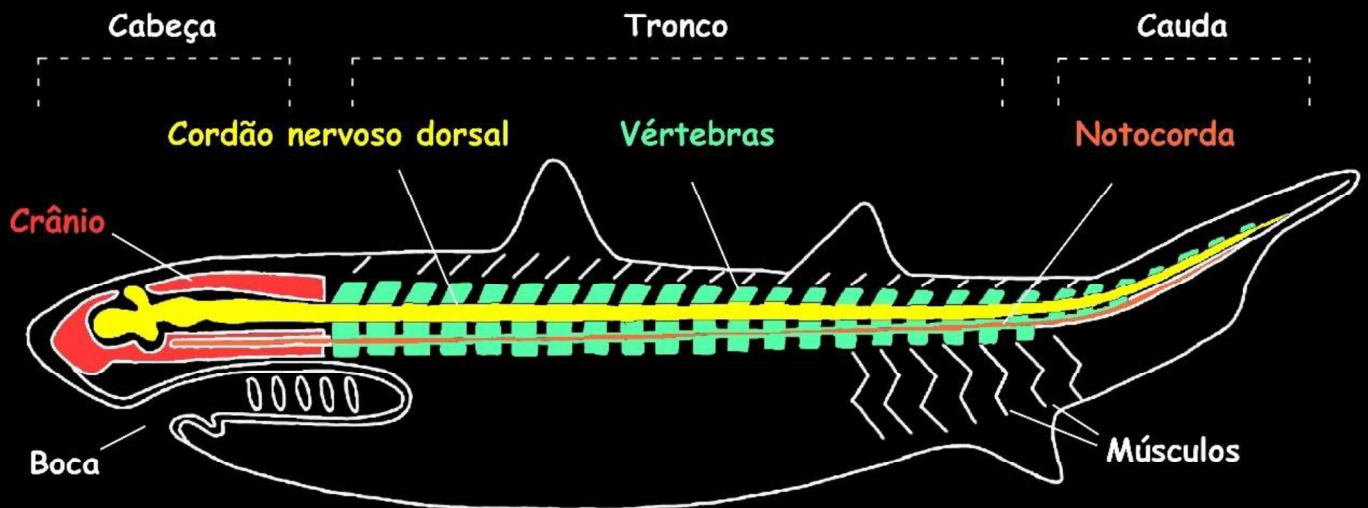
- Corpo segmentado
- Exoesqueleto
- Membros articulados



38 Vertebrata

500 Ma

- Formação das vértebras
- Elaboração do crânio

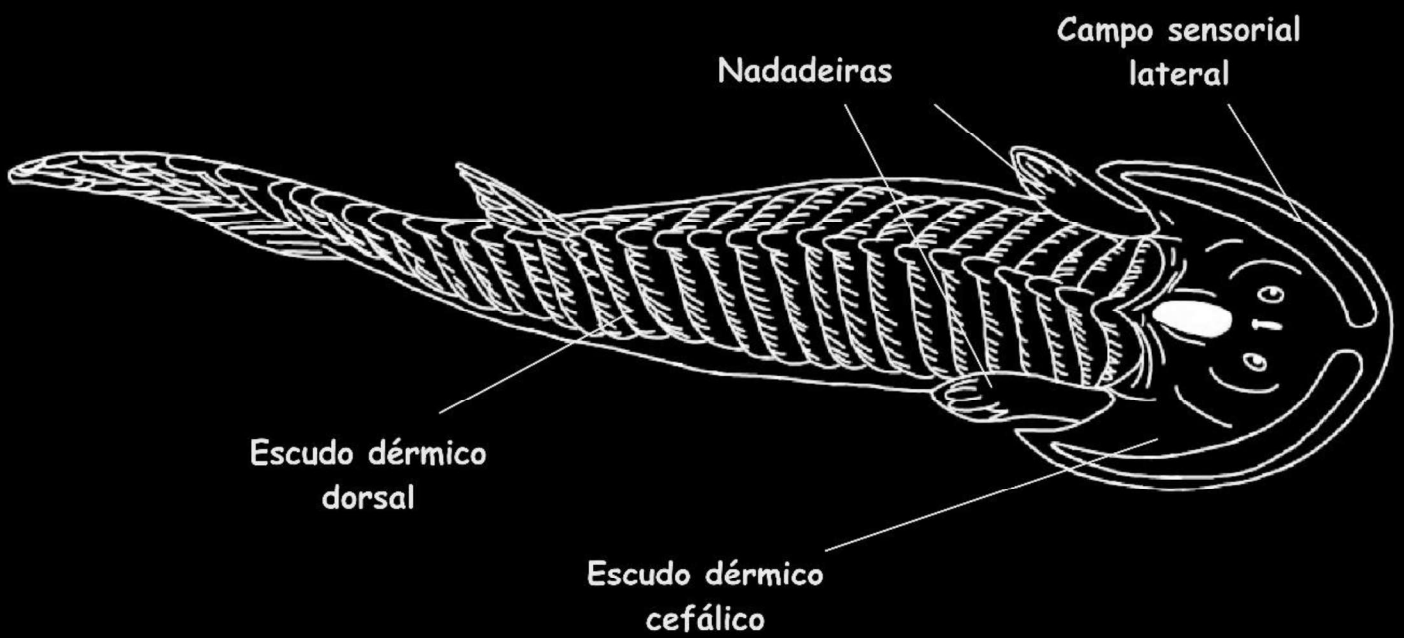


39

Osteostraci

490 Ma

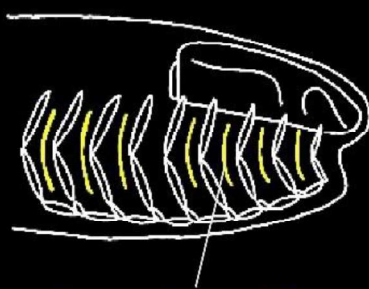
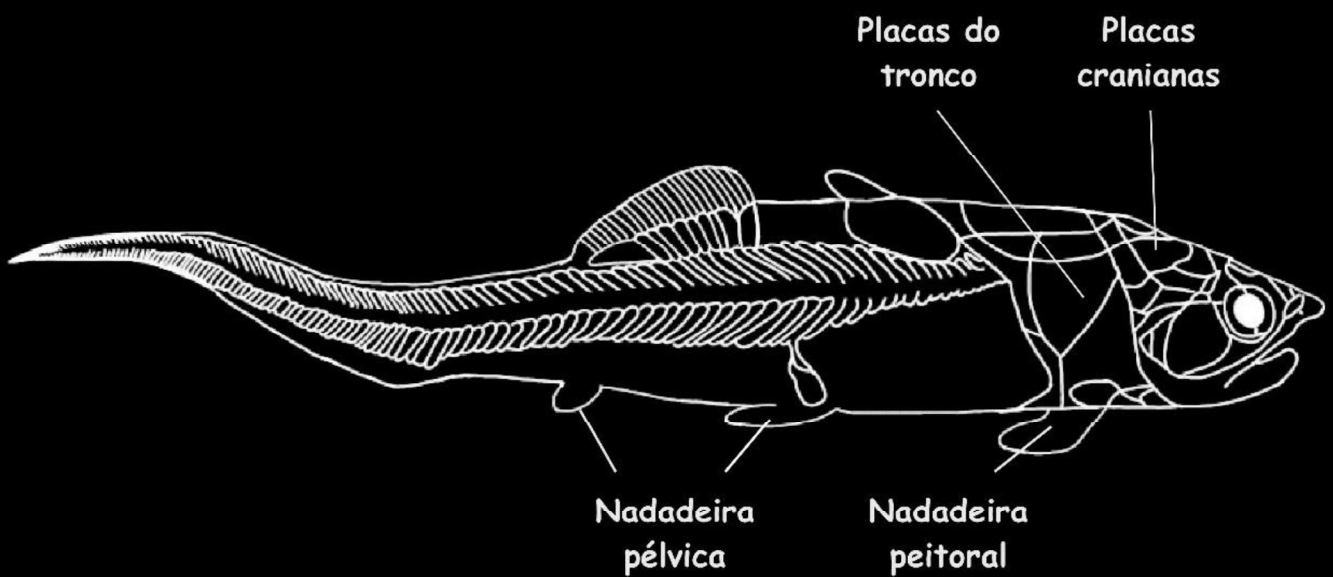
Nadadeiras pares



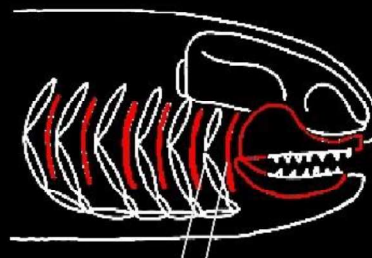
40 Placodermata (Gnatostomata)

485 Ma

- Vertebrados com mandíbulas
- Corpo coberto por placas osseas



Arcos branquiais em abertura



Arcos branquiais



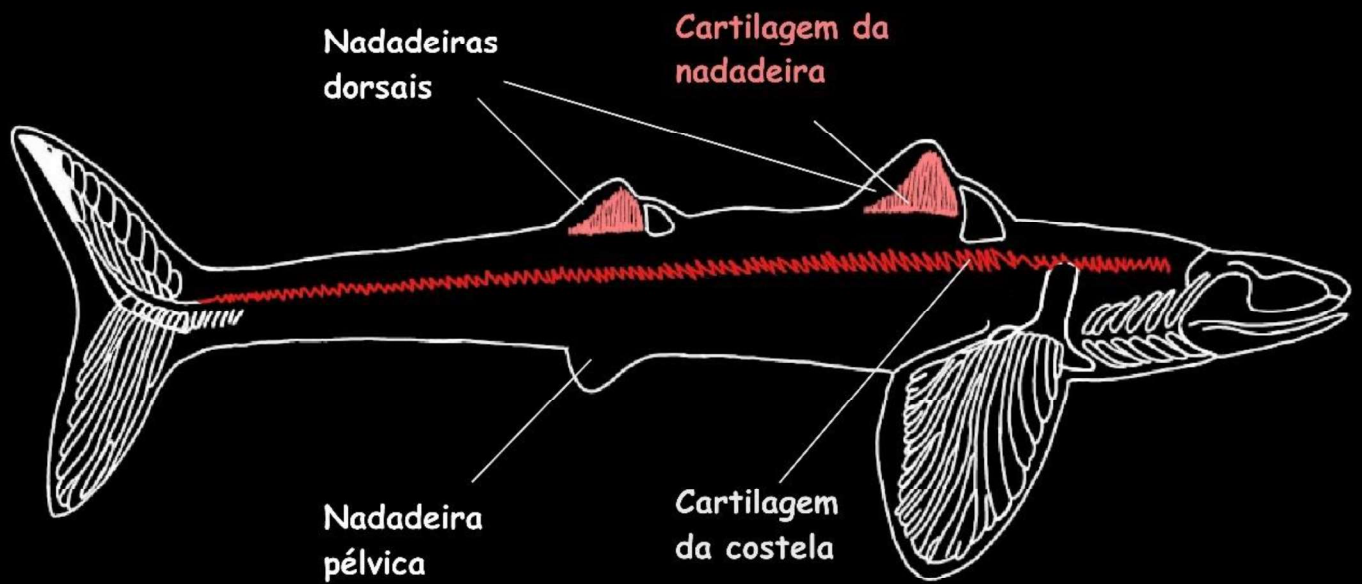
Mandíbula inferior

41 Chondrichthyes

450 Ma

Tubarões

- Esqueleto cartilaginoso



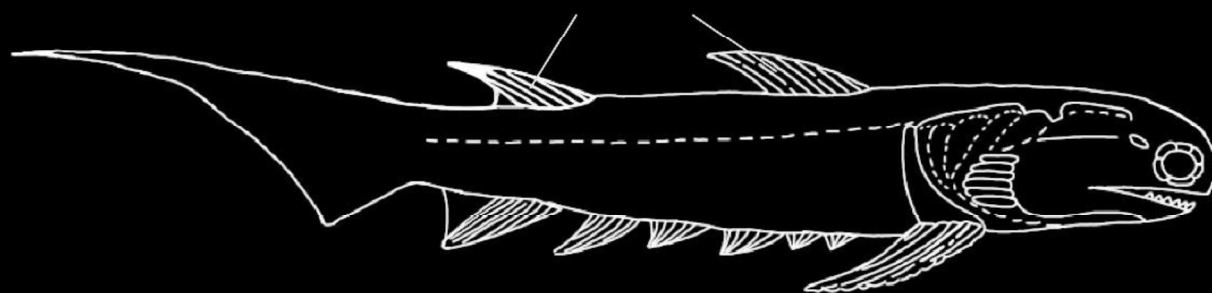
42

Acanthodii

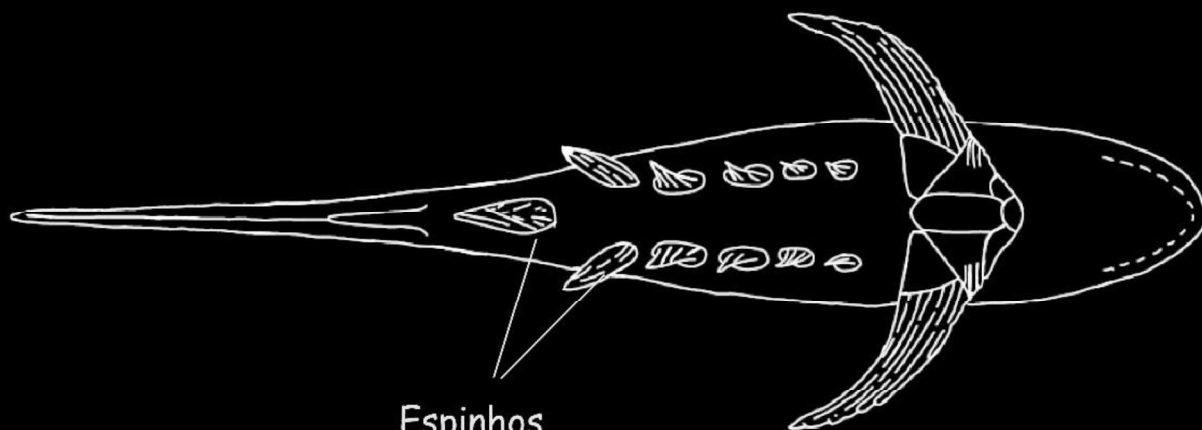
450 Ma

Tubarões espinhados

Espinhos das nadadeiras



Espinhos intermediários

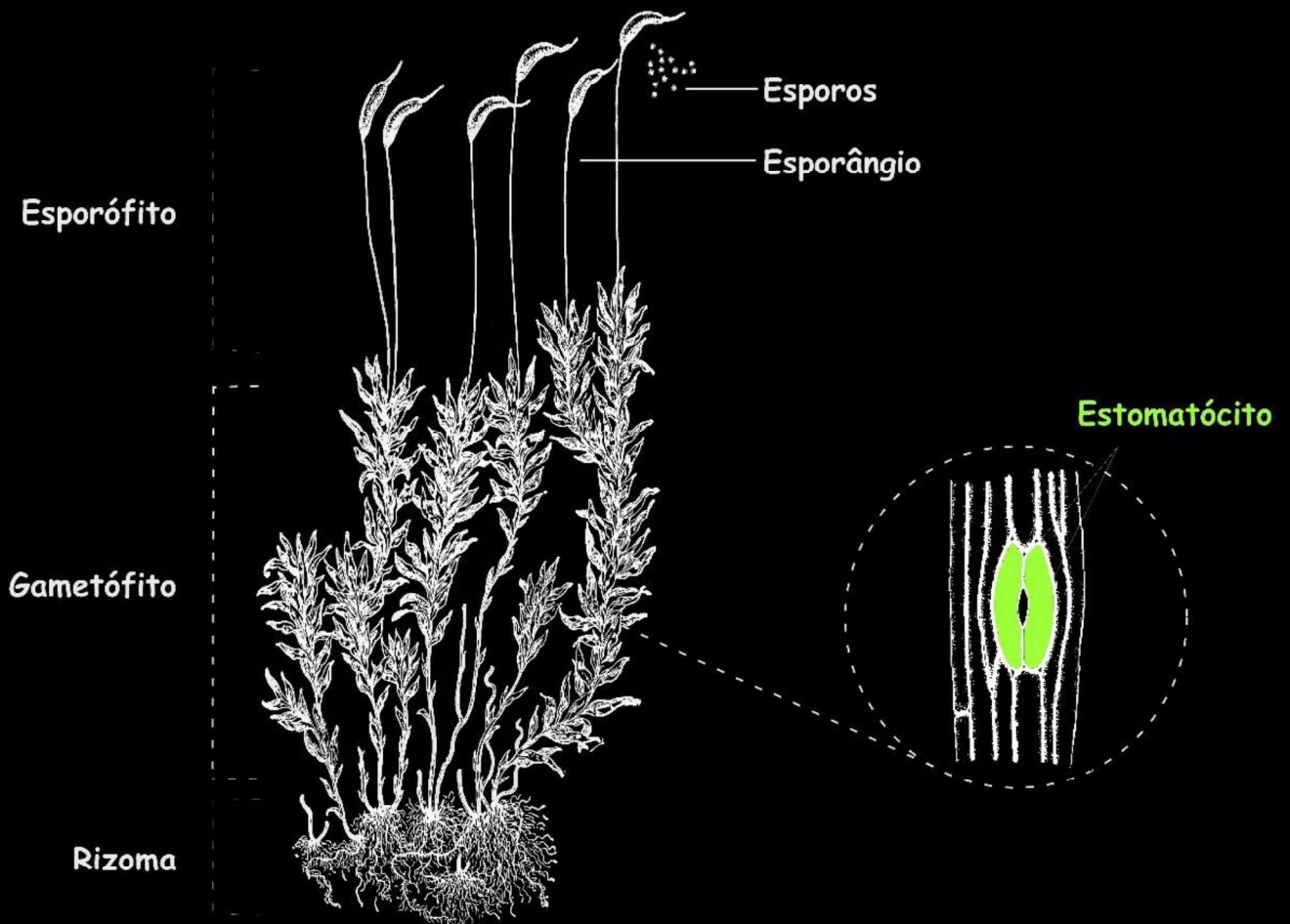


43 Briófitas

445 Ma

Plantas terrestres

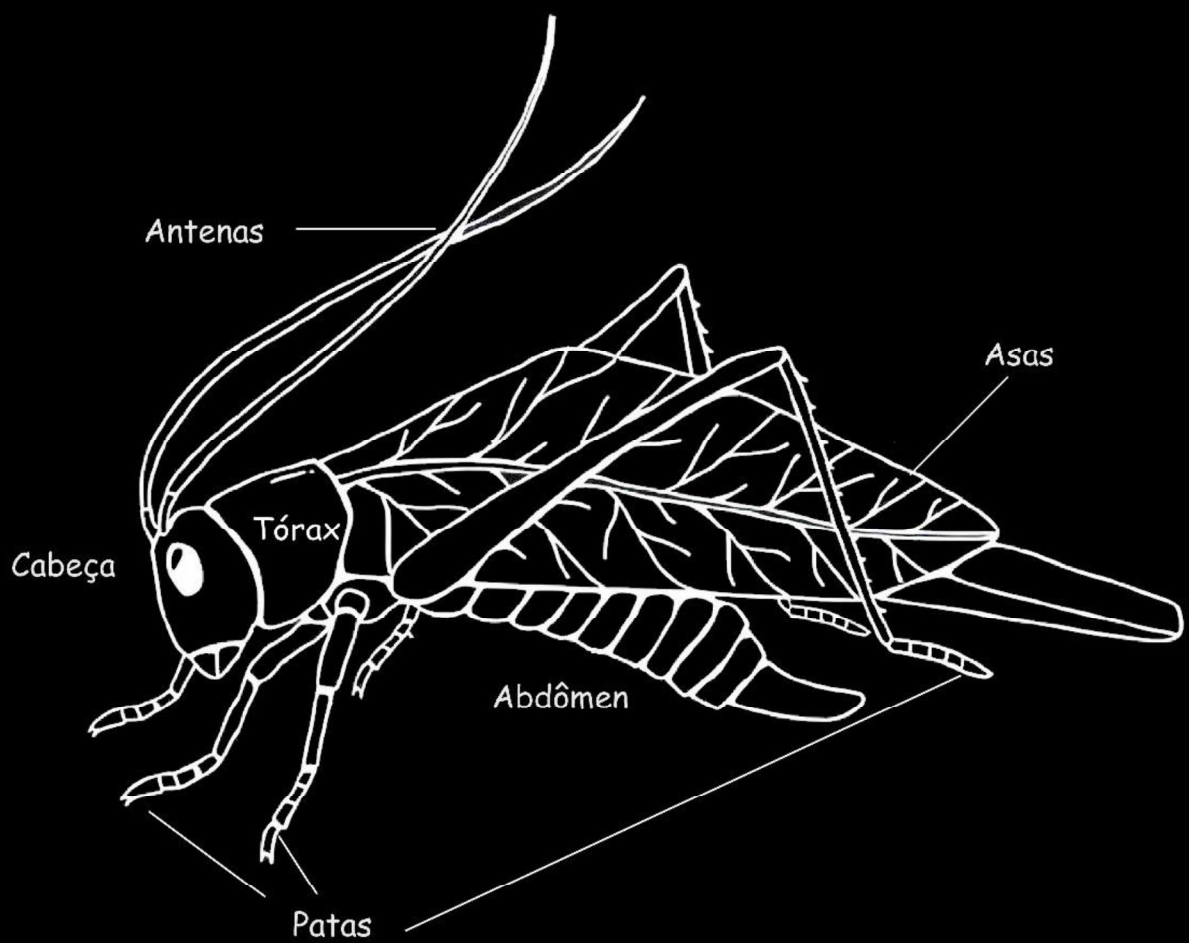
- Reprodução por dispersão de esporos
- Transpiração por estômatos



44 Insecta

441 Ma

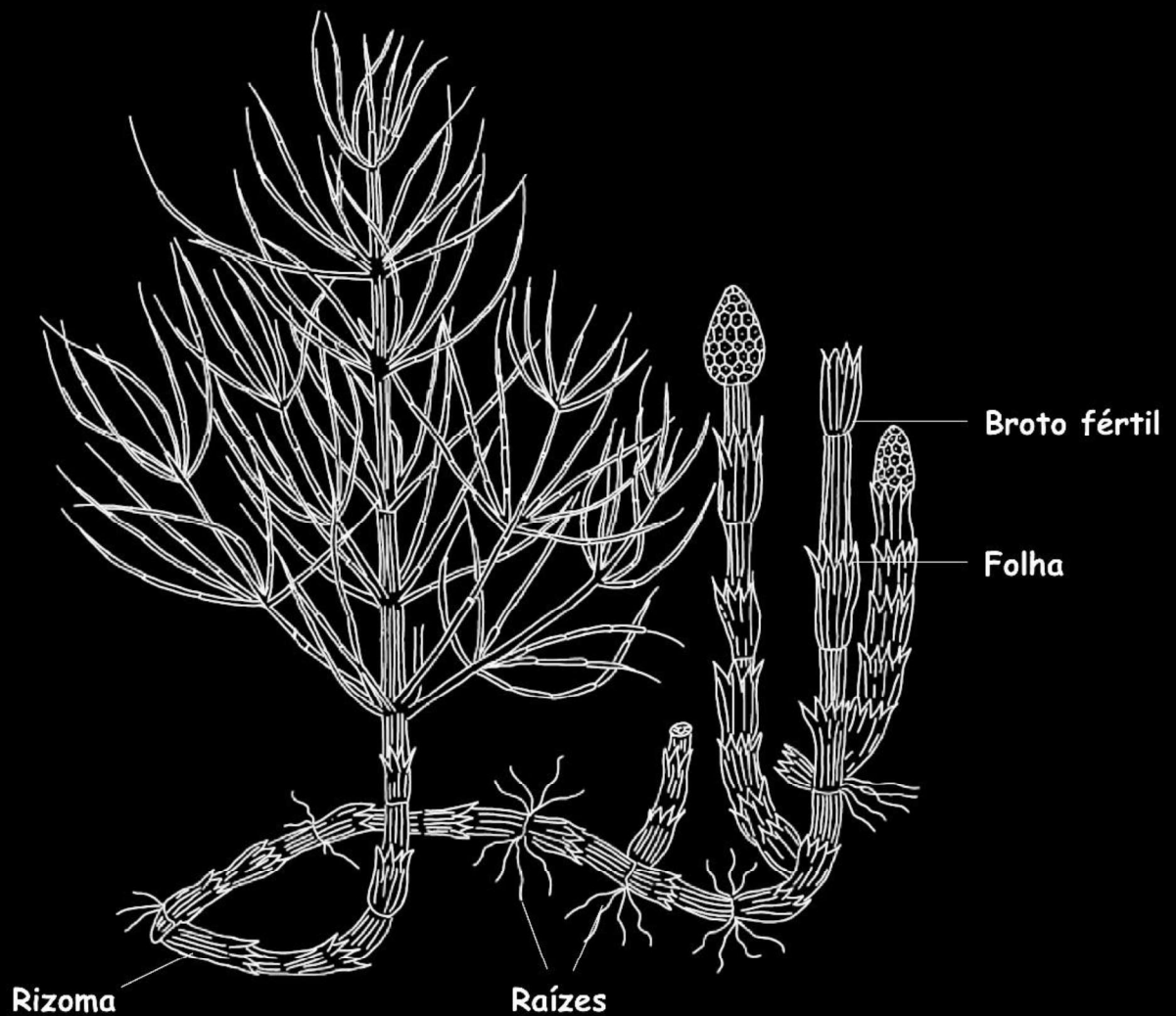
- Três pares de patas
- Um par de antenas



45 Pteridófitas

428 Ma

- Vasos condutores
- Folhas verdadeiras
- Raízes

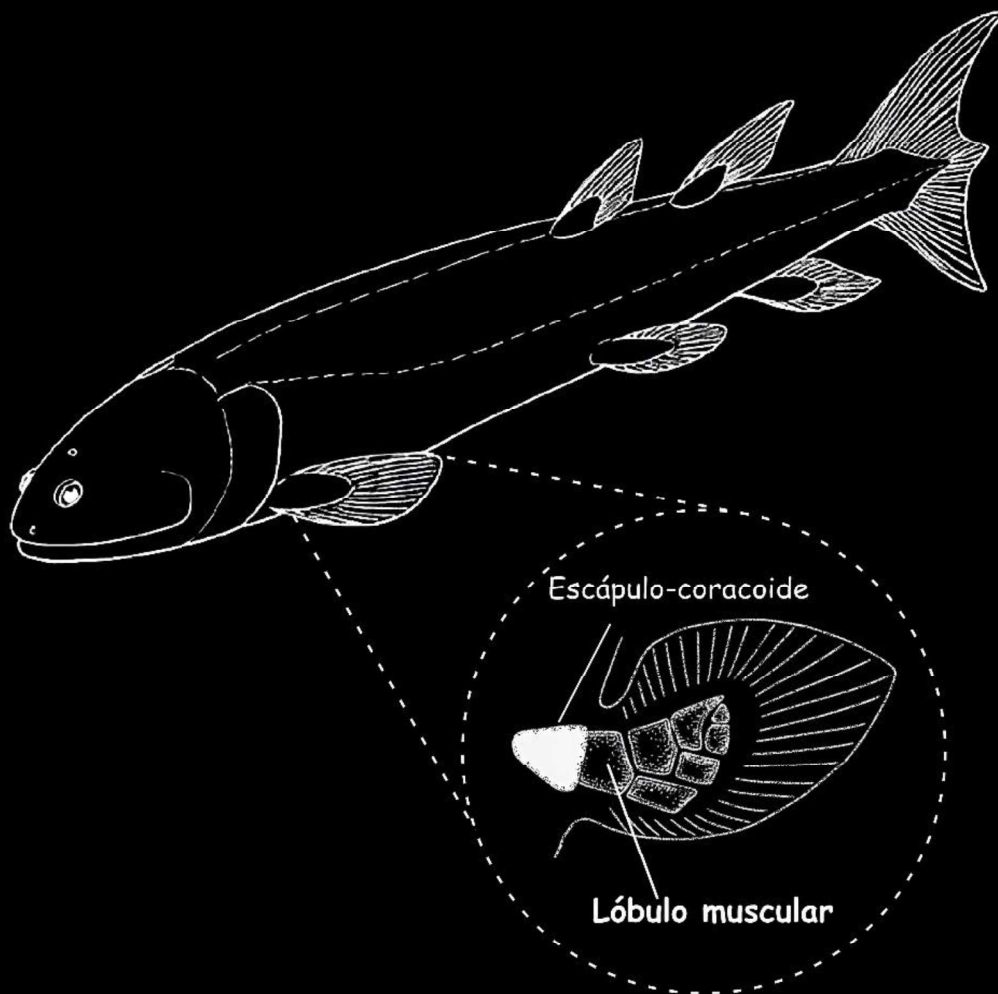


46

Osteichthyes: Sarcopyterygii

395 Ma

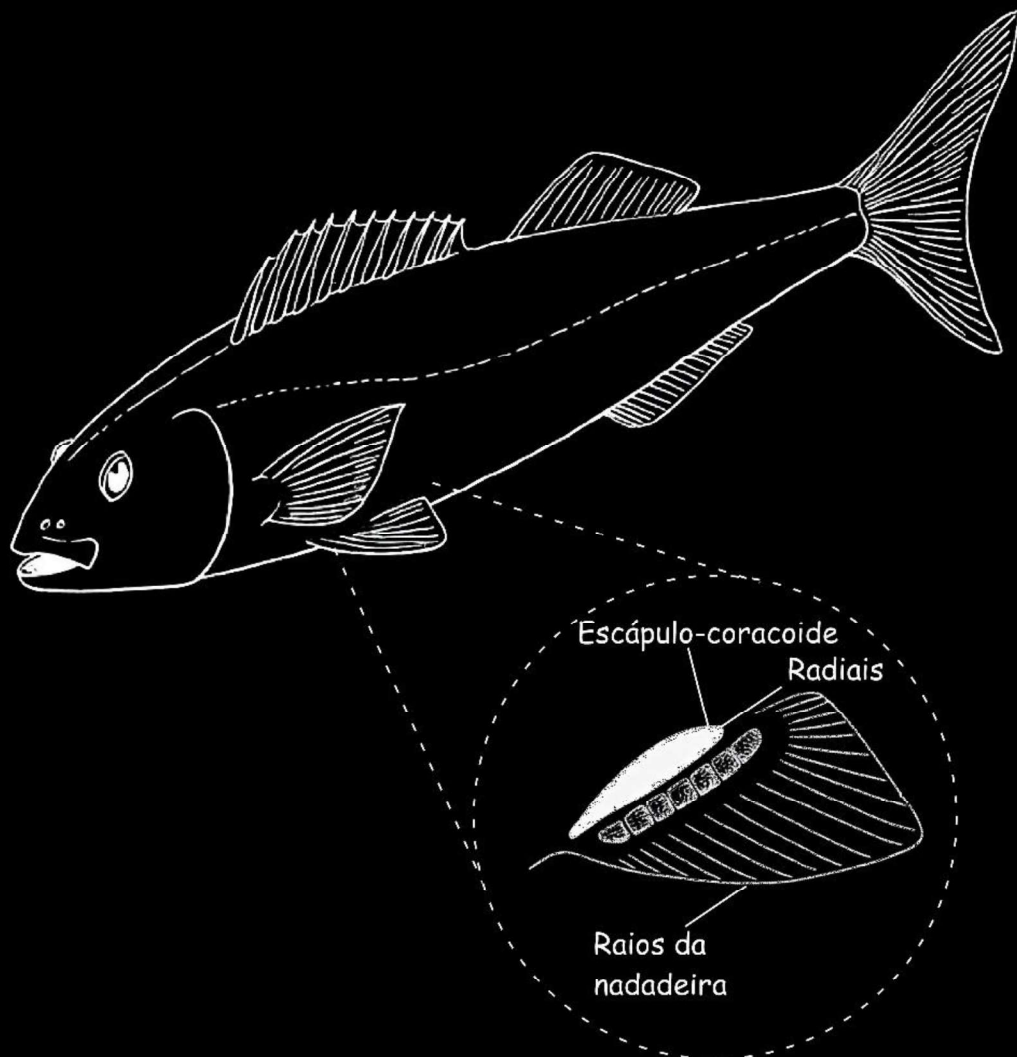
- Nadadeiras ósseas e musculares



47 Osteichthyes: Actinopterygii

395 Ma

- Nadadeiras raiadas

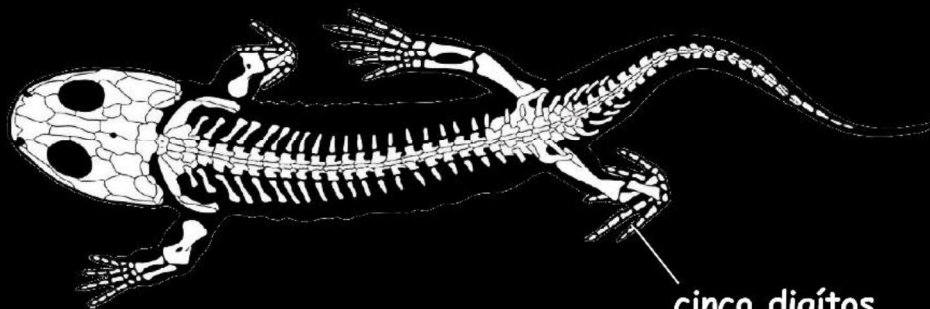
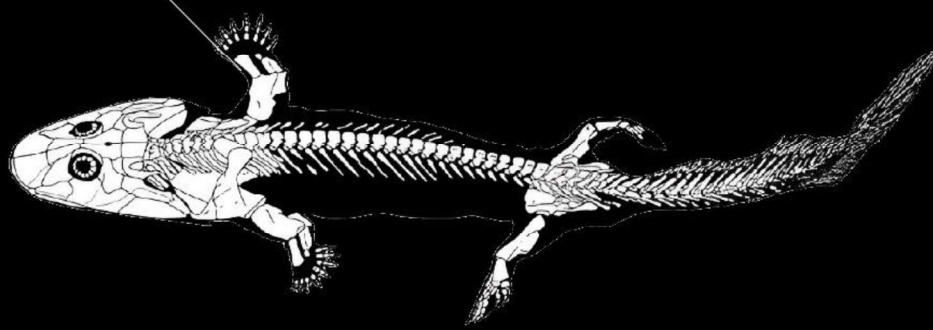


48 Tetrapoda

390 Ma

- Cinco ou menos dígitos
- Vida anfíbia (anphi = duplo; bio = vida)

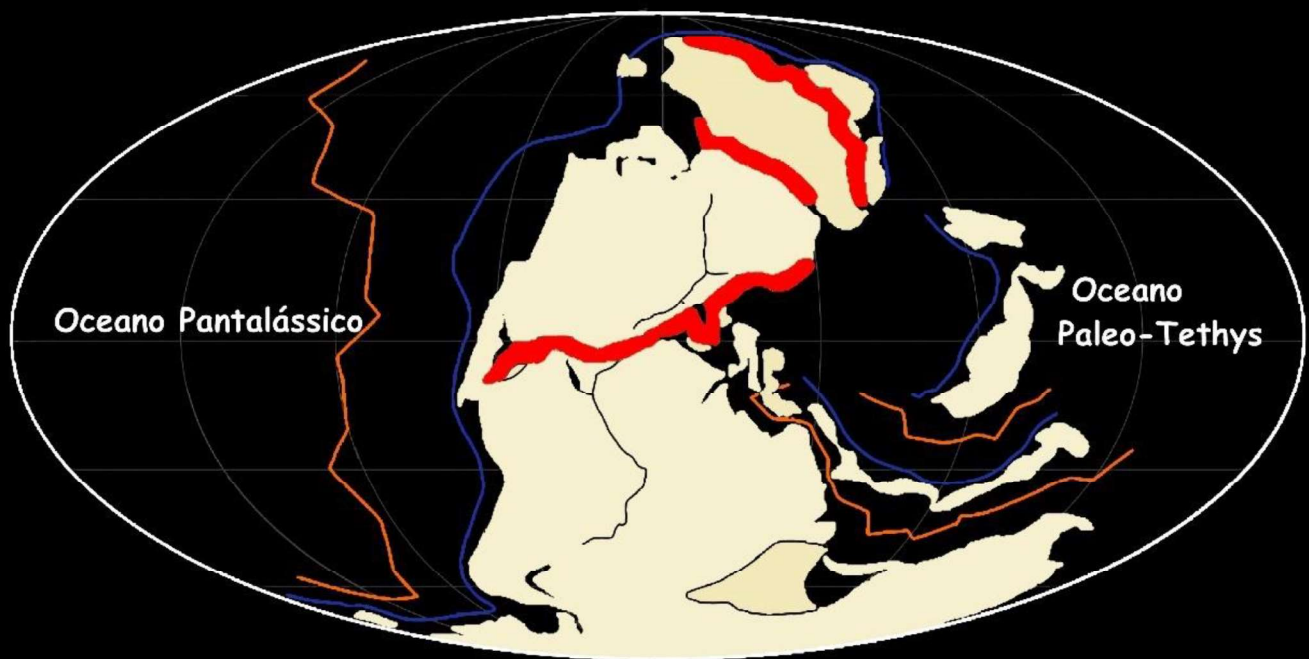
até oito dígitos



cinco dígitos
ou menos

49 Supercontinente Pangea

340 Ma



-  Zona de subducção
-  Zona de propagação
-  Cinturão de dobra
-  Bloco continental

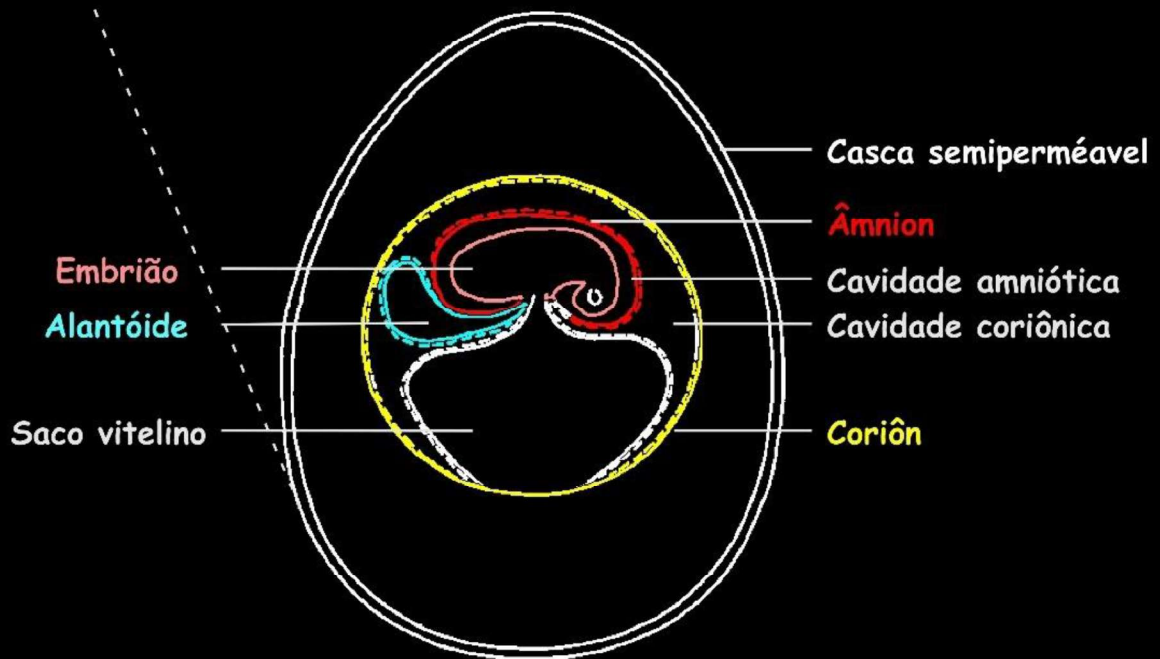
50

Amniota

330 Ma

- Membrana amniótica

(impede a dessecação do embrião em ambiente terrestre)

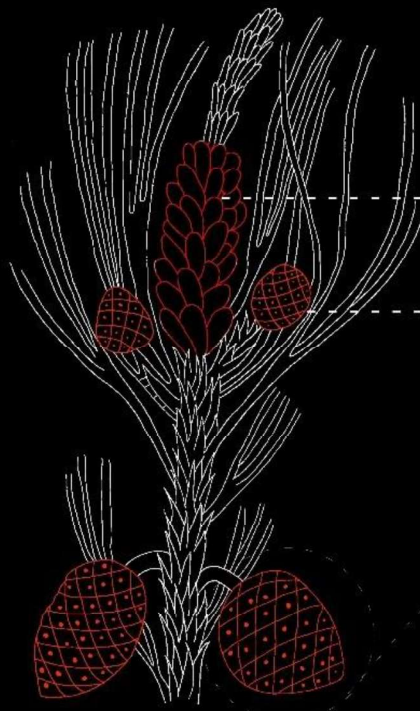


51

Gimnospermas

330 Ma

- Plantas com sementes



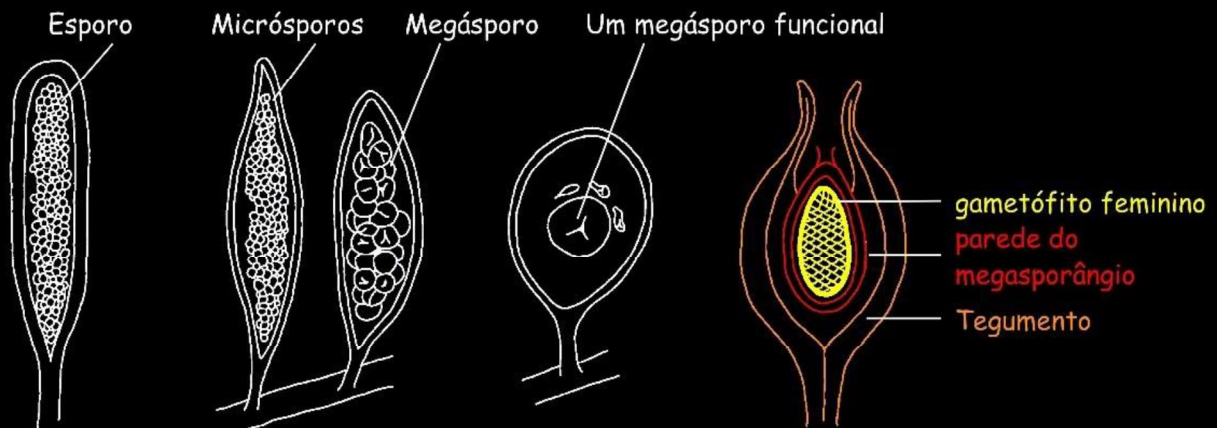
Estróbilo masculino

Estróbilo feminino



Sementes

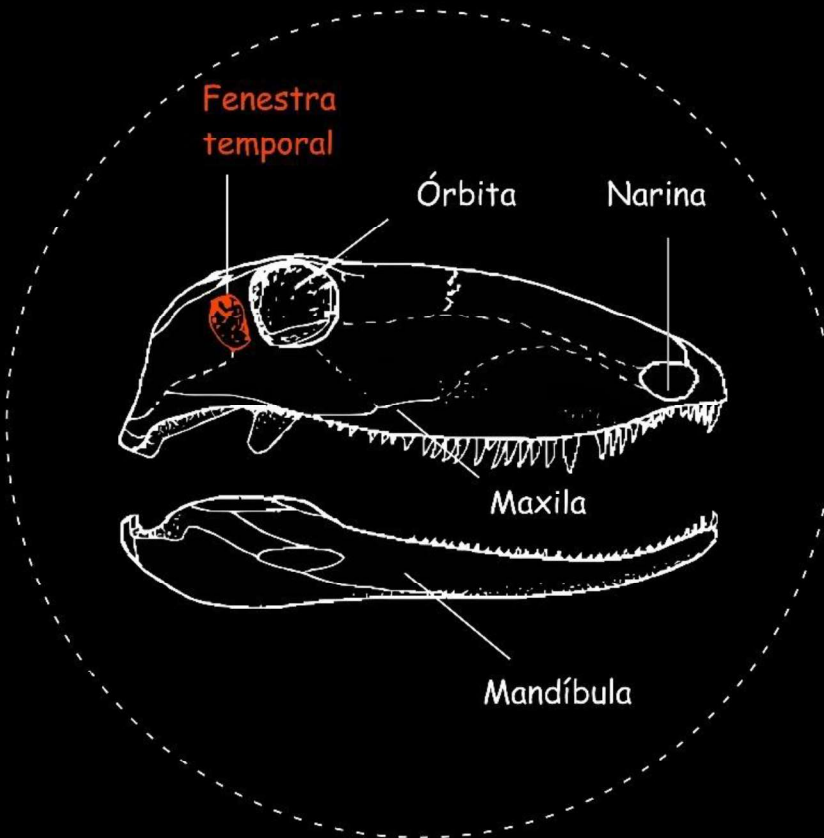
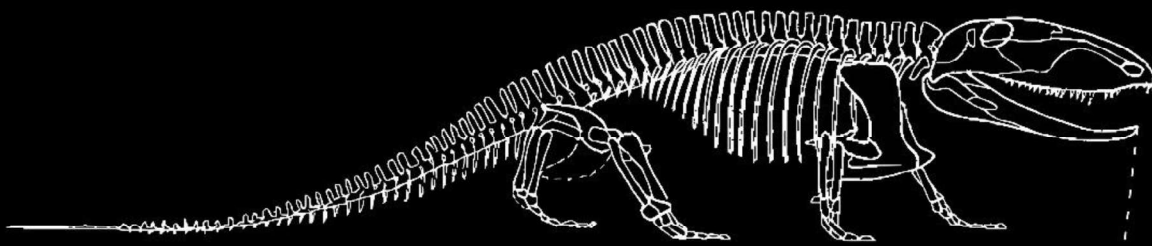
Heterosporia



52 Synapsida

320 Ma

- Par de fenestras temporais
(inserção de musculatura da mandíbula)

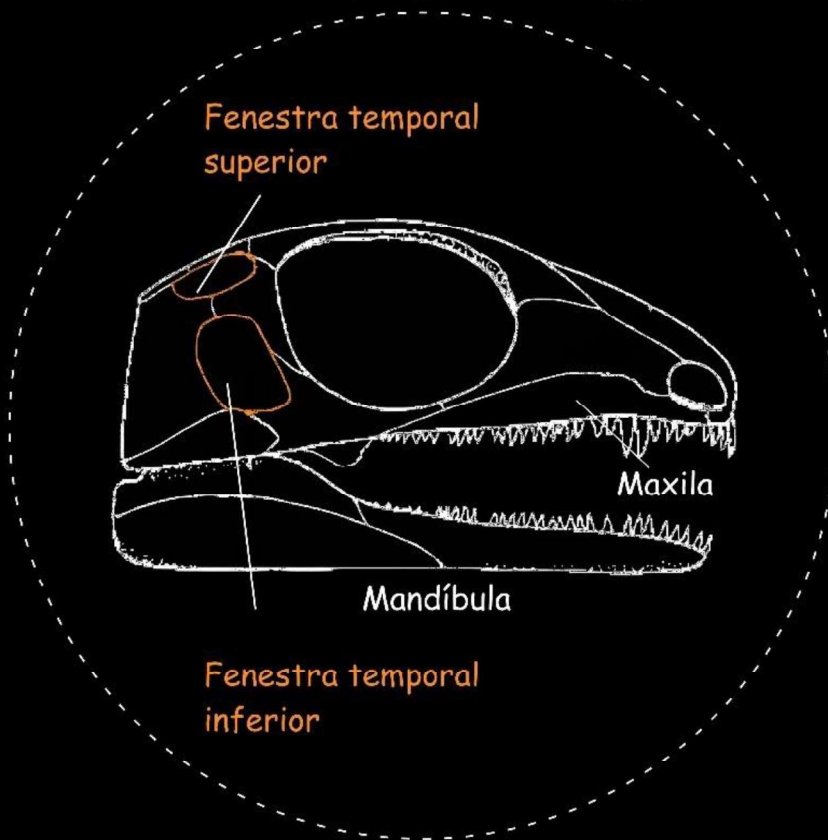
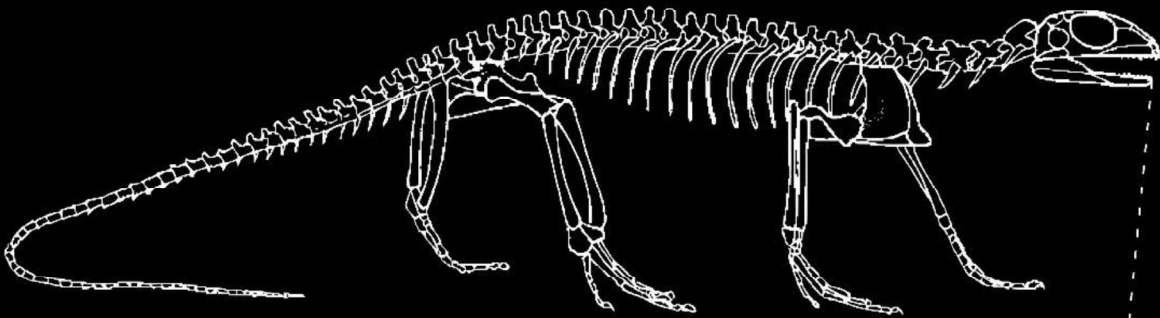


53

Diapsida

310 Ma

- Dois pares de fenestras temporais
(inserção de musculatura da mandíbula)

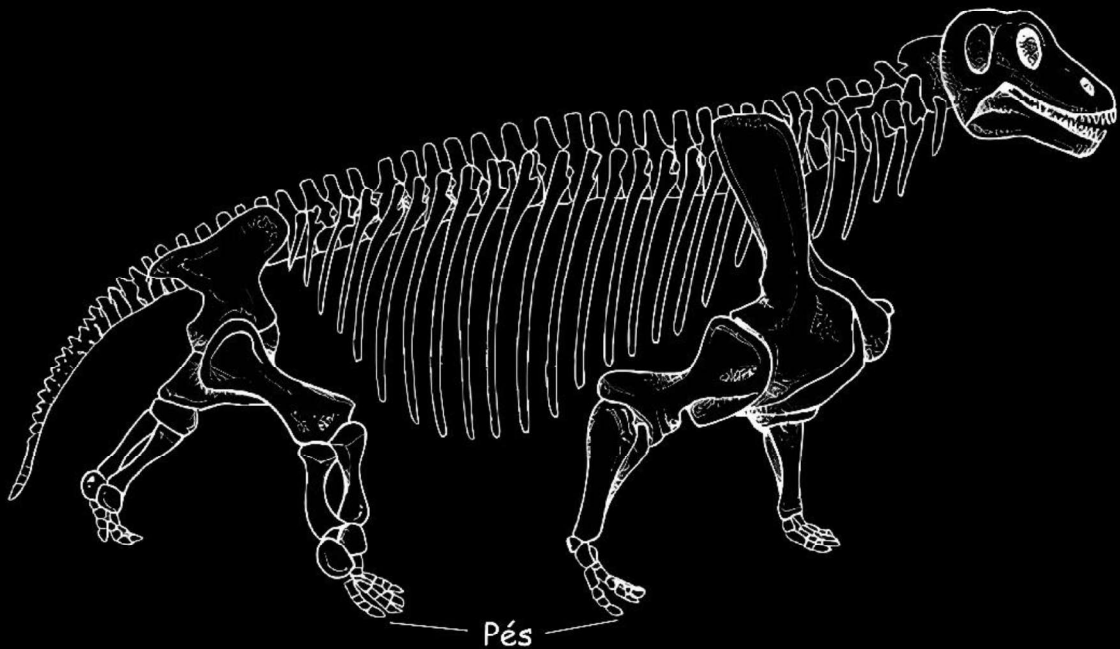


54

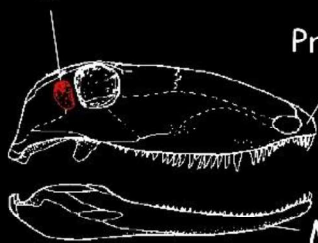
Therapsida

280 Ma

- Fenestra temporal expandida lateralmente
- Crânio estreito
- Pés simétricos

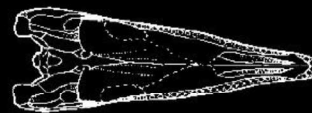


Fenestra temporal
alongada



Premaxila

Maxila



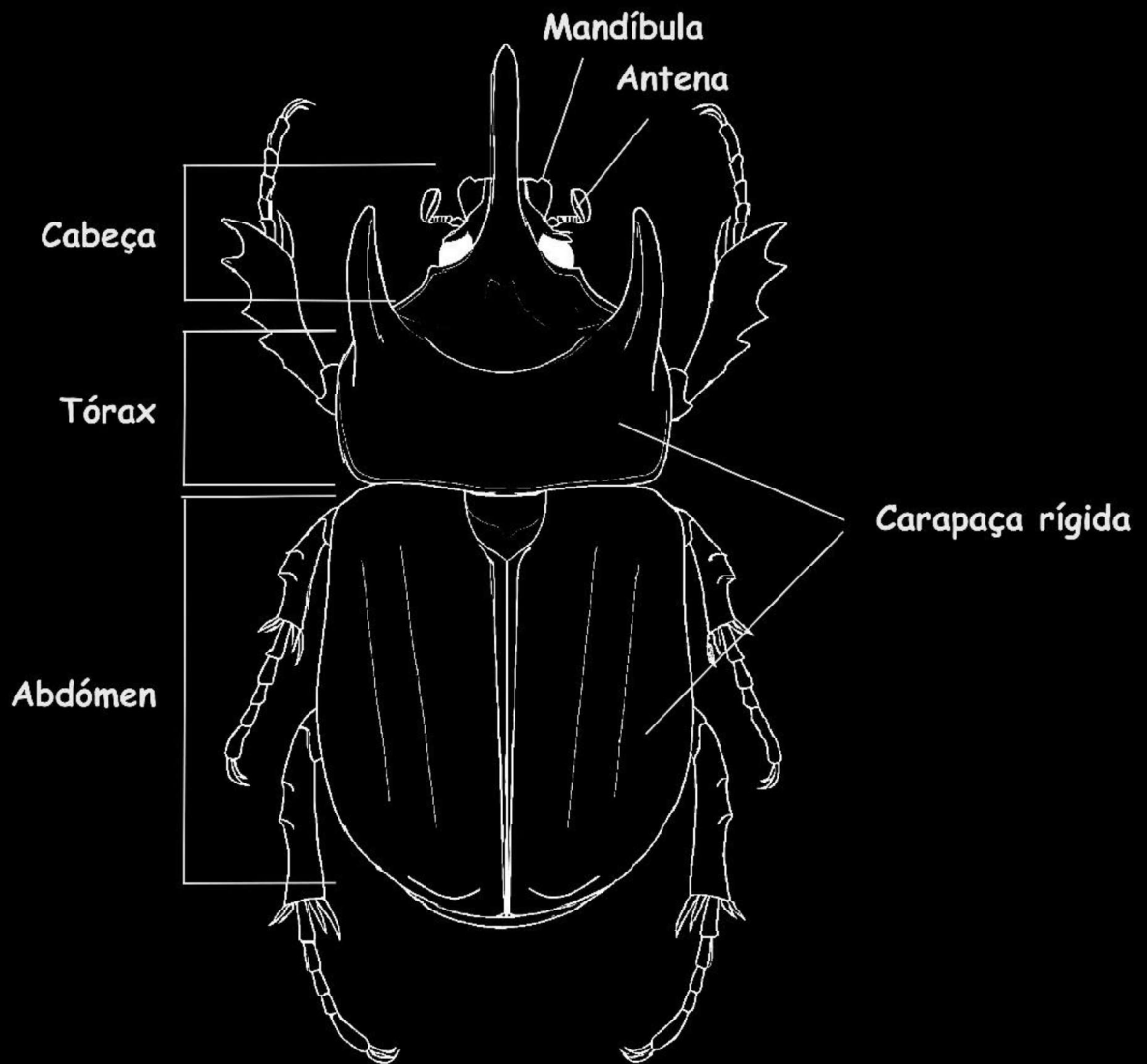
Visão inferior do Crânio

55

Coeloptera

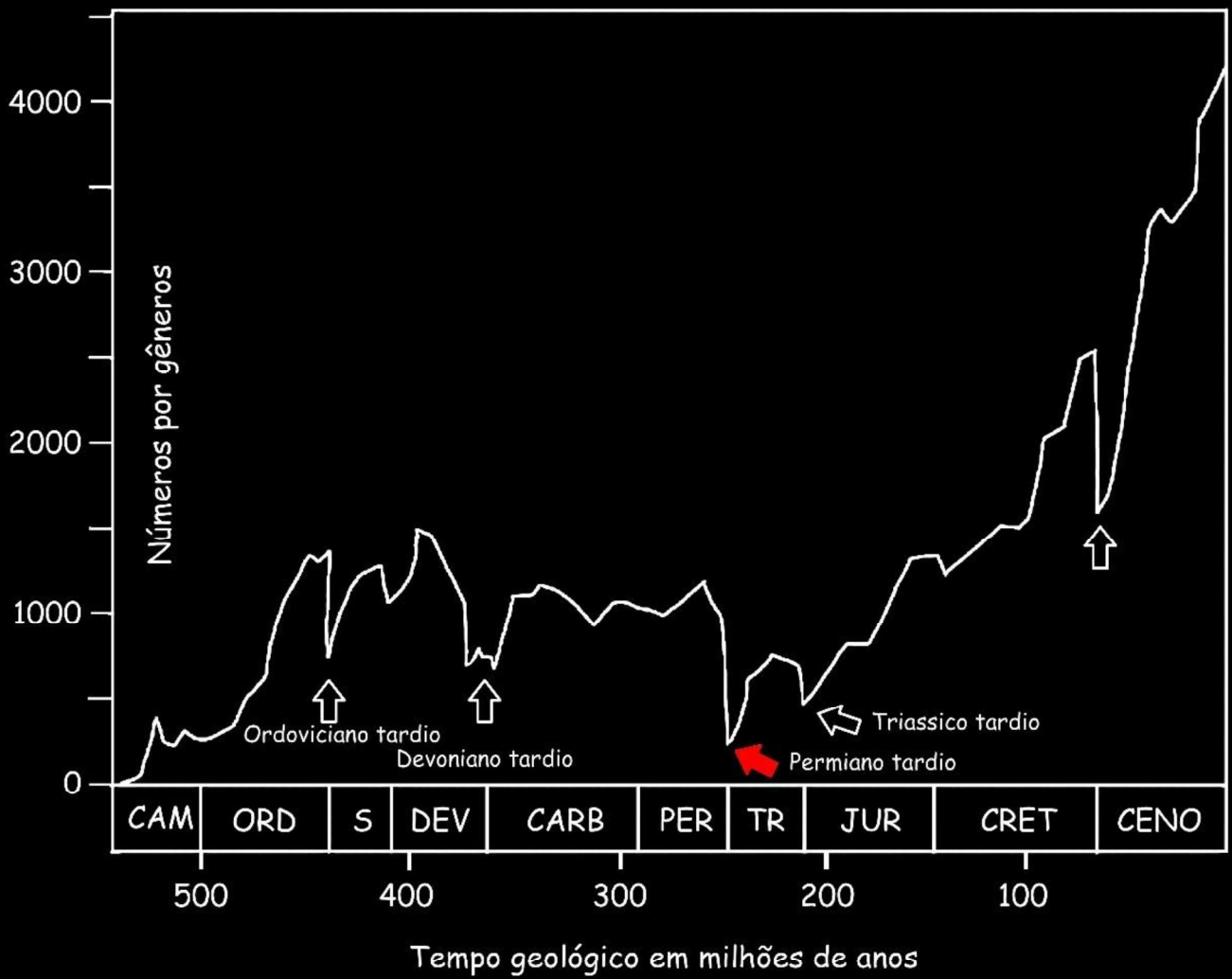
280 Ma

- Esqueleto muito rígado



56 Extinção em massa

251 Ma

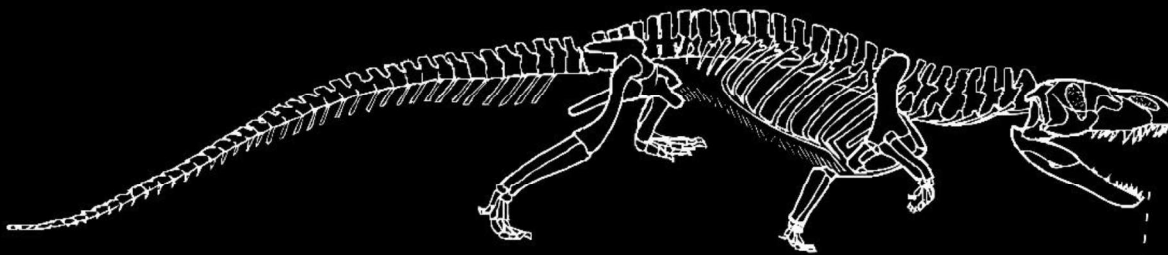


57

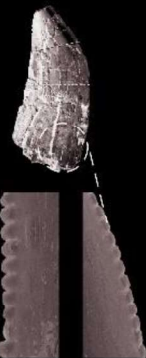
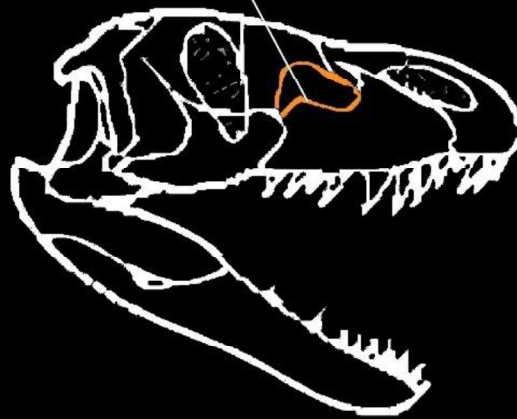
Archosauria

250 Ma

- Abertura craniana antorbital
- Dentes serrilhados



Fenestra
antorbital



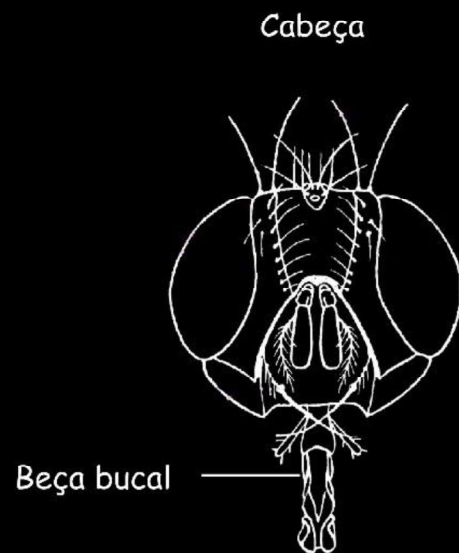
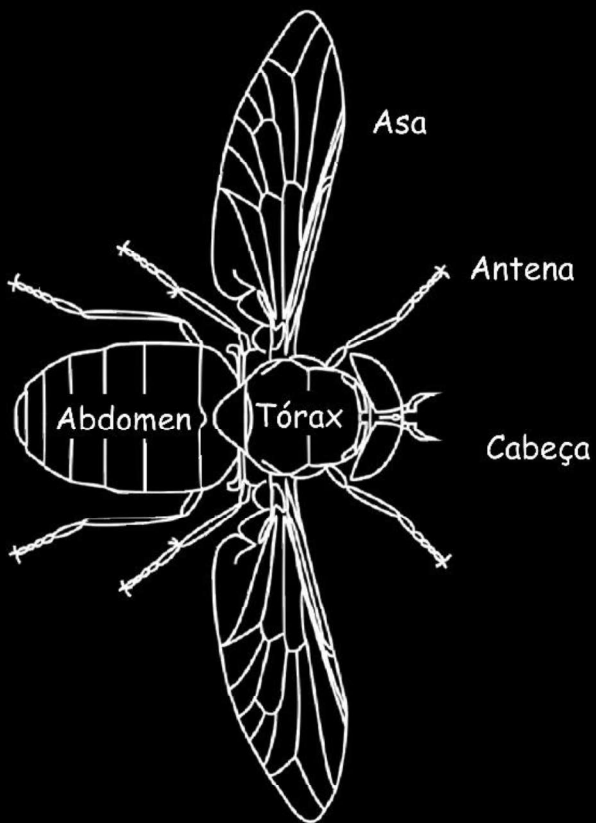
Serrilhas nos dentes

58

Diptera

250 Ma

- Um par de asas
- Peças bucais adaptadas para sugar ou lambar

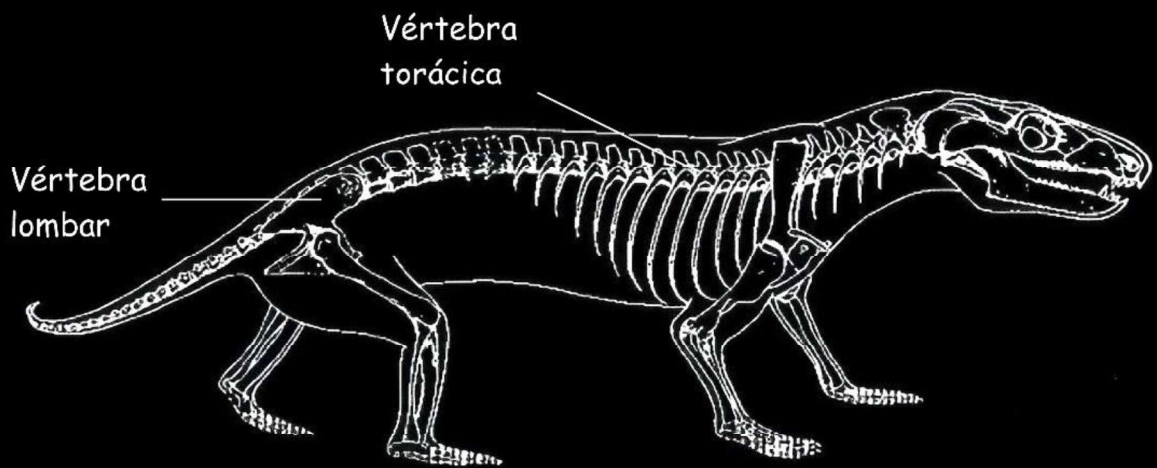


59

Cynodontia

240 Ma

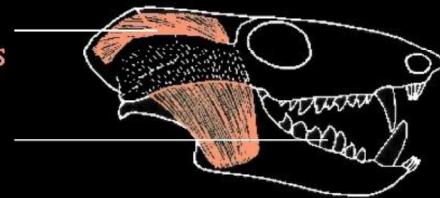
- Mandíbula e dentes modificados para mastigação (oclusão dos dentes)
- Alinhamento da coluna



Oclusão

Expansão dos músculos

Dentes da bochecha

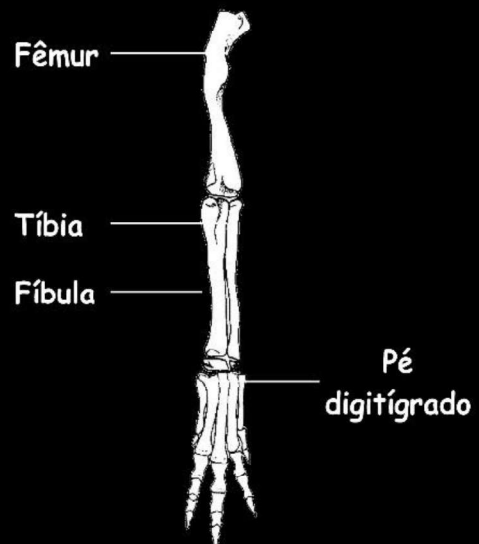
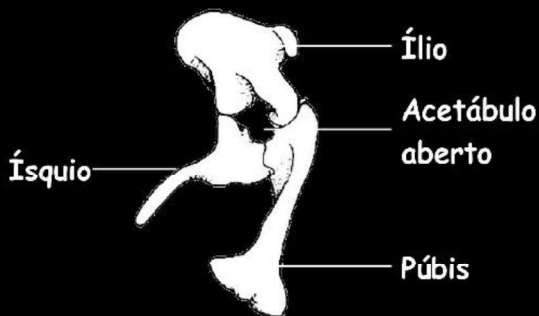
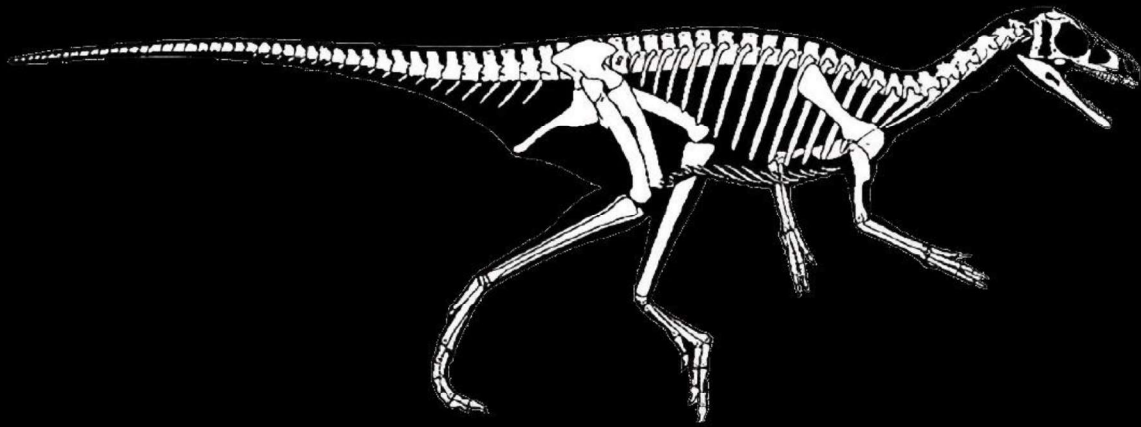


60

Dinosauria

240 Ma

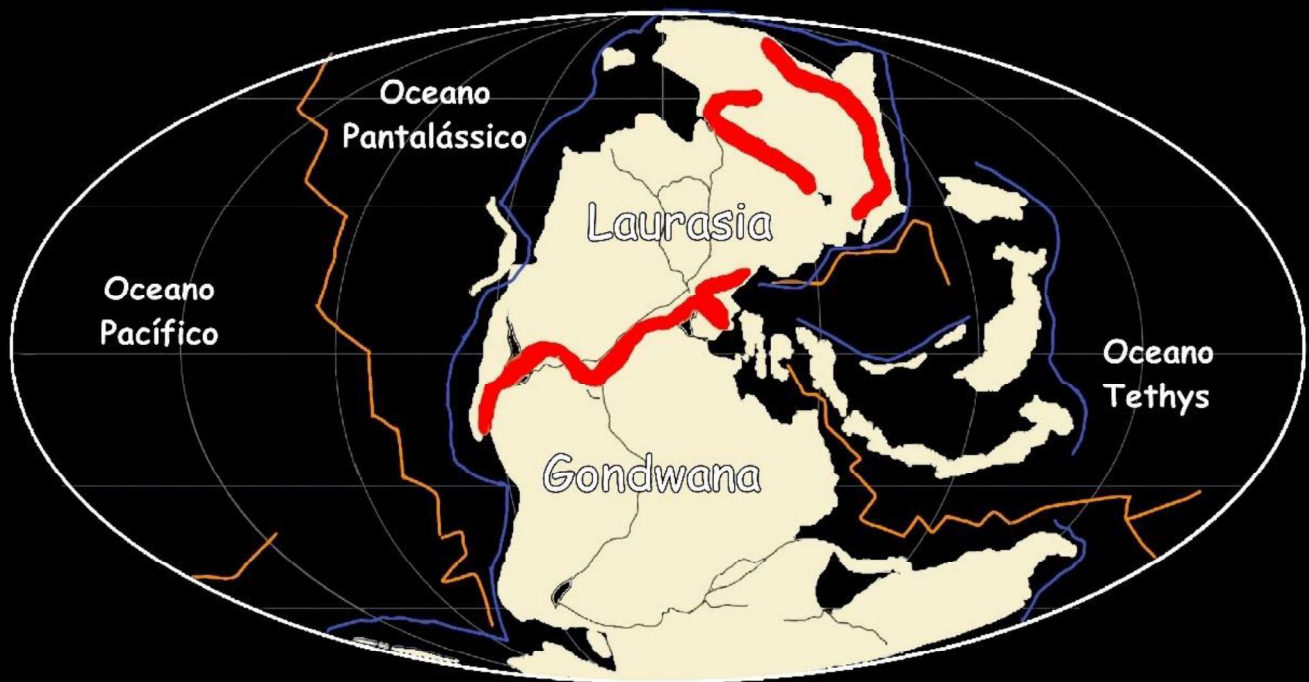
- Modificações nos ossos pélvicos e membros posteriores para locomoção e postura



61 Laurasia e Gondwana

220 Ma

- Separação dos supercontinentes



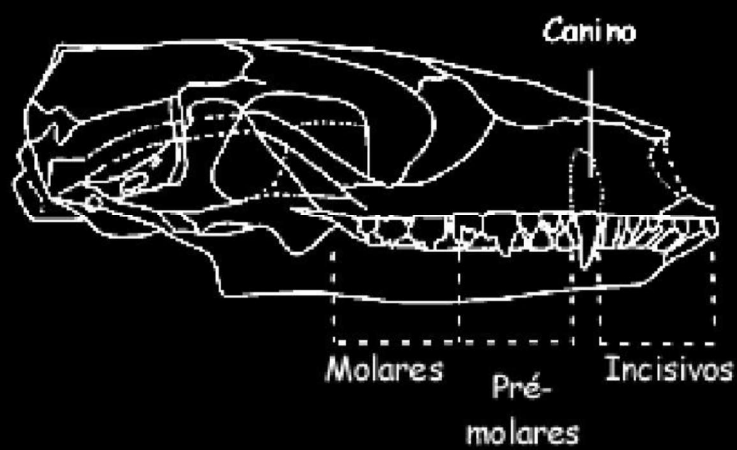
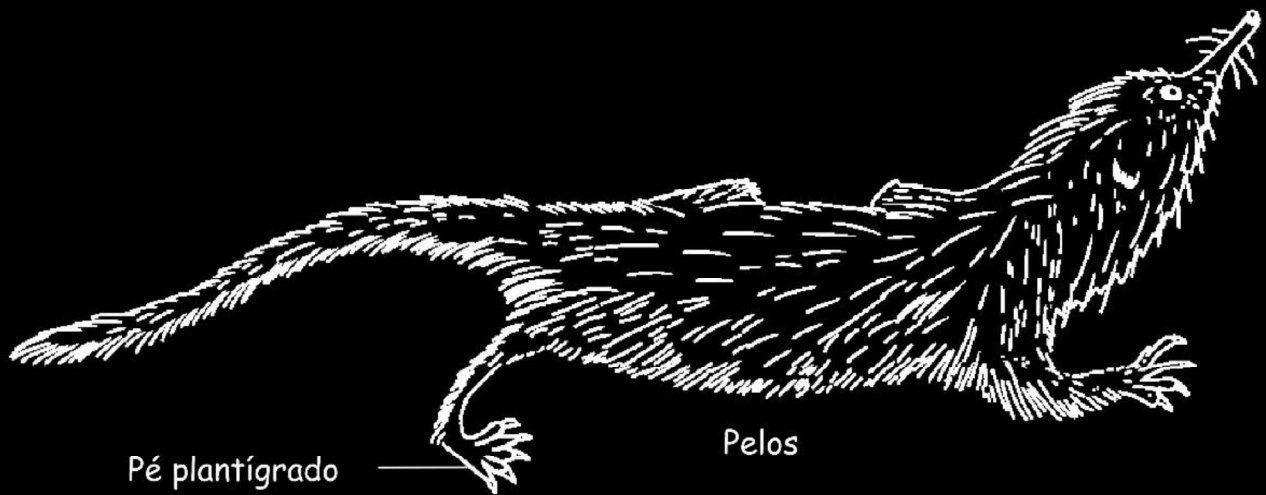
-  Zona de subducção
-  Zona de propagação
-  Cinturão de dobra
-  Bloco continental

62

Mammalia

210 Ma

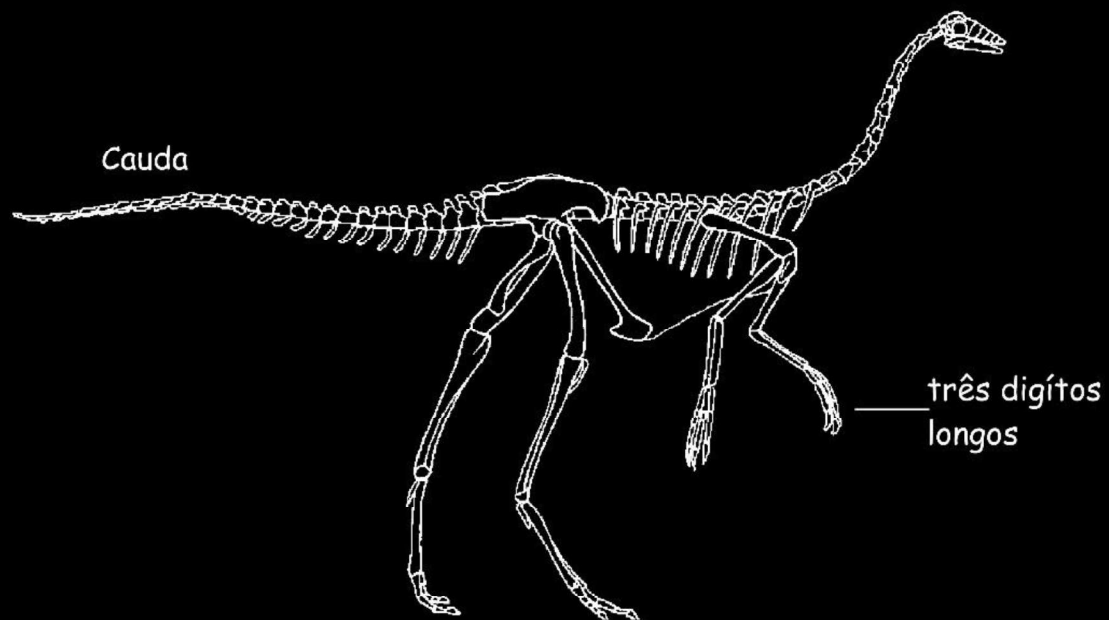
- Pelos
- Heterodontia (dentes especializados)
- Glândulas mamárias



63 Theropoda

210 Ma

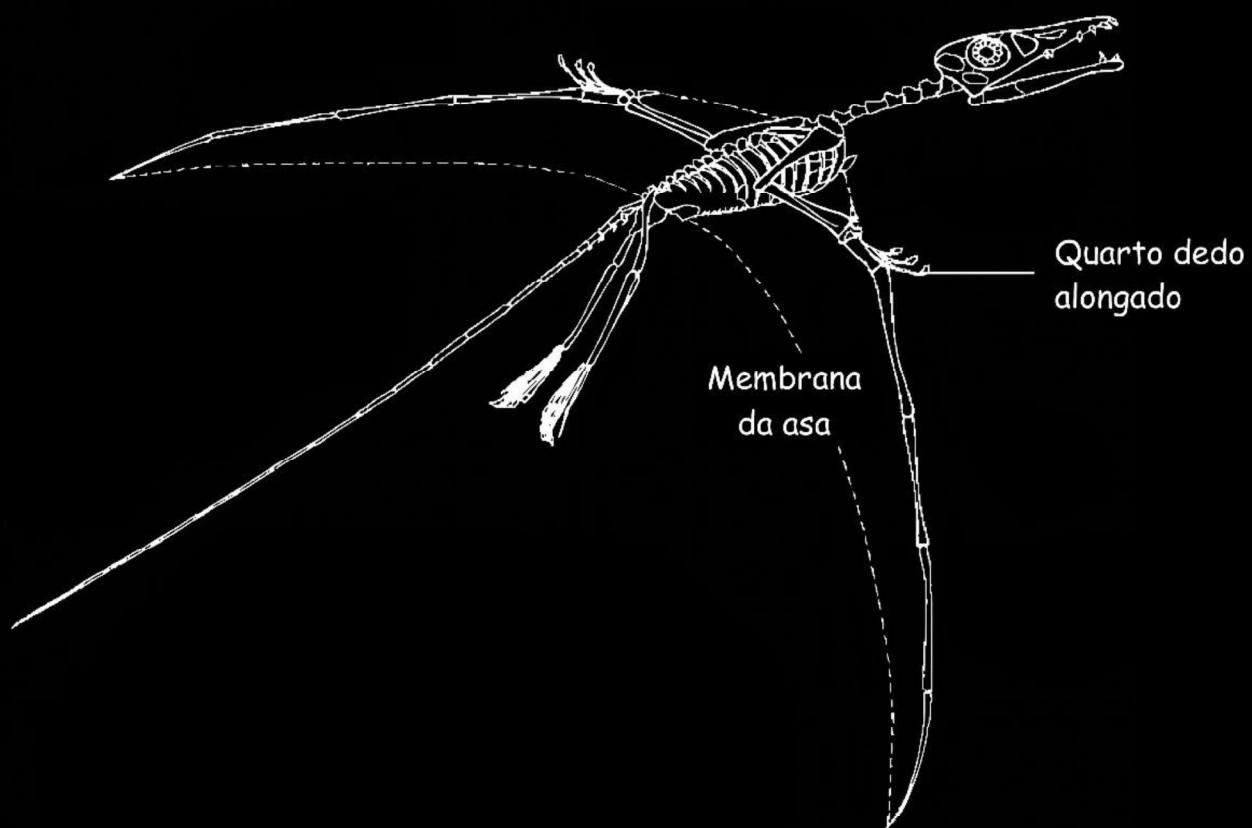
- Dinosaurios carnívoros
- Emplumados
- Cauda alongada
- Crânio alongado



64 Pterosauria

201 Ma

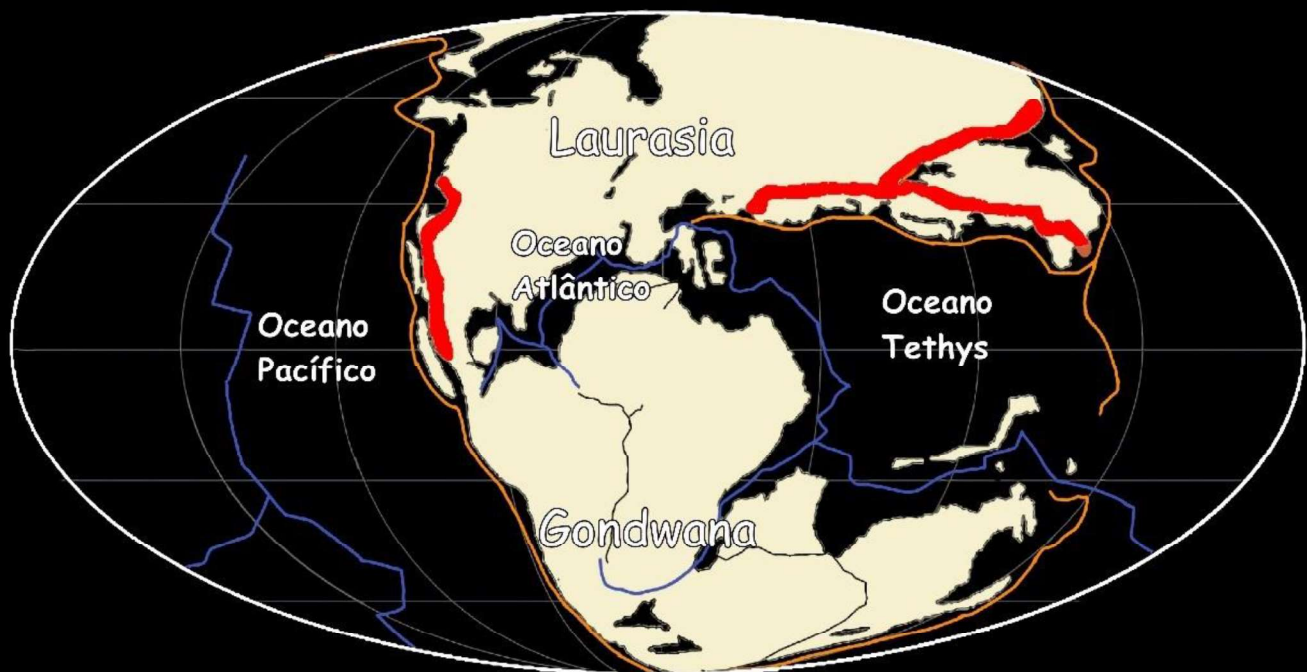
- Asas de pele no quarto dígito (capacidade de planar)



65 Separação dos continentes

180 Ma

- África, Antártida, América do Sul e Austrália



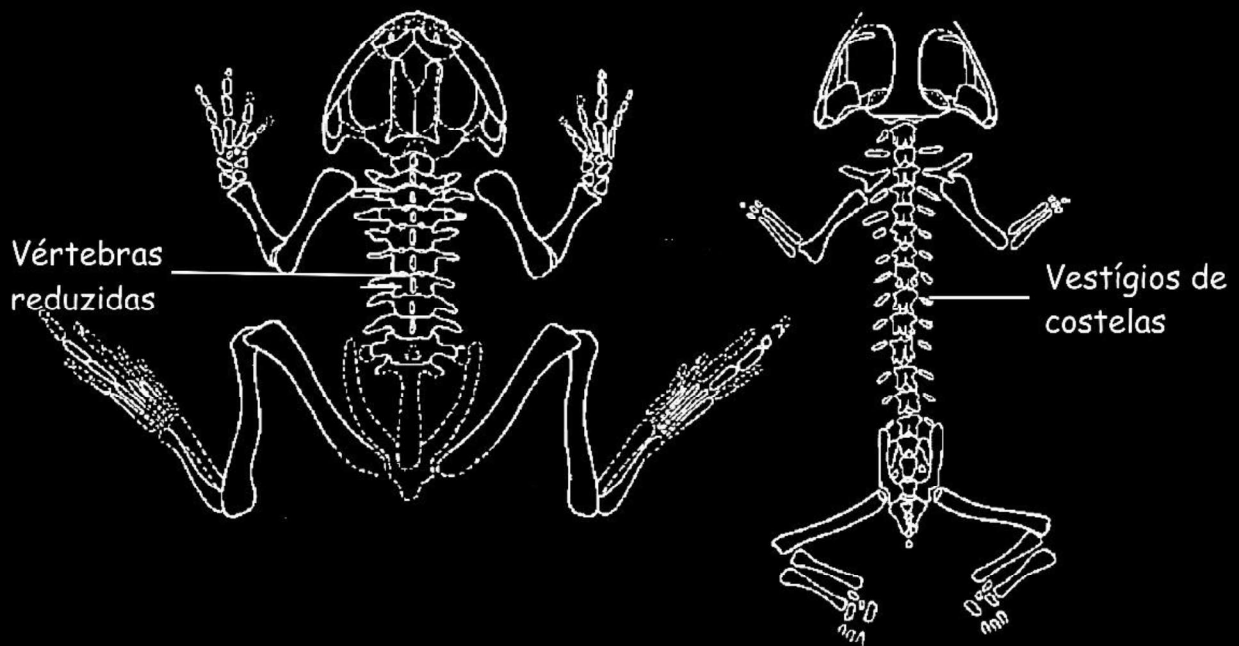
- Zona de subducção
- Zona de propagação
- Cinturão de dobra
- Bloco continental

66

Anura

170 Ma

- Esqueleto e músculos modificados favorecendo o salto



67

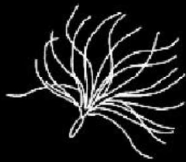
Aves

155 Ma

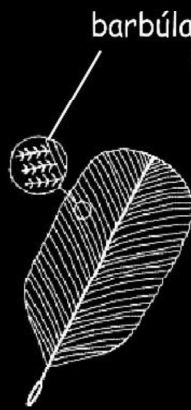
- Membros anteriores como asas
- Penas especializadas para o voo



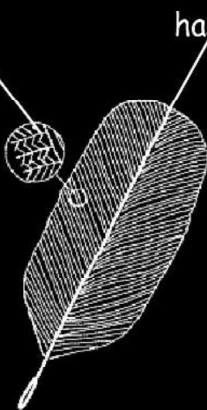
Fibra oca
não ramificada



pena de
penugem



barbúla



haste

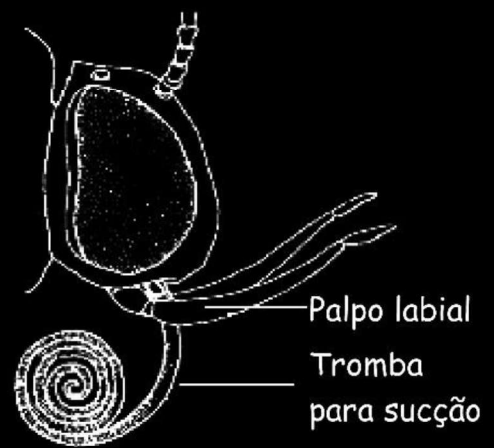
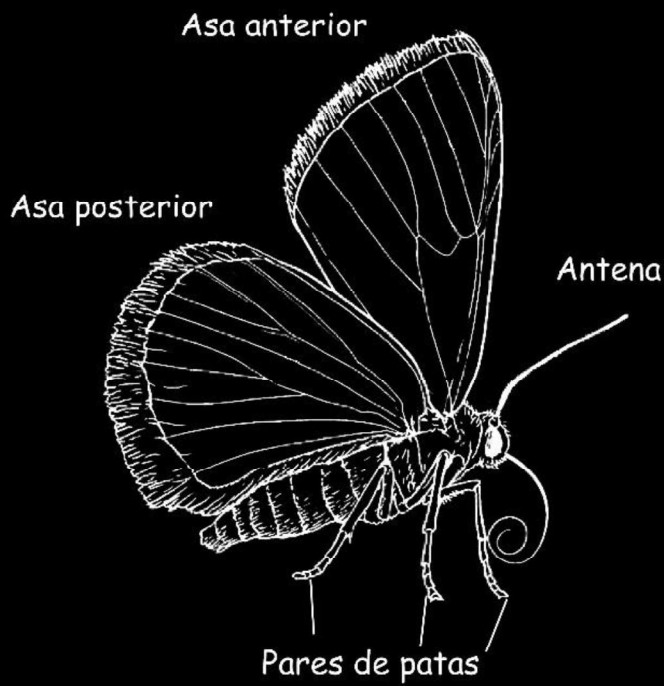
pena de voo com
palhetas assimétricas

68

Lepdópteros

150 Ma

- Peças bucais sugadoras
- Asas escamosas

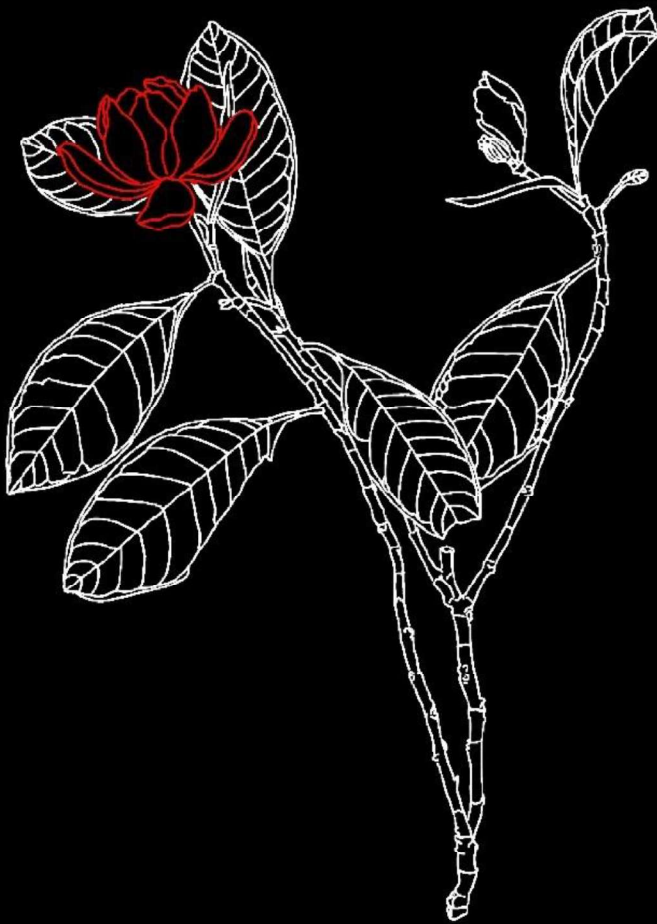


69

Angiospermas

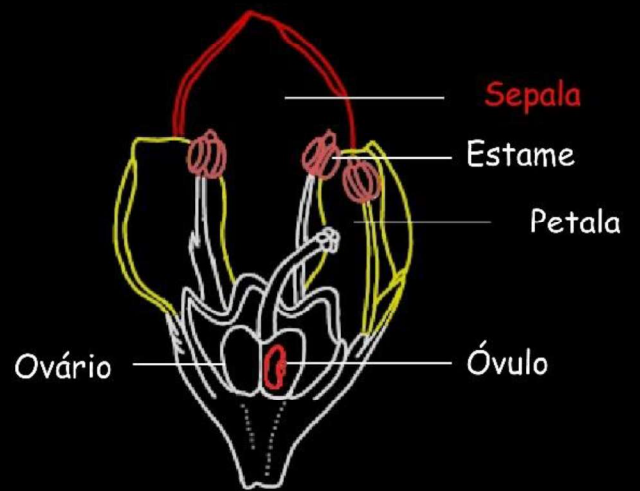
140 Ma

- Plantas com flores



Ramo

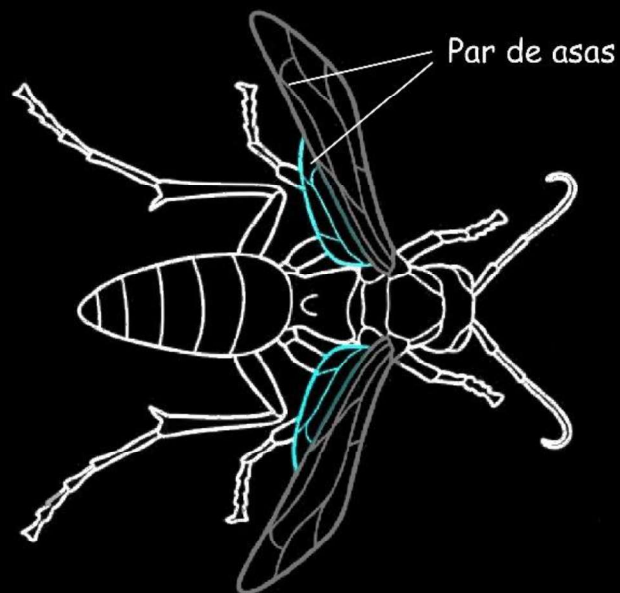
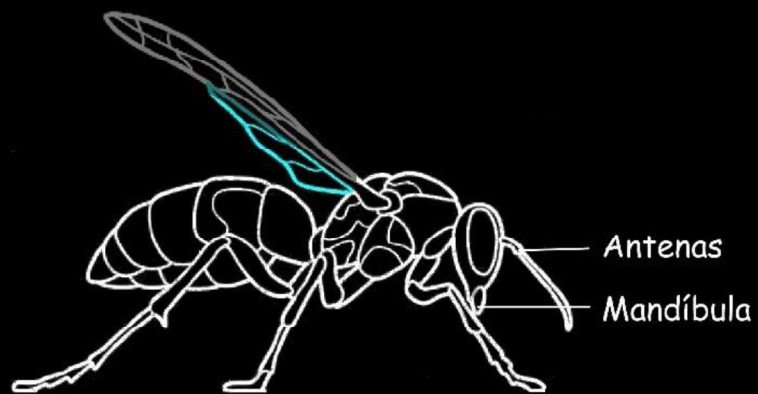
Corte vertical da flor



70 Hymenoptera

100 Ma

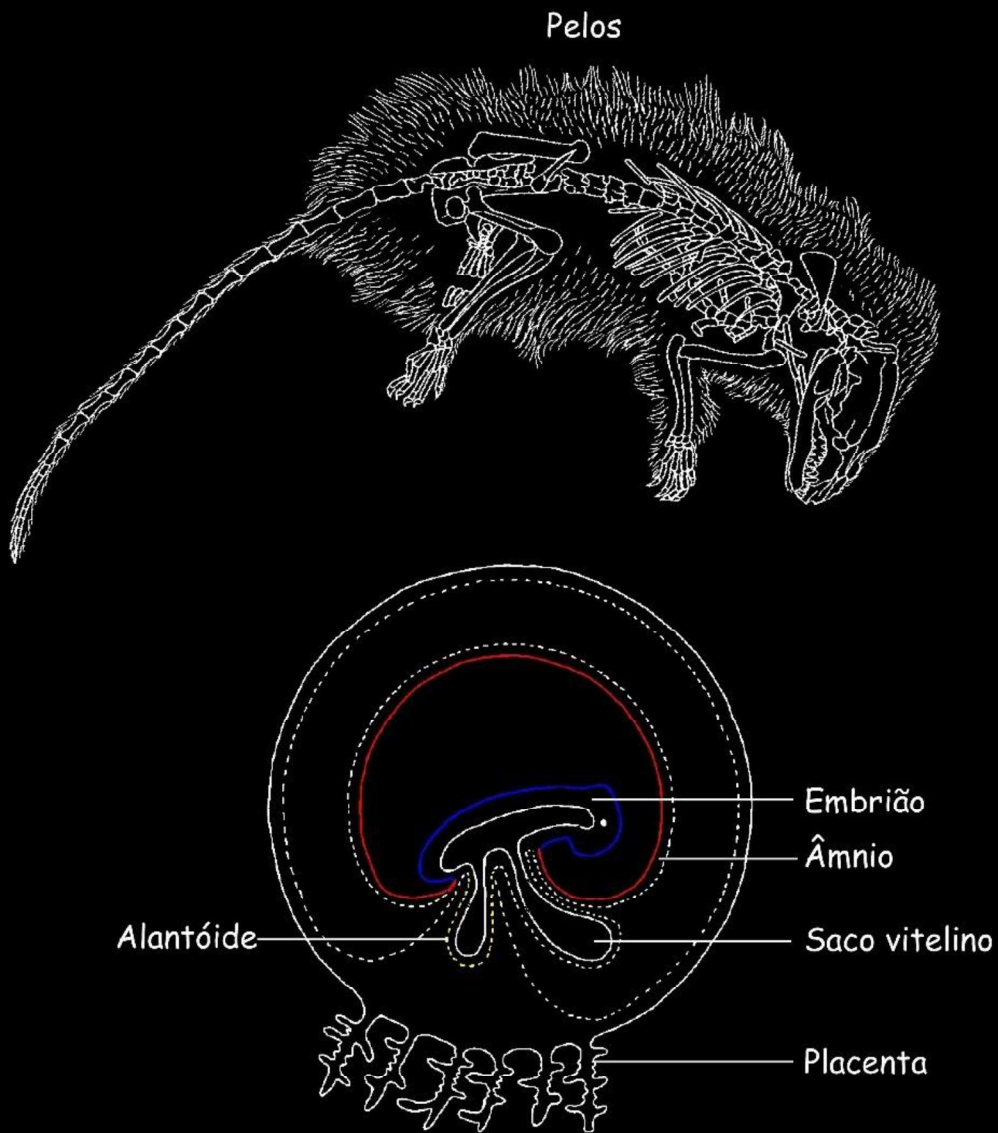
- Dois pares de asas membranosas



71 Placentalia

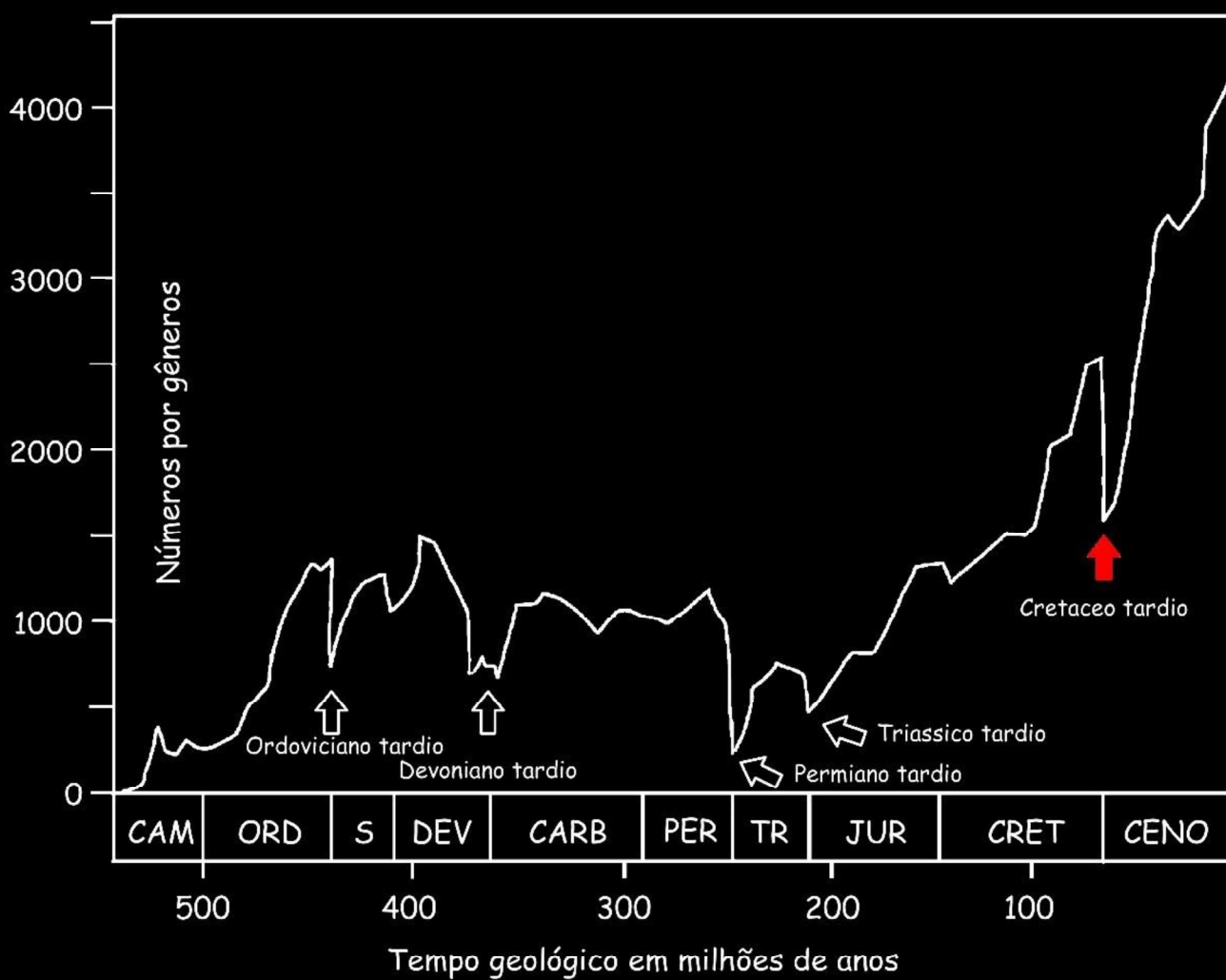
90 Ma

- O embrião se desenvolve no útero
- Nutrição pela placenta



72 Extinção em massa

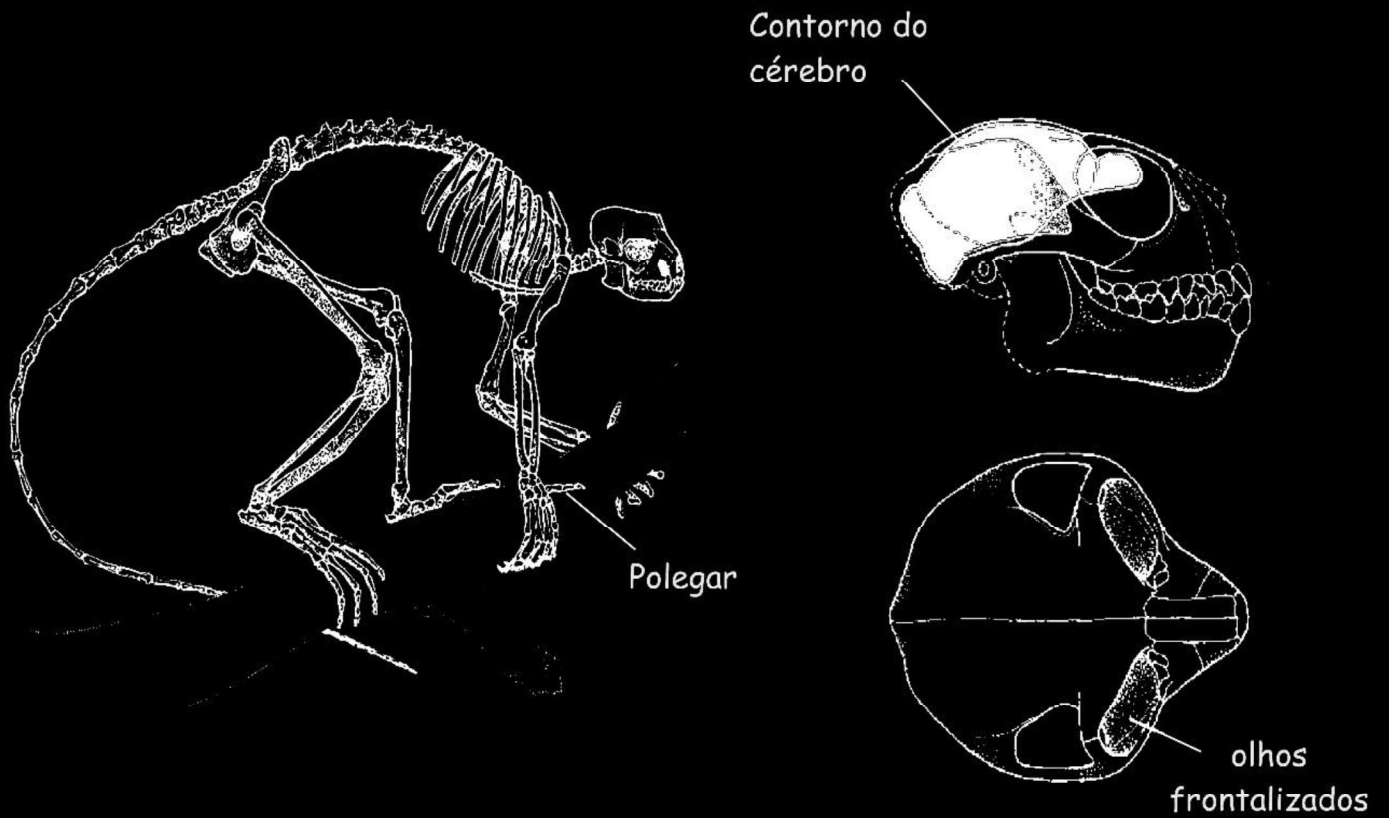
66 Ma



73 Primatas

50 Ma

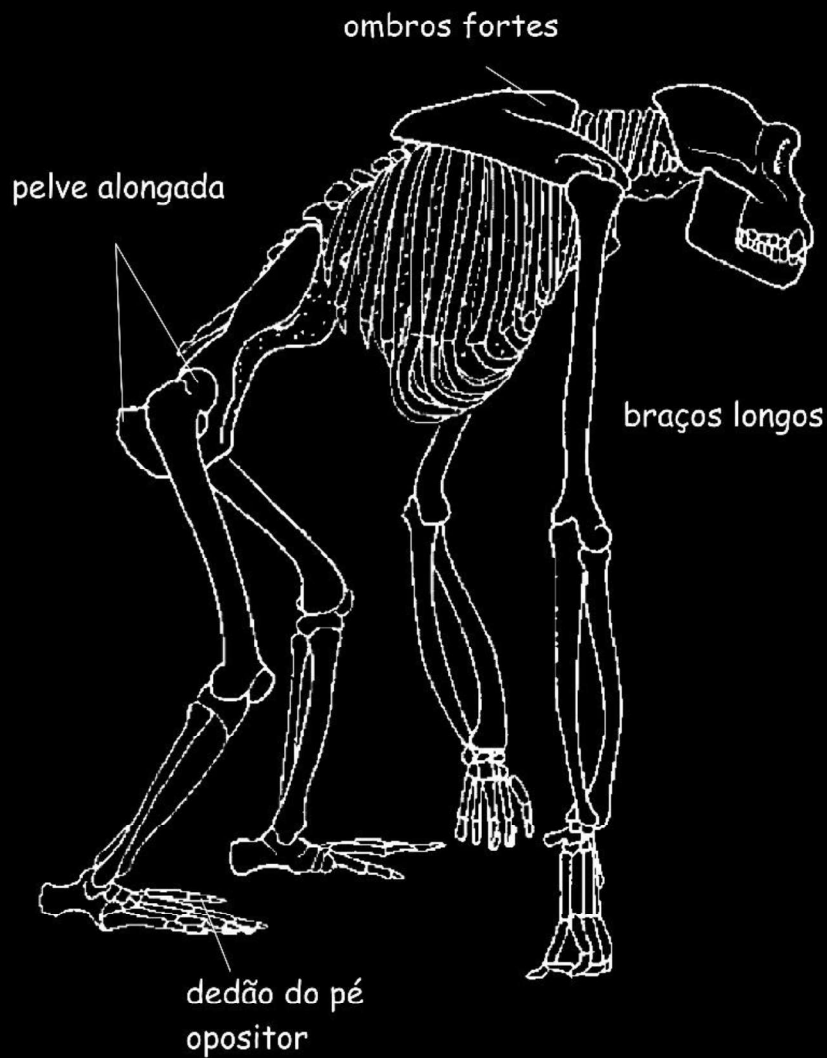
- Polegar opositor
- Cérebro ampliado
- Cuidado parental



74 Hominoidea

30 Ma

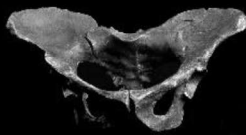
- Ausência de cauda
- Membros anteriores longos e fortes



75 Hominini

7 Ma

- Bipedismo
- Membros posteriores longos
- Cérebro ampliado



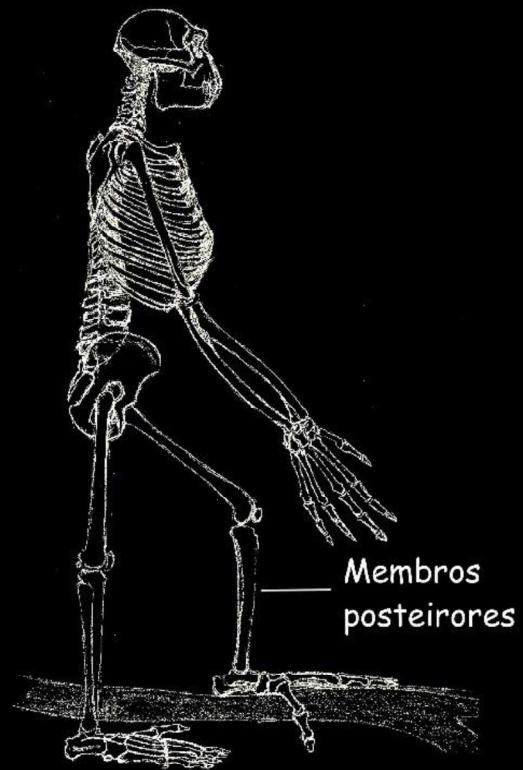
Pelve em forma de bacia



Arcada dentária em forma de U

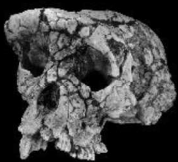


Polegar opositor maior



Membros posteriores

Evolução Hominini



sahelanthropus tchadensis



ardipithecus ramidus



Paranthropus anamensis



Paranthropus afarensis



Australopithecus africanus



Paranthropus robustus

76 Homo

2,5 Ma

- Seres humanos



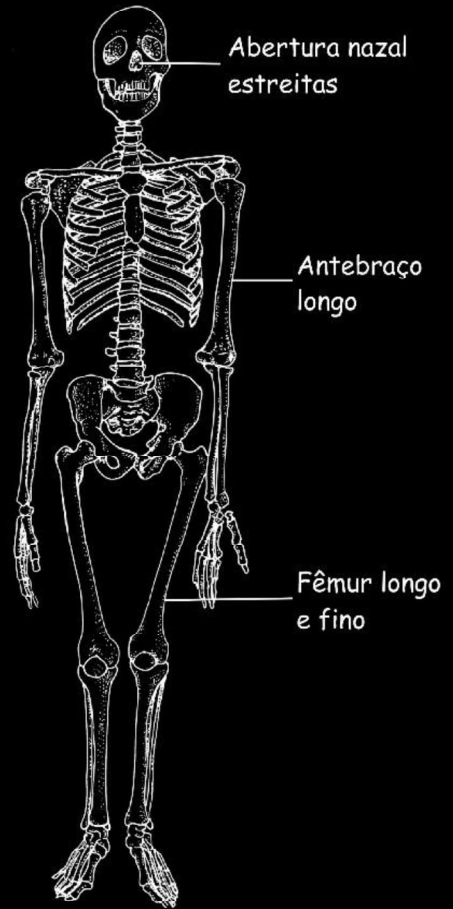
Ossos das mãos estreitos e alongados



Abóbada craniana espessa



Pé como plataforma plana



Homo Habilis



Homo Heidelbergensis



Homo Ergaster



Homo Erectus



Homo Heidelbergensis



Homo Neanderthalensis



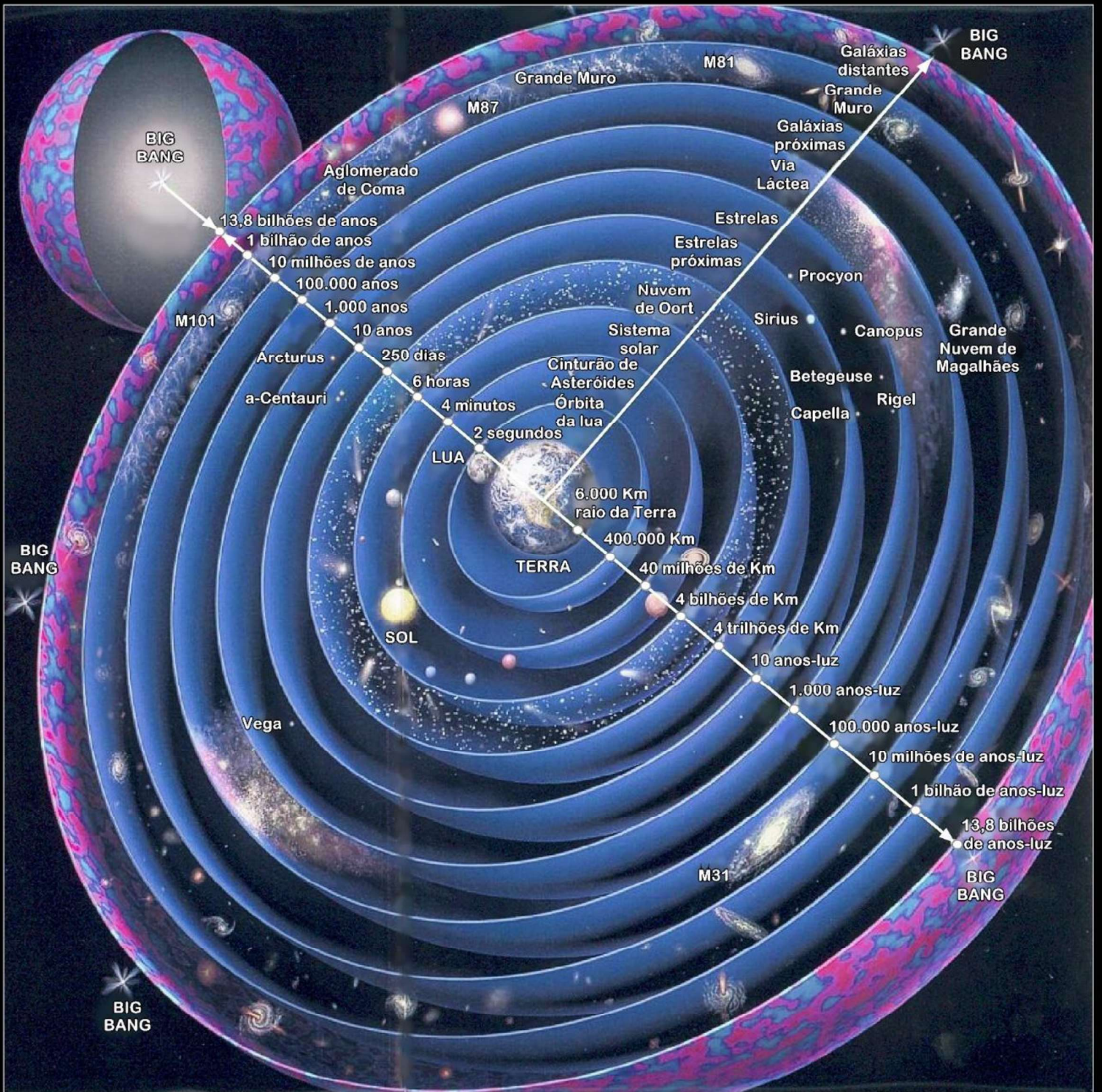
Homo Sapiens

APÊNDICE 2.
Cartões da Escala Espaço-temporal
(potências de 10)



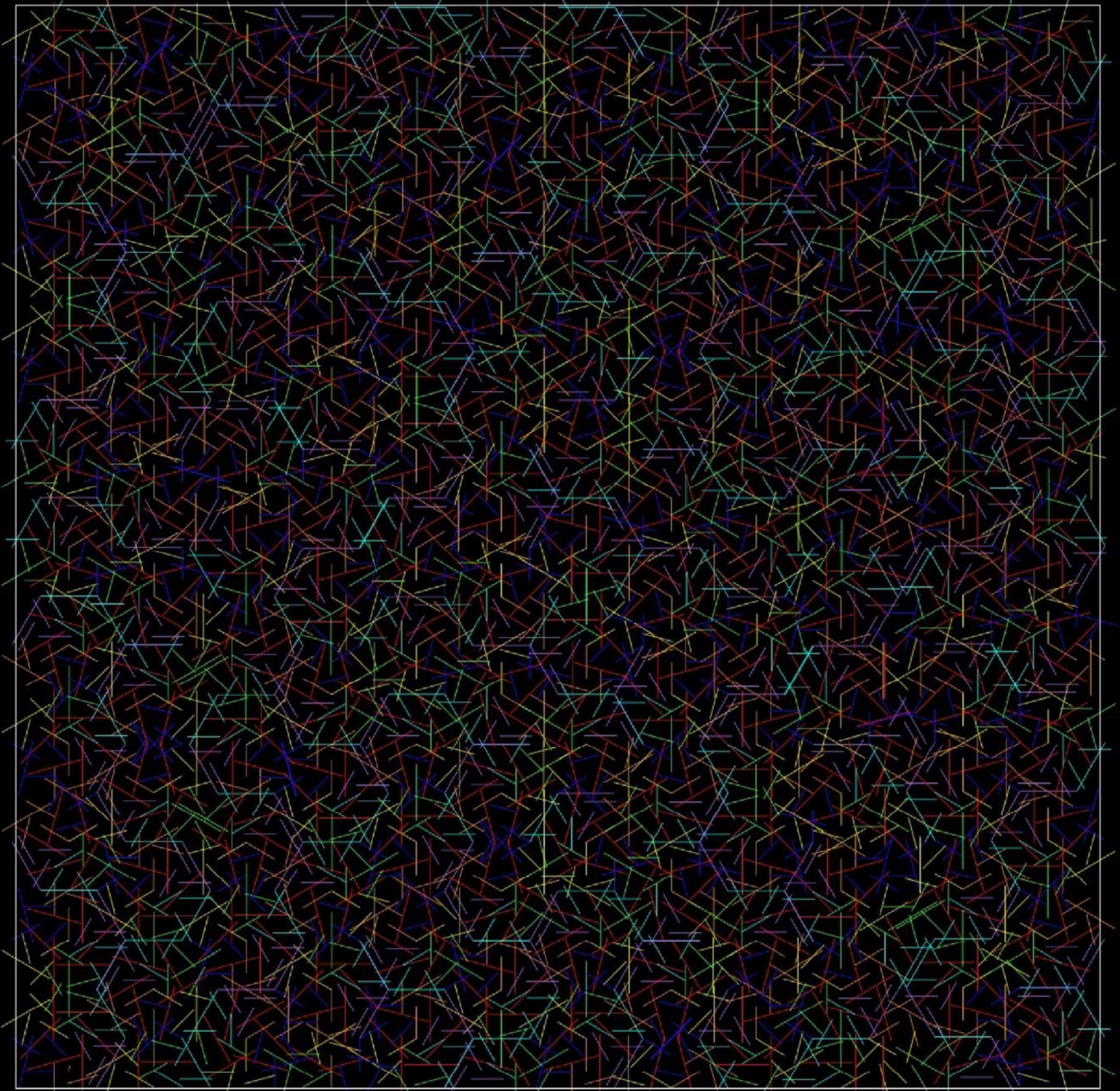
Micro

Macro



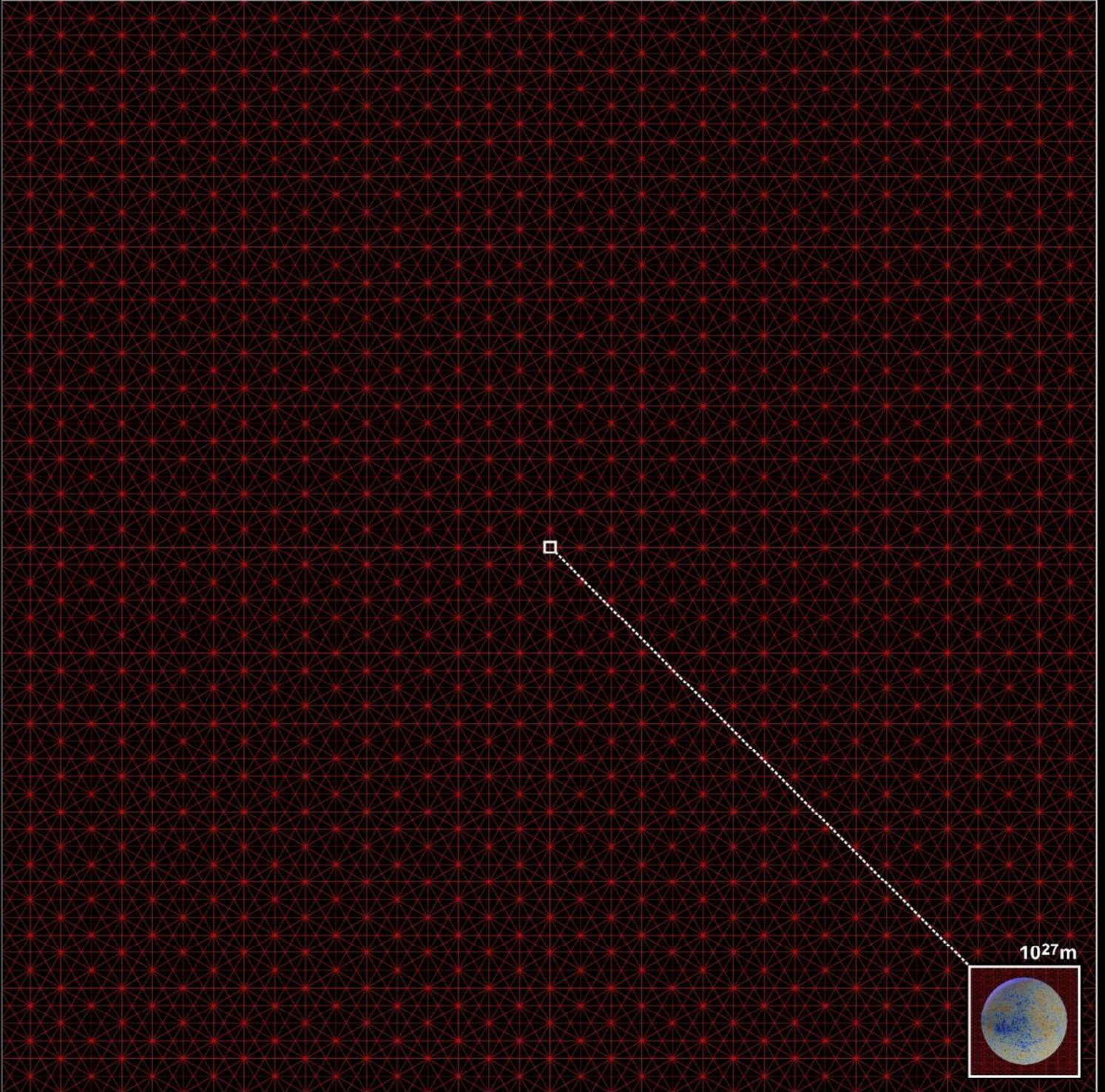
SER

infinito



TODO

finito ? ilimitado ?



MACRO

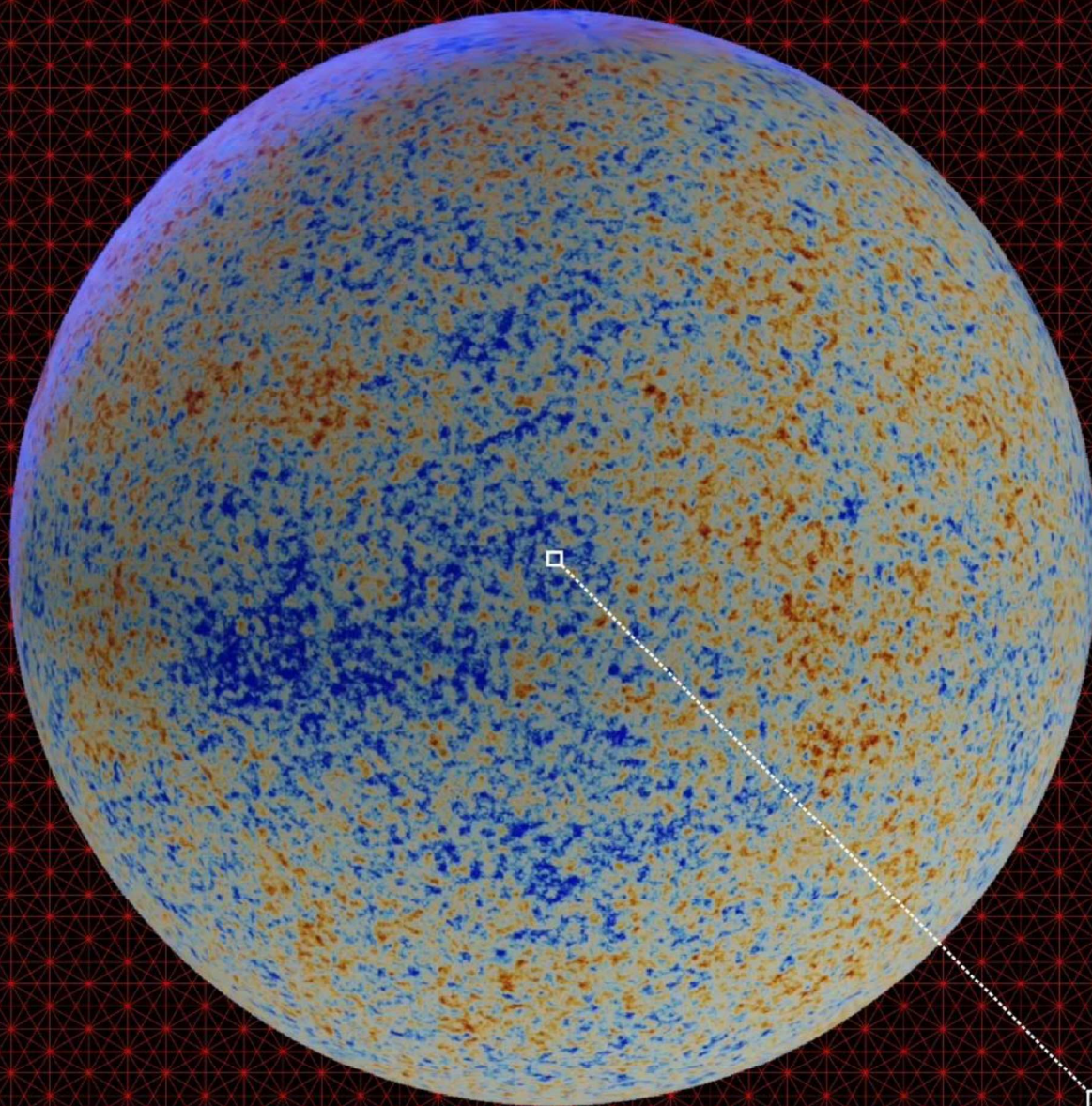
$10^{27}m$

13,8 Gly

TEIA CÔSMICA

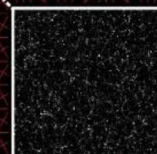
Universo Observável

$8,9 \times 10^{26}m$ ~ 93,2 bilhões de anos-luz



$10^{25}m$

Radiação Cômica de Fundo

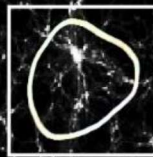


TEIA CÓSMICA

10²⁵m

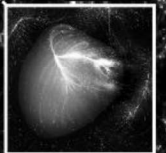
1Gly

Superaglomerados:	10 milhões	(10 ⁷)
- Galáxias:	350 bilhões	(3,5x10 ¹¹)
- Galáxias-anãs:	7 trilhões	(7x10 ¹²)
Total de Estrelas:	30 sextilhões	(3x10 ²²)



Laniakea

Superaglomerado onde está a Via Láctea

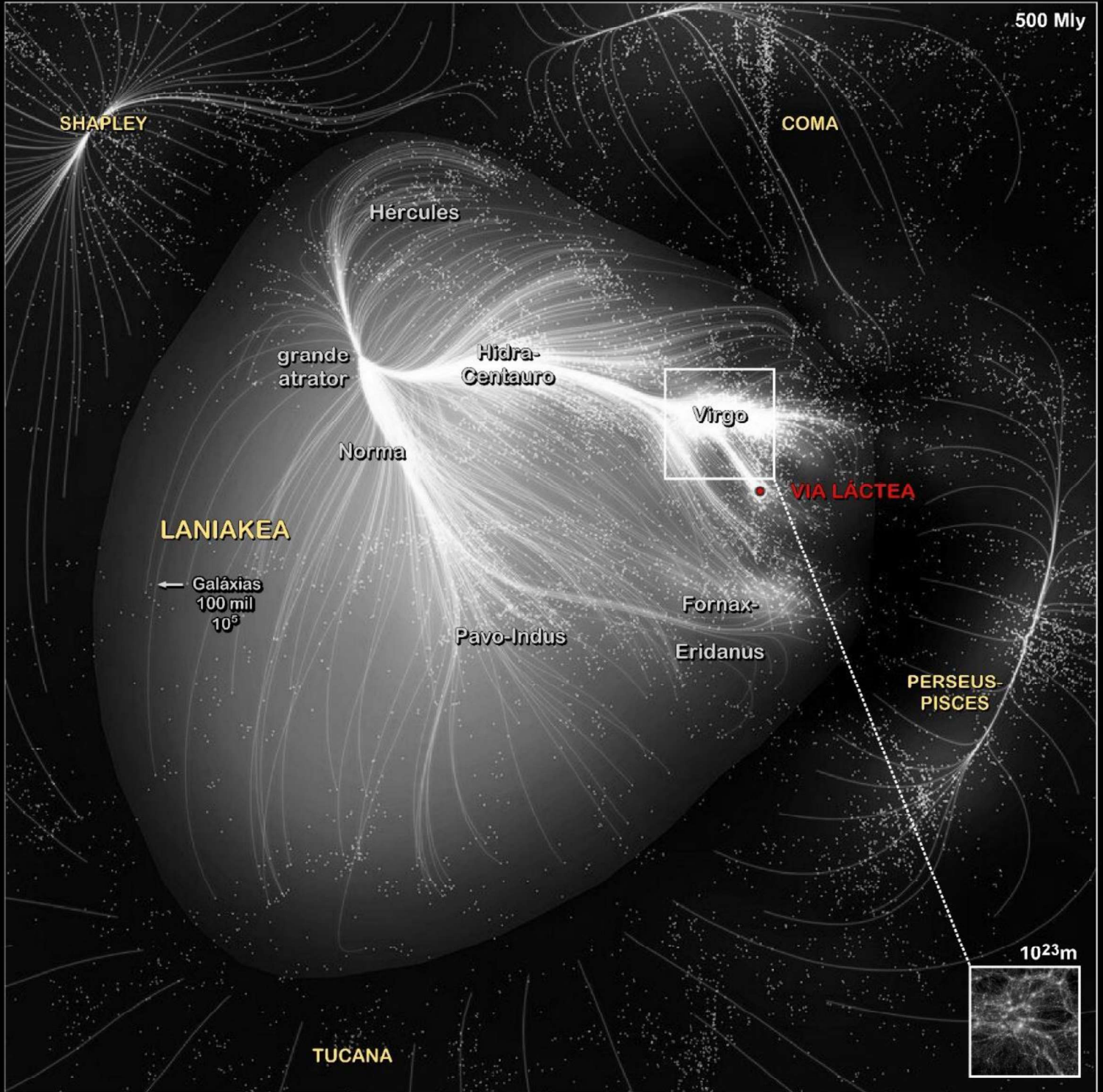


10²⁴m

SUPERAGLOMERADOS DE GALÁXIAS

10²⁴m

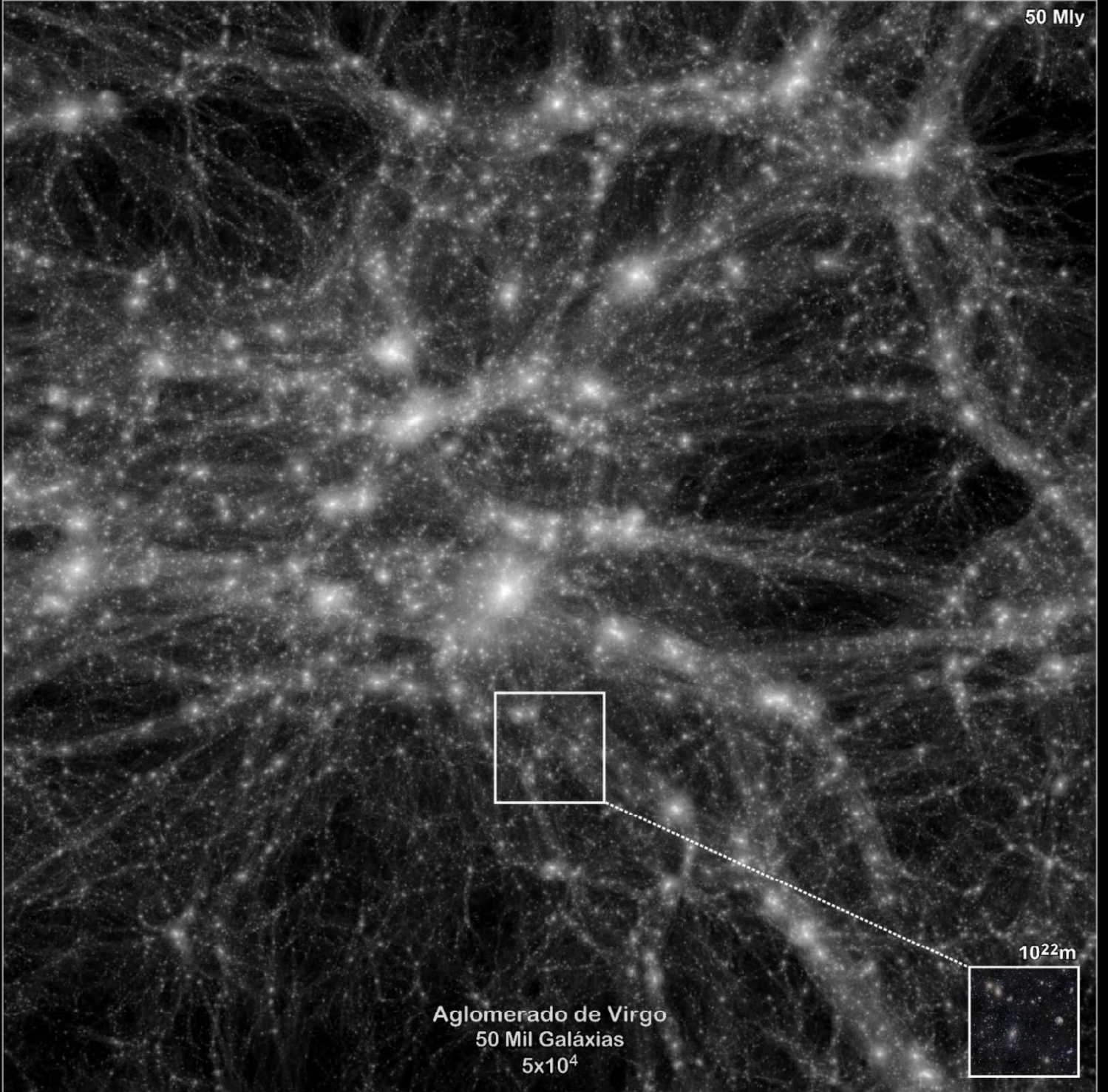
500 Mly



AGLOMERADOS DE GALÁXIAS

$10^{23}m$

50 Mly



Aglomerado de Virgo
50 Mil Galáxias
 5×10^4

$10^{22}m$



GRUPO DE GALÁXIAS

10²²m

5 Mly



GALÁXIAS

$10^{21}m$

500 kly

Quantidade de Estrelas:	300 bilhões $\sim 3 \times 10^{11}$
- Sistemas Planetários:	30 bilhões $\sim 3 \times 10^{10}$
- Planetas Habitáveis:	3 bilhões $\sim 3 \times 10^9$
- Planetas como a Terra:	3 milhões $\sim 3 \times 10^6$

Galáxia Fantasma - M74
Constelação de Peixes

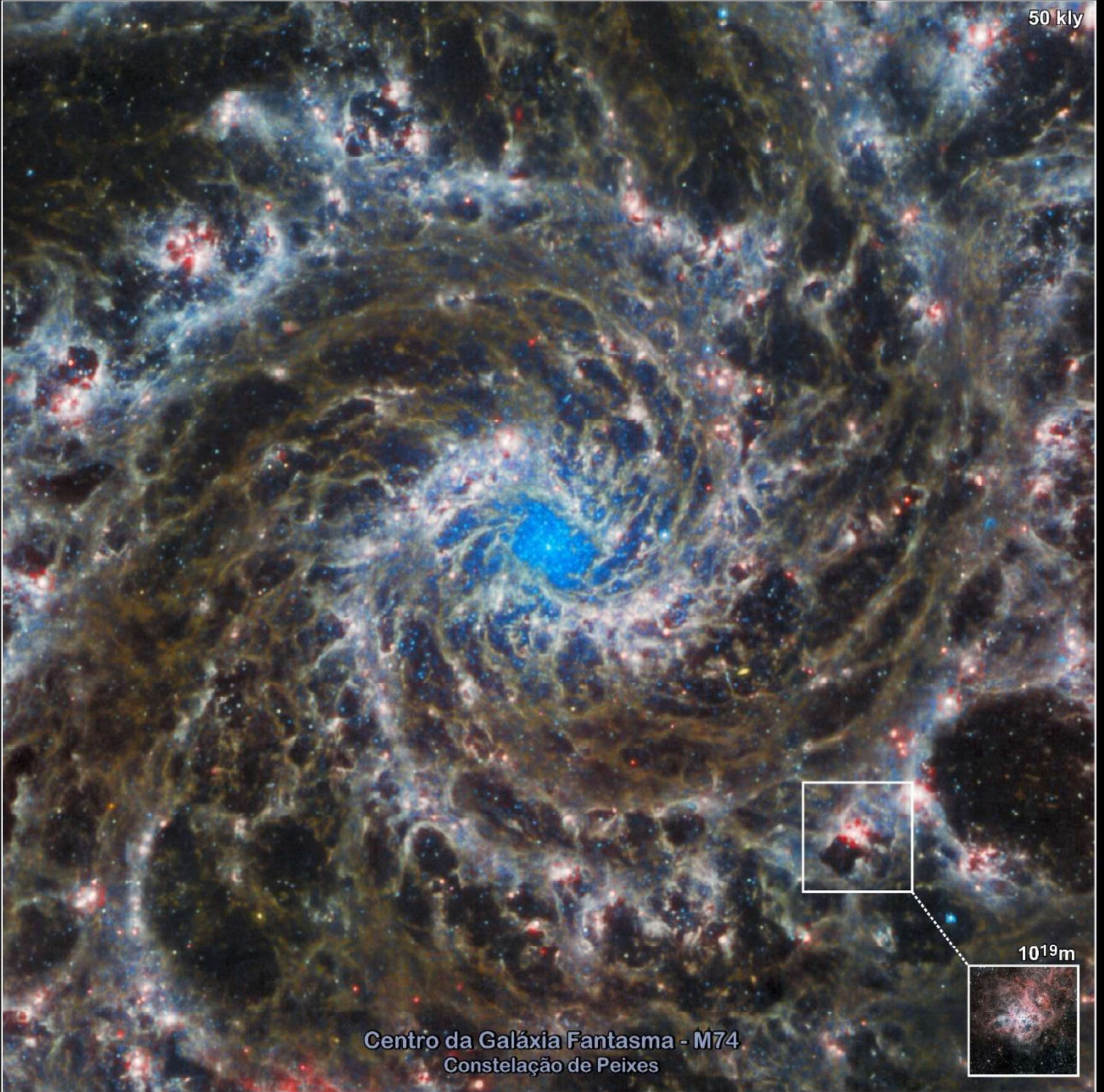
$10^{20}m$



BRAÇOS GALÁTICOS

10^{20} m

50 kly



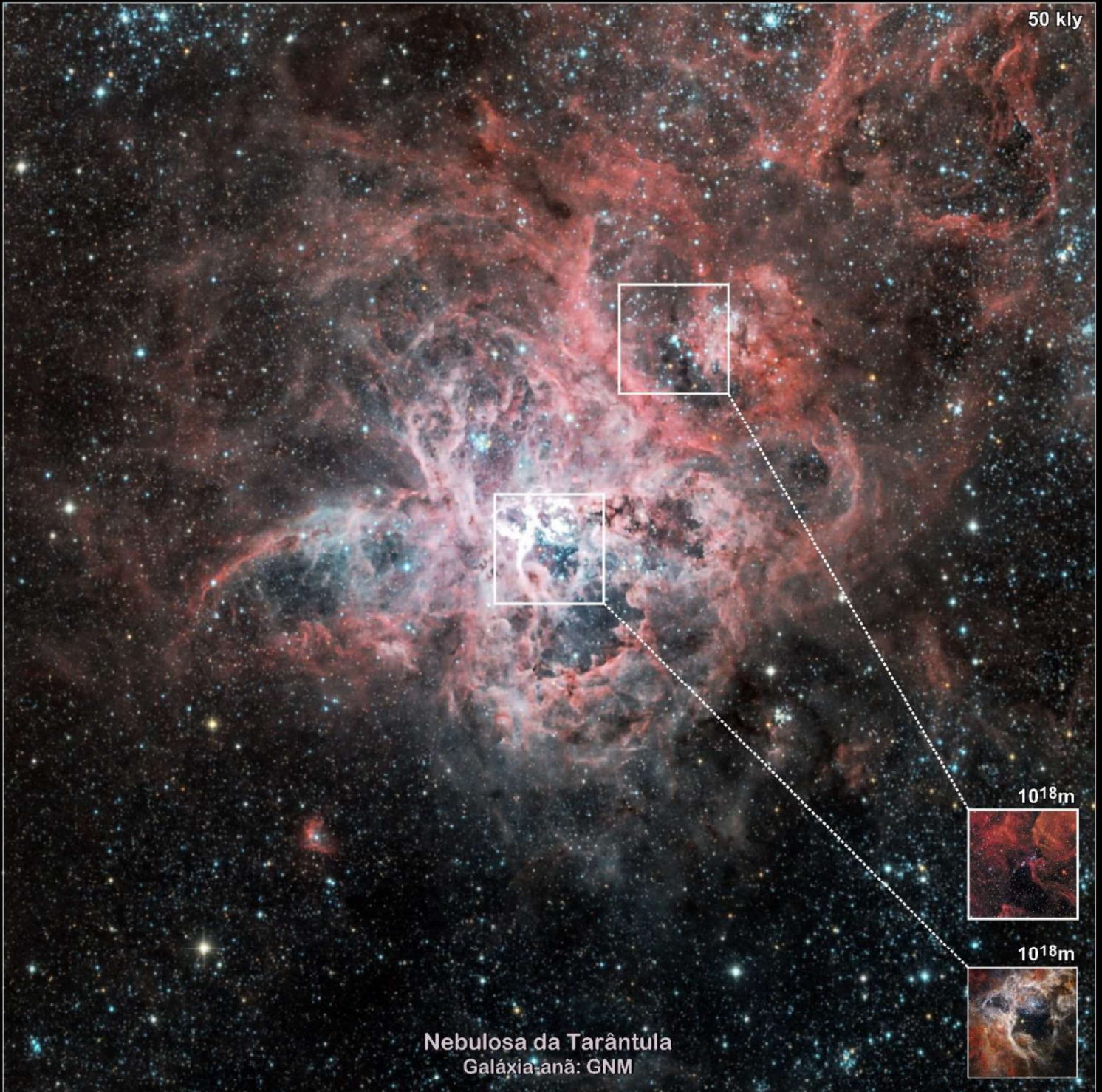
Centro da Galáxia Fantasma - M74
Constelação de Peixes

10^{19} m

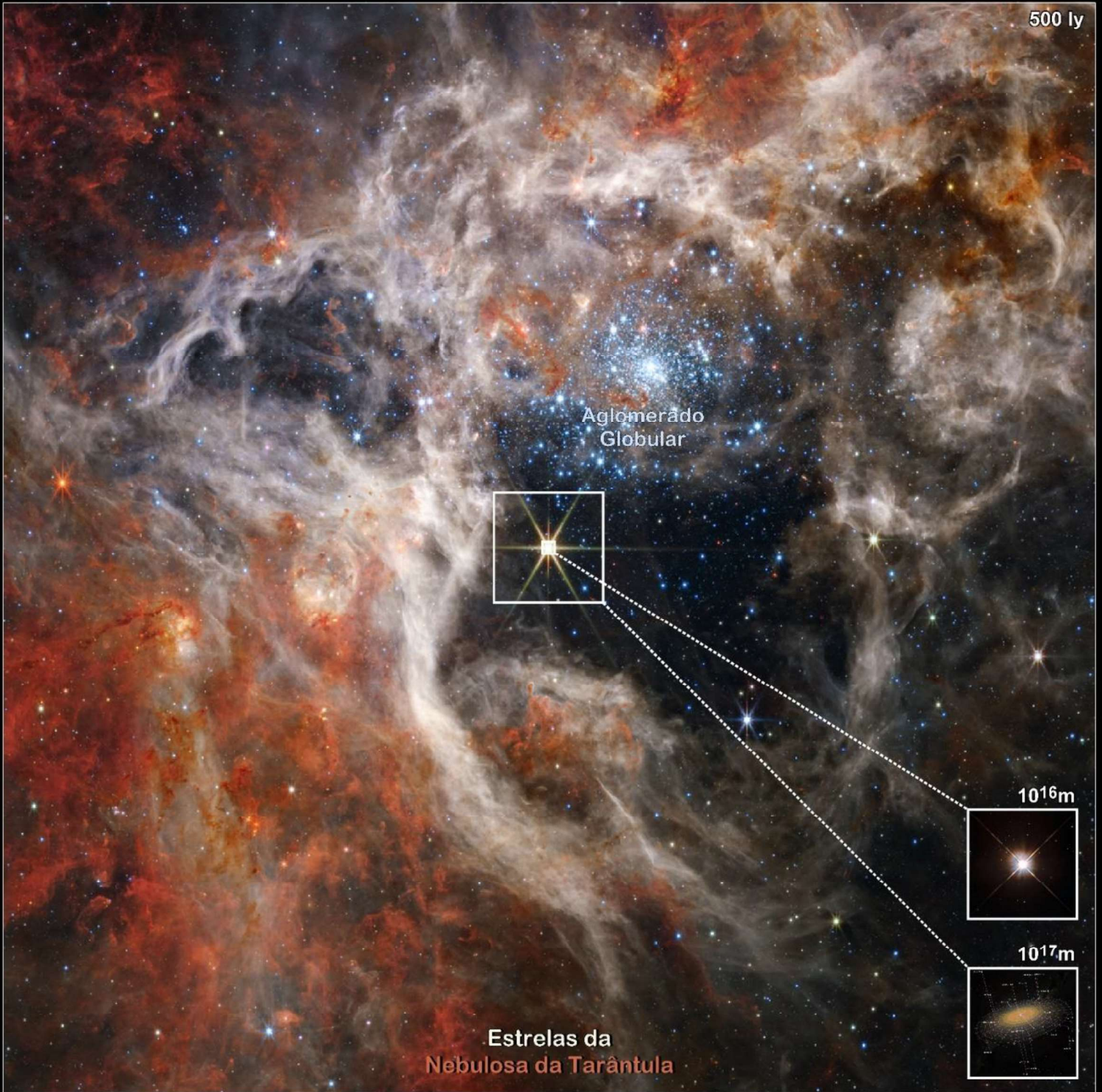
NEBULOSA

10^{19}m

50 kly



Nebulosa da Tarântula
Galáxia-anã: GNM

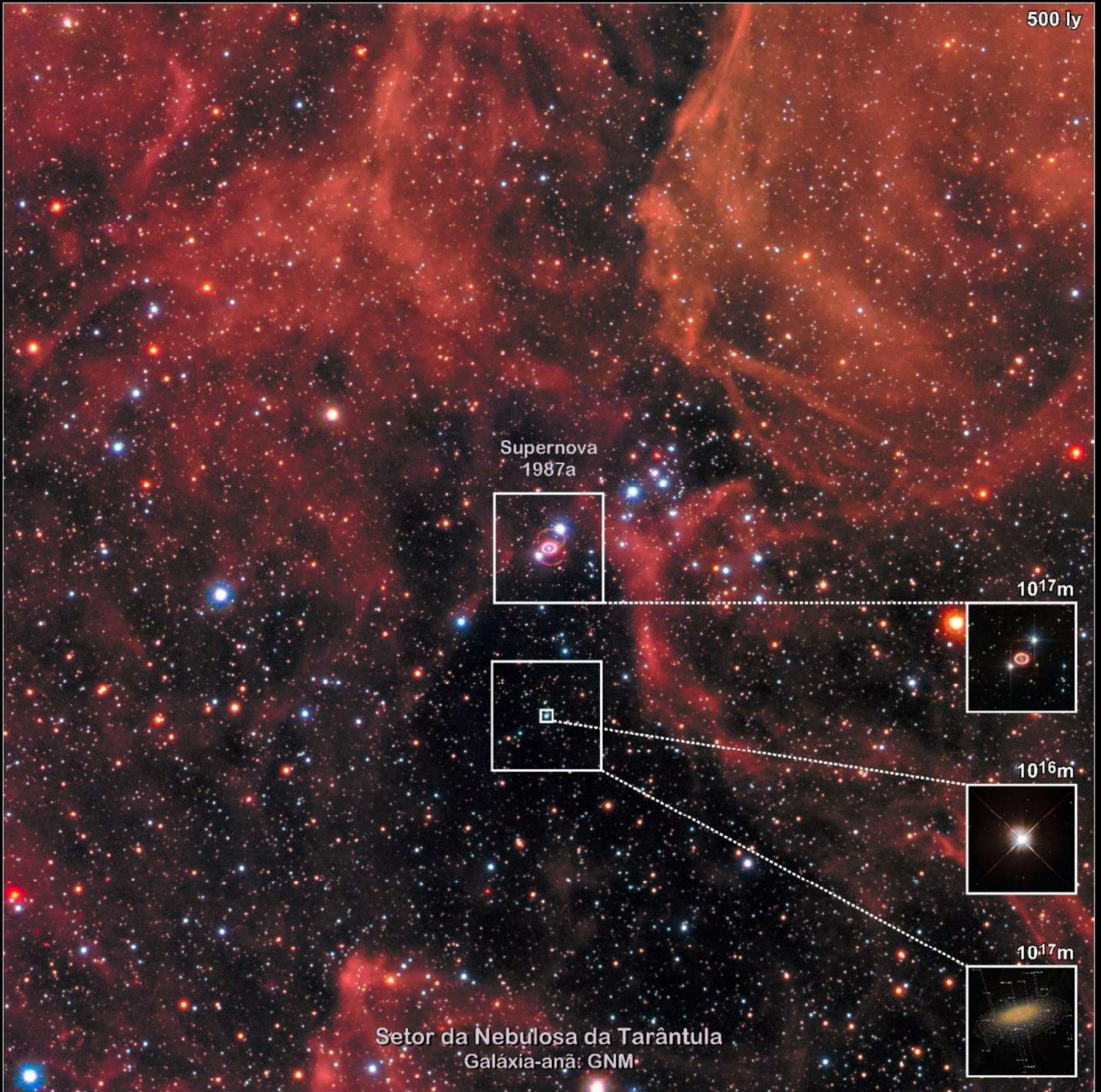


Aglomerado
Globular

Estrelas da
Nebulosa da Tarântula

$10^{16}m$

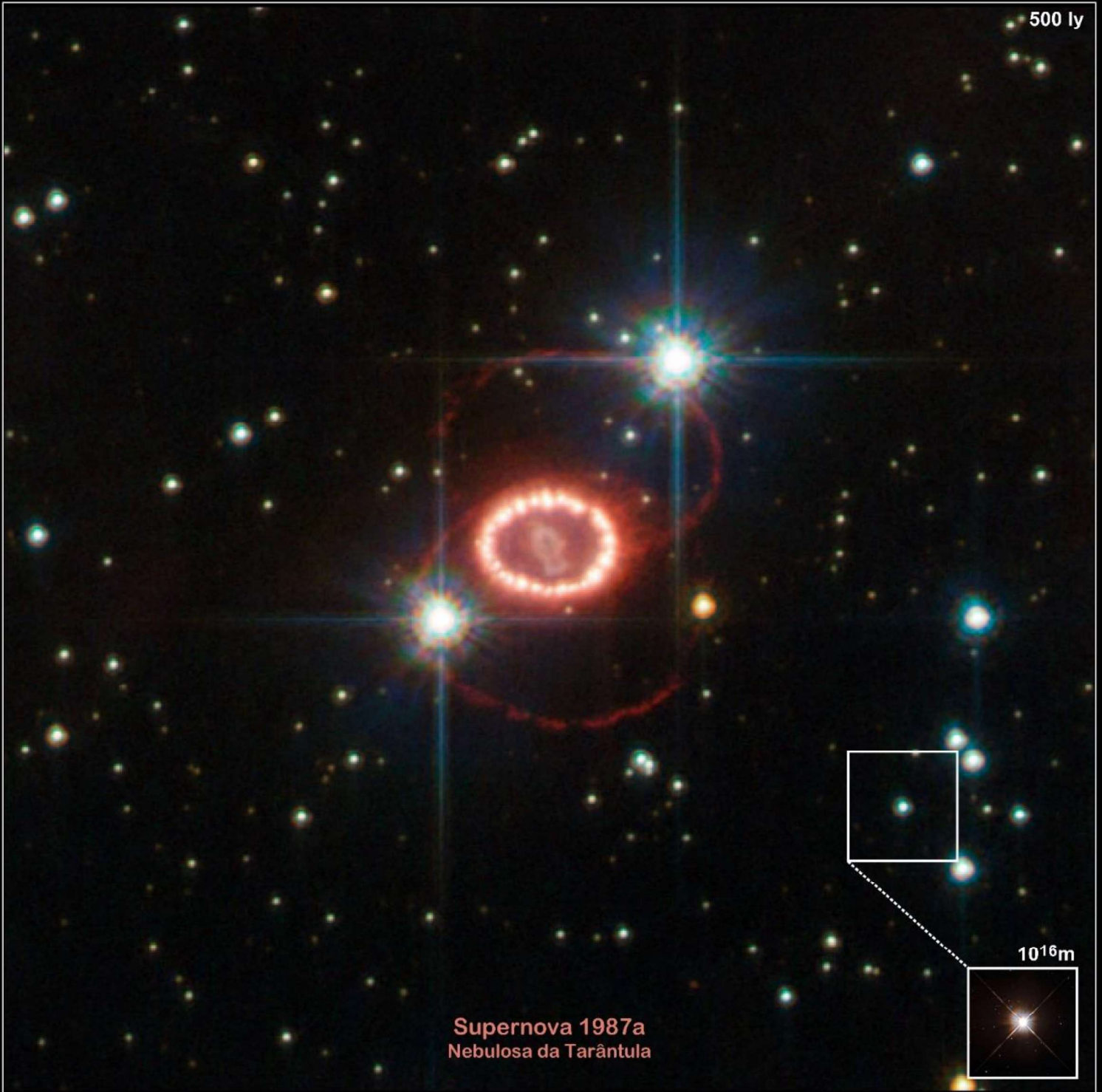
$10^{17}m$



GRUPO DE ESTRELAS

$10^{17}m$

500 ly



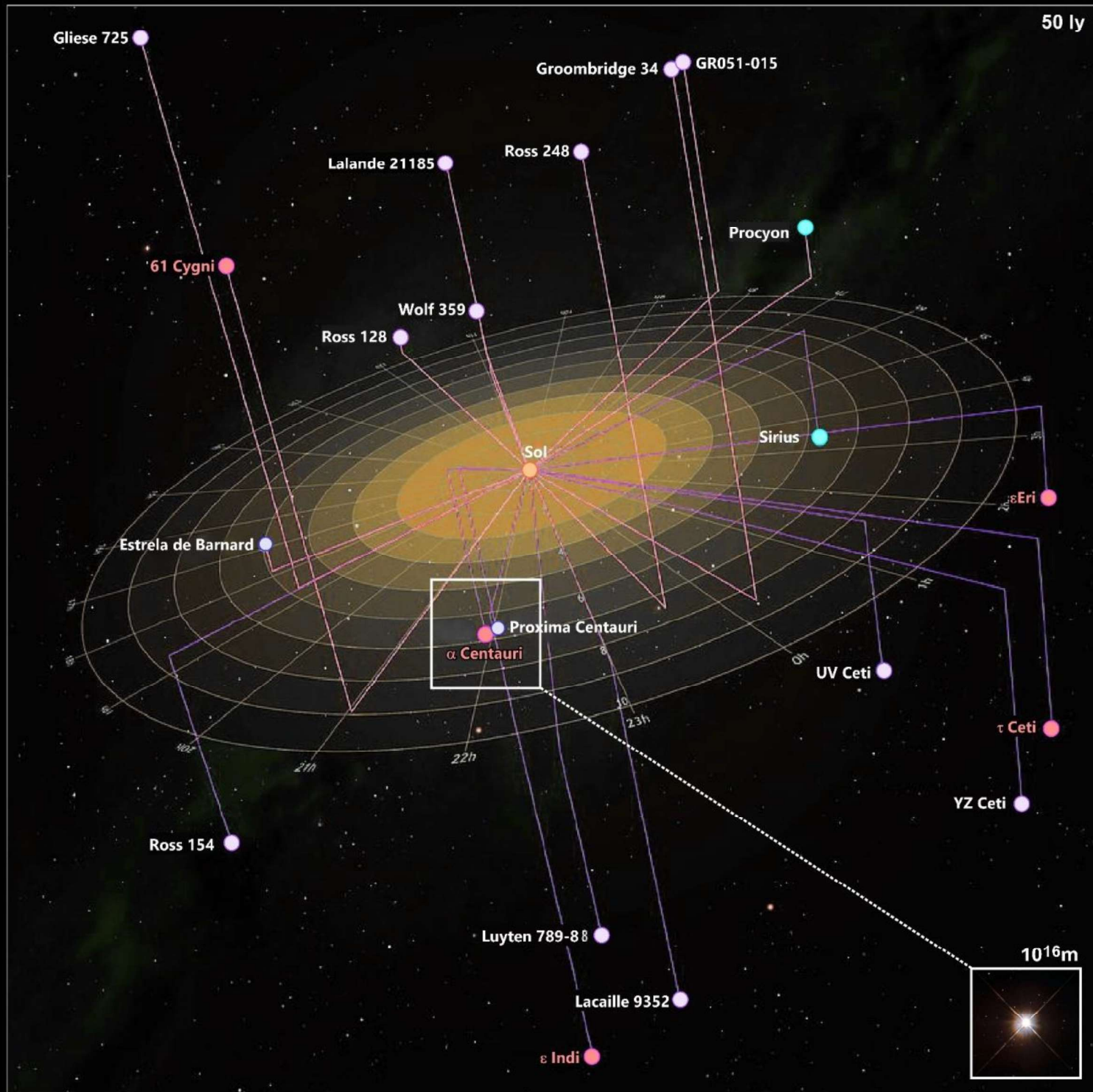
Supernova 1987a
Nebulosa da Tarântula

$10^{16}m$

GRUPO LOCAL DE ESTRELAS

10¹⁷m

50 ly



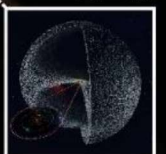
ESTRELAS

$10^{16}m$

5 ly



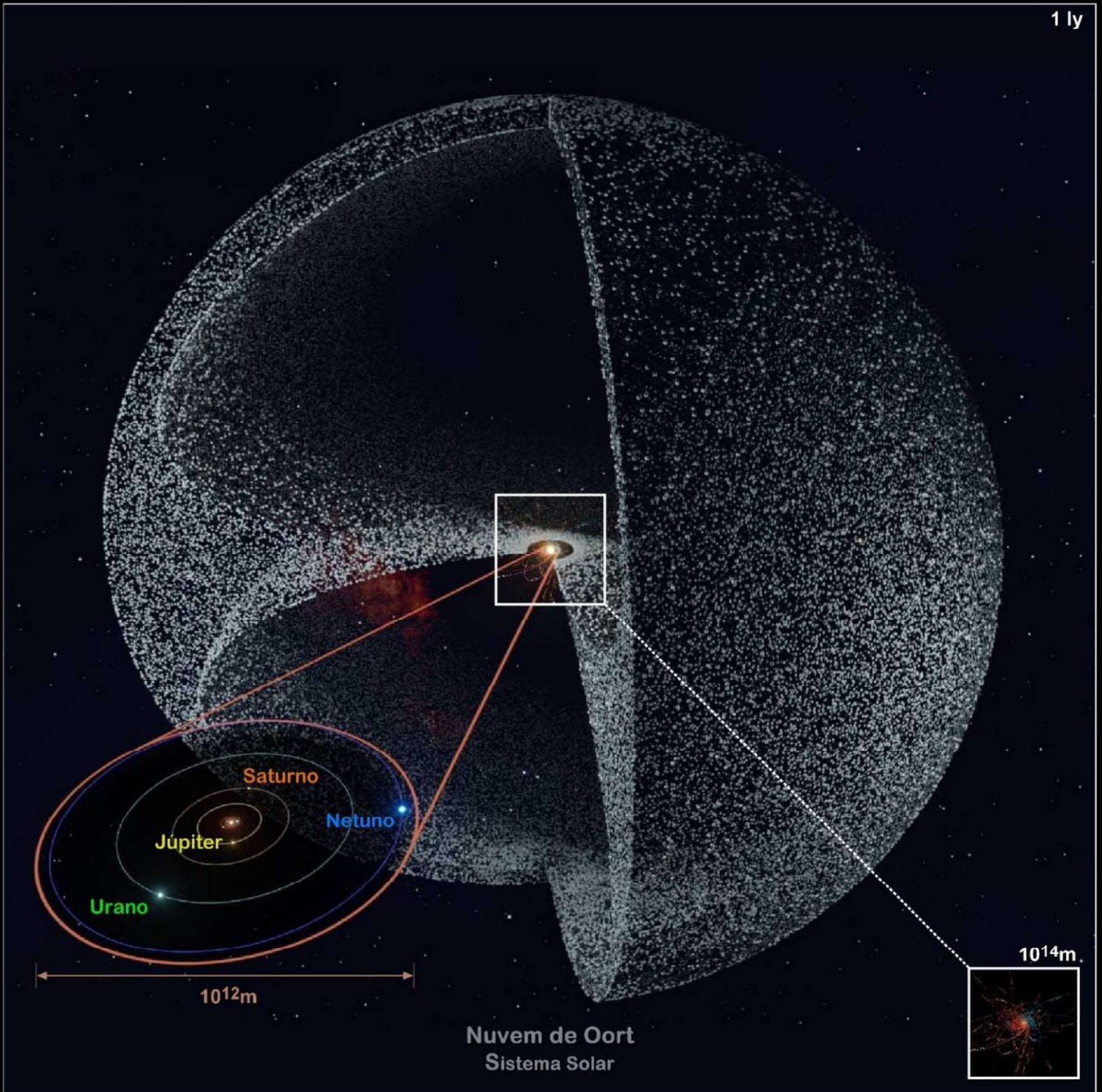
α - Centauri
Distância do Sol: 4,2 ly



SISTEMA PLANETÁRIO

$10^{15}m$

1 ly



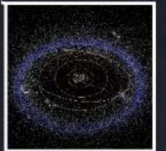
DISCO PROTOESTELAR

$10^{13}m$

1 ld
173 AU



$10^{12}m$



$10^{12}m$



$10^{12}m$

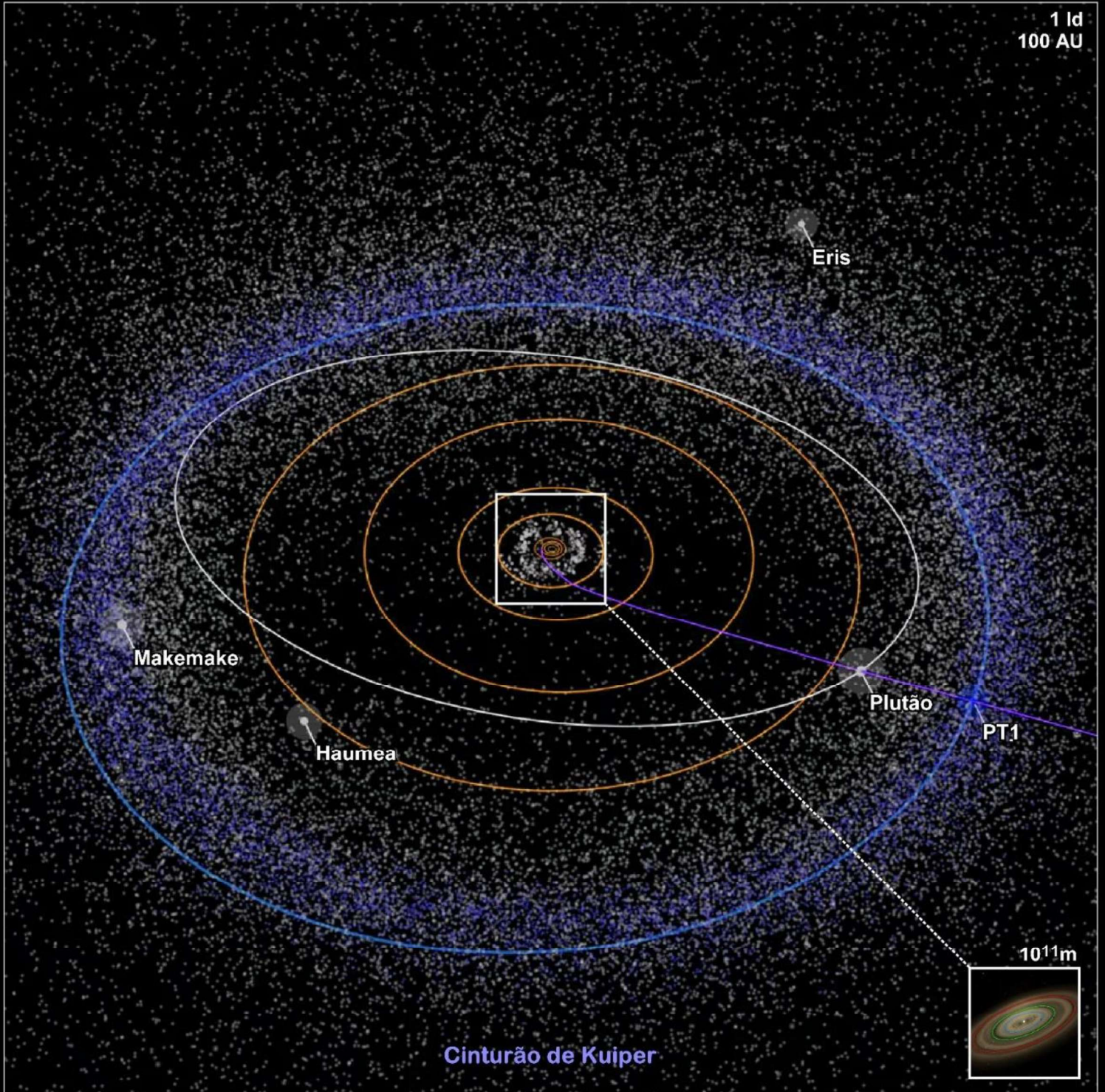


Disco Protoestelar:
Orion 294-606

CINTURÃO DE ASTEROIDES

10¹²m

1 Id
100 AU

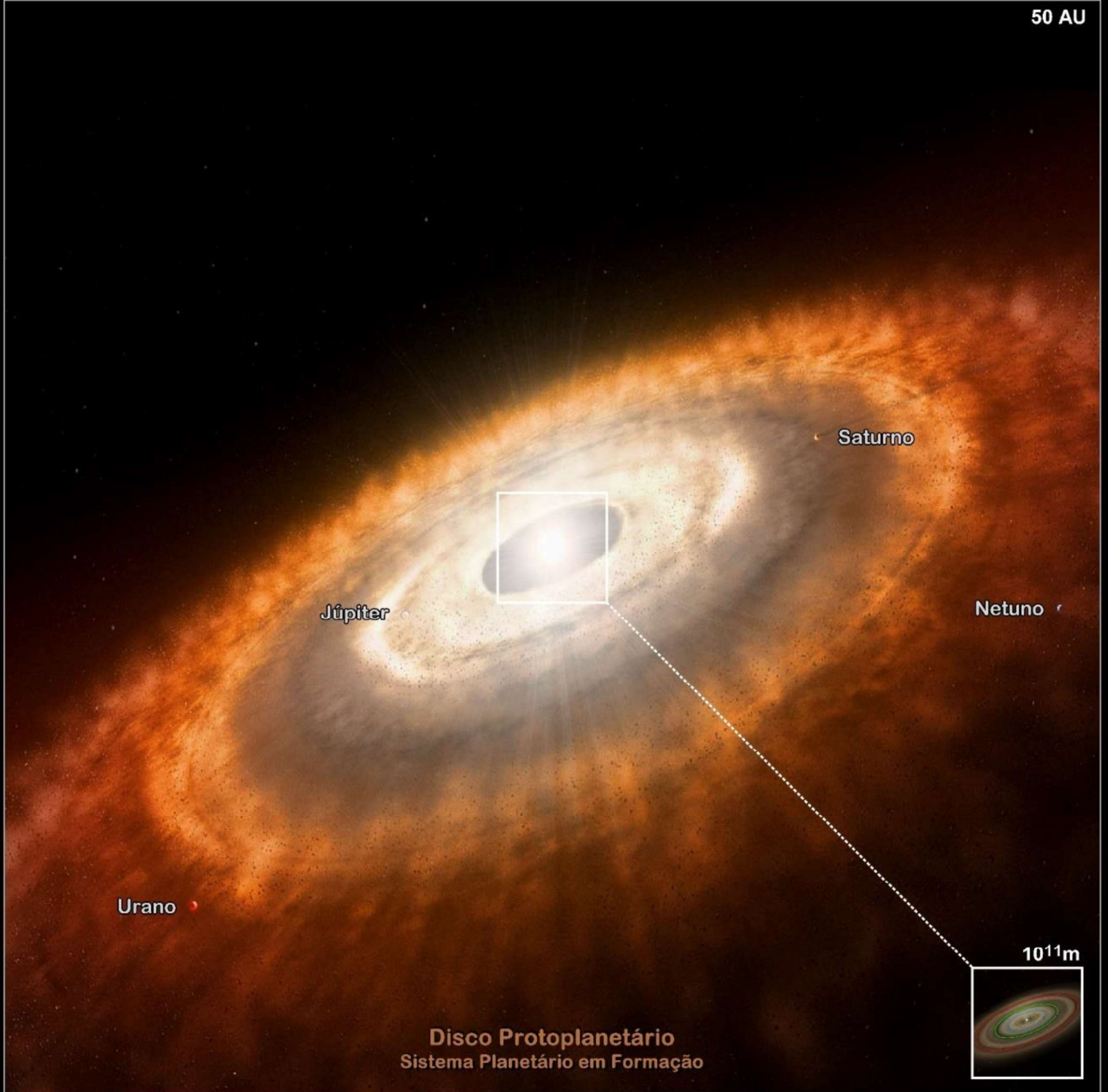


Cinturão de Kuiper

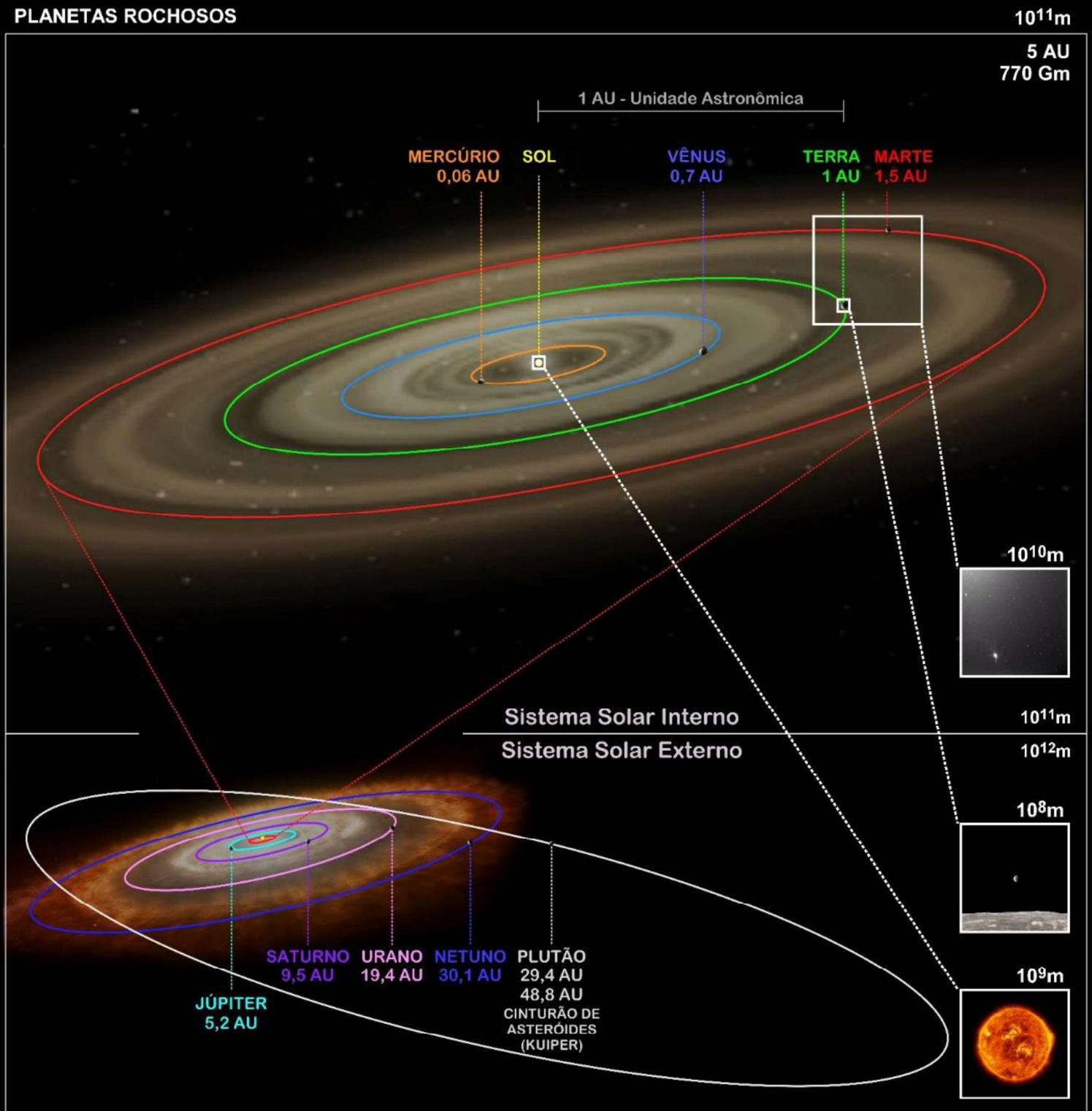
PLANETAS GASOSOS

$10^{12}m$

50 AU



PLANETAS ROCHOSOS



PLANETAS ROCHOSOS: ZONA HABITÁVEL

10¹⁰m

50 Gm

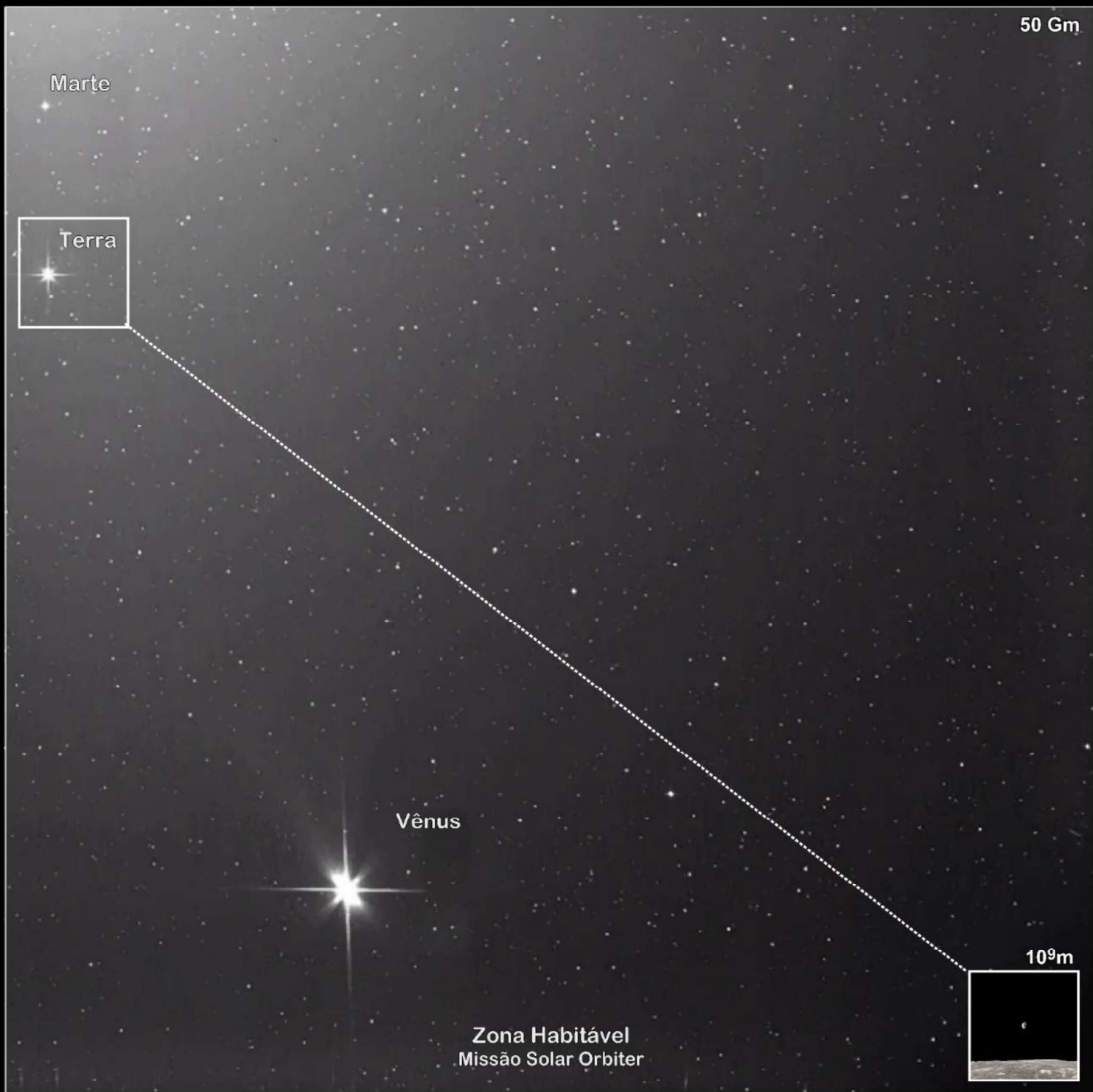
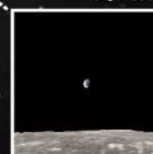
Marte

Terra

Vênus

10⁹m

Zona Habitável
Missão Solar Orbiter

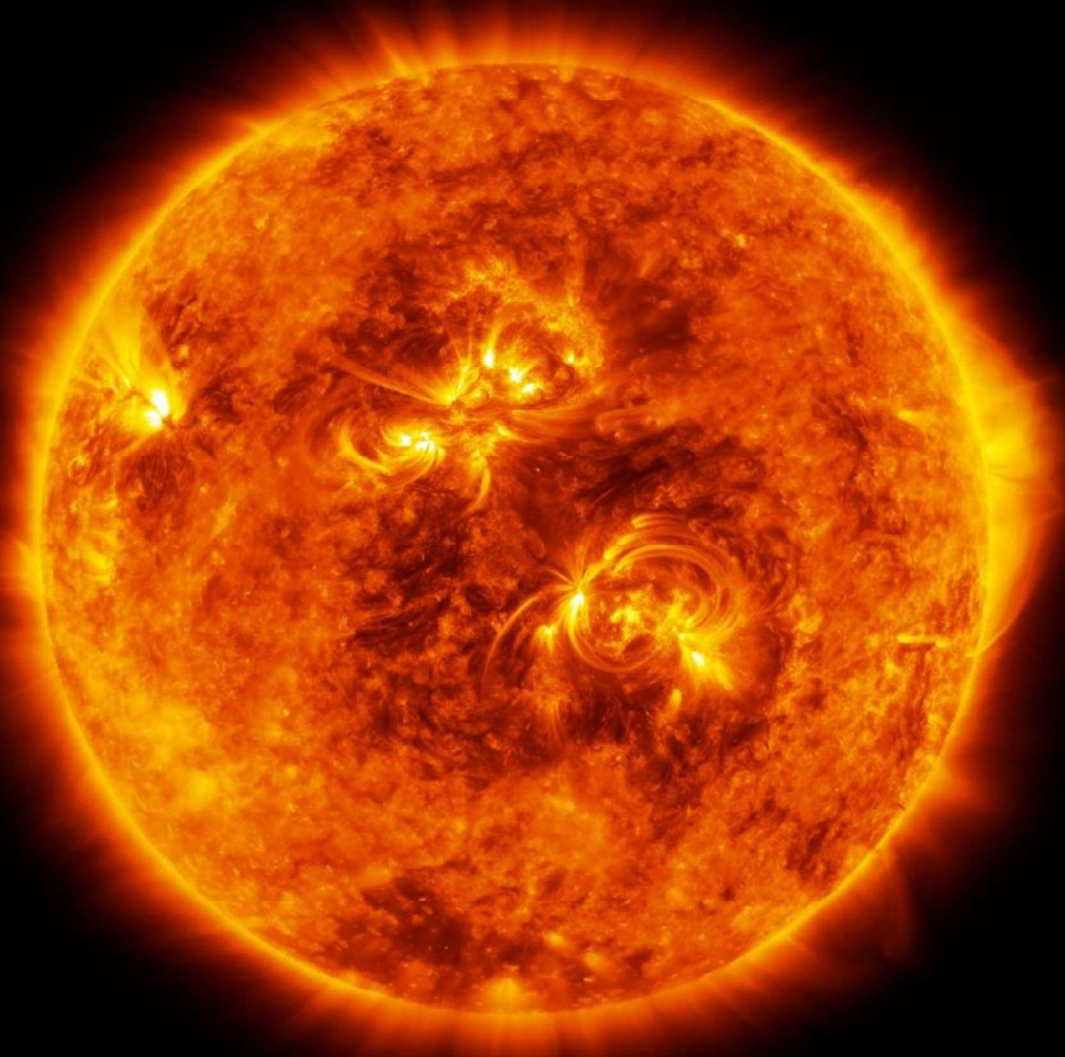


ESTRELA

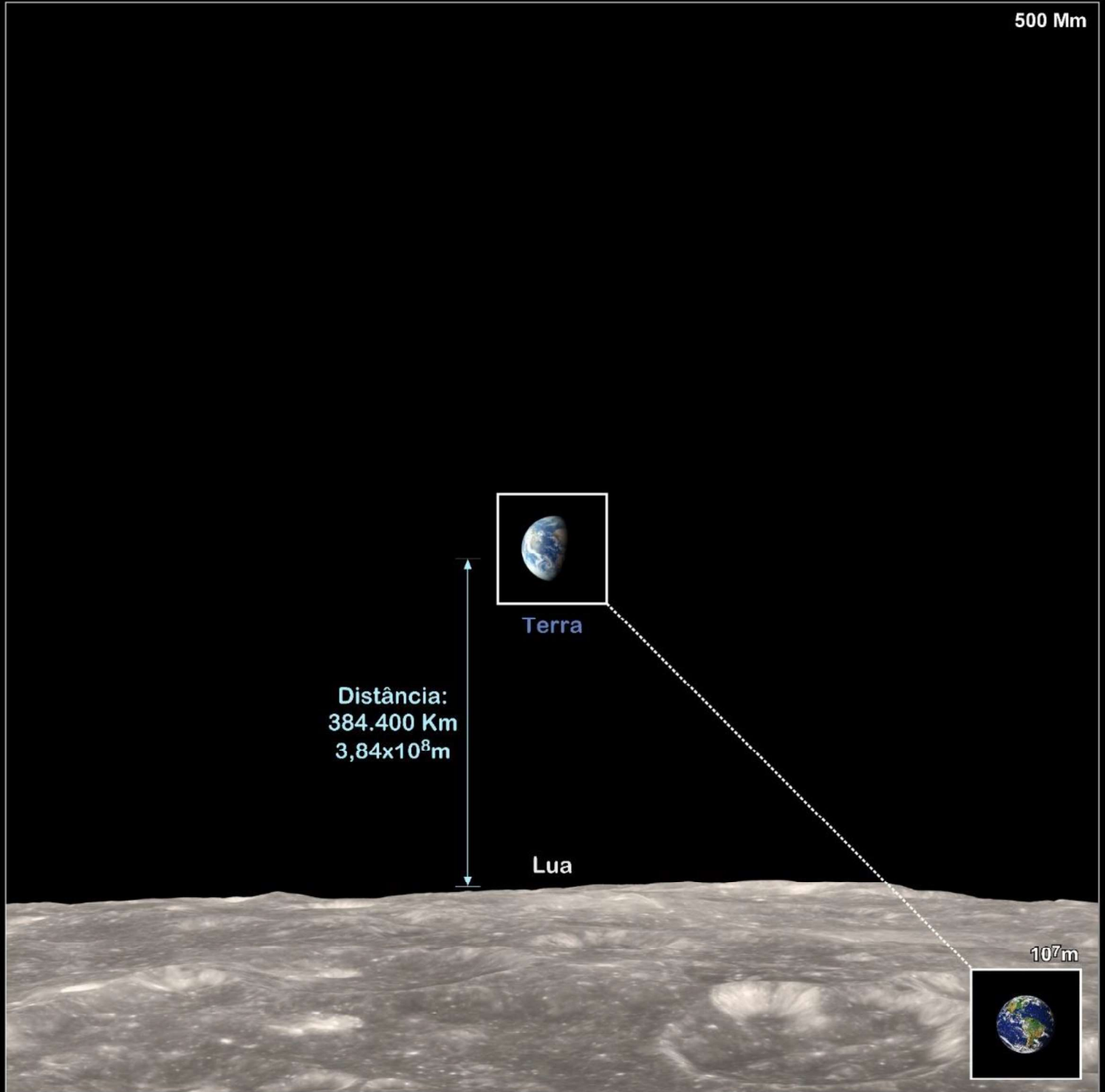
10⁹m

1,5 Gm

Sol



10⁸m

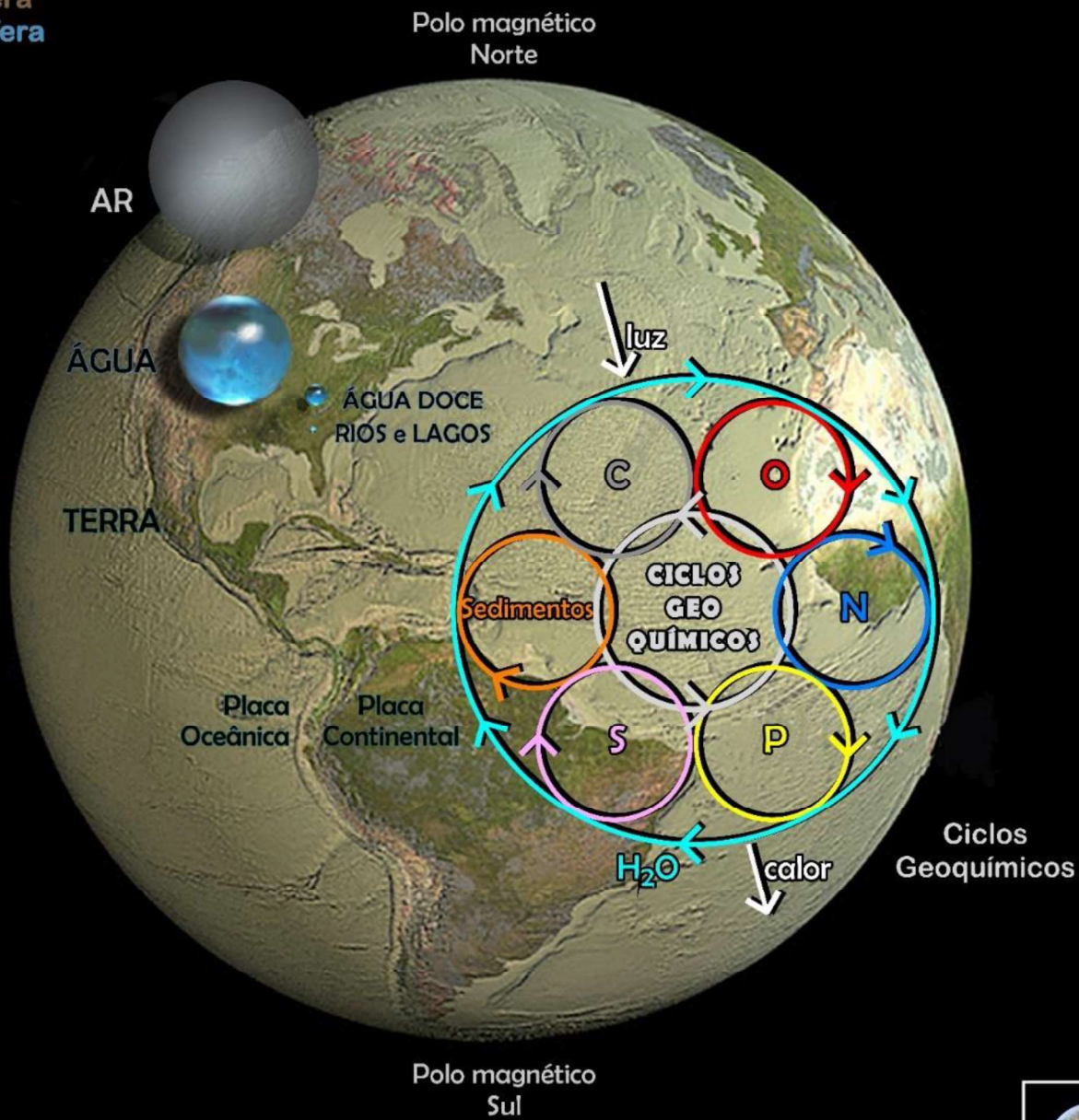


PLANETAS HABITÁVEIS

10⁷m

50 Mm
50.000 Km

Magnetosfera
Atmosfera
Litosfera
Hidrosfera



10⁷m



BIOSFERAS

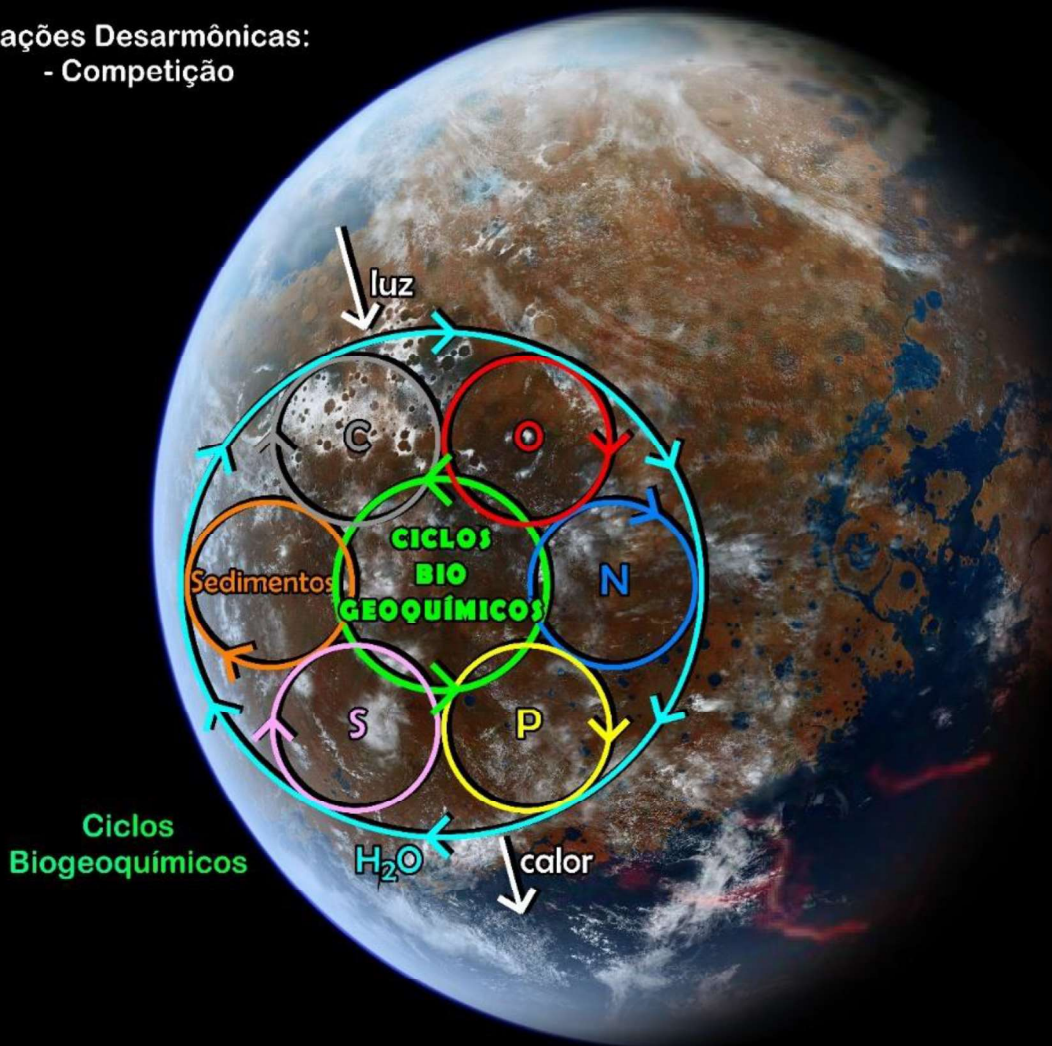
10⁷m

Nível trófico único:
Cicladores

50 Mm

Relações Harmônicas:
- Intercâmbio

Relações Desarmônicas:
- Competição



Ciclos
Biogeoquímicos

Terra Primitiva

10⁷m



BIOGEOCENOSSES

10⁷m

Níveis tróficos:

Decompositores
Produtores

Relações Ecológicas
intraespecíficas

Harmônicas:
- Intercâmbio

Desarmônicas:
- Competição

50 Mm

Biogeocenoses
amenas

Biogeocenoses
extremas

Eubactérias
(amenófilas)

Arqueobactérias
(extremófilas)

10⁷m



Teia trófica completa:

Decompositores

Produtores

Consumidores

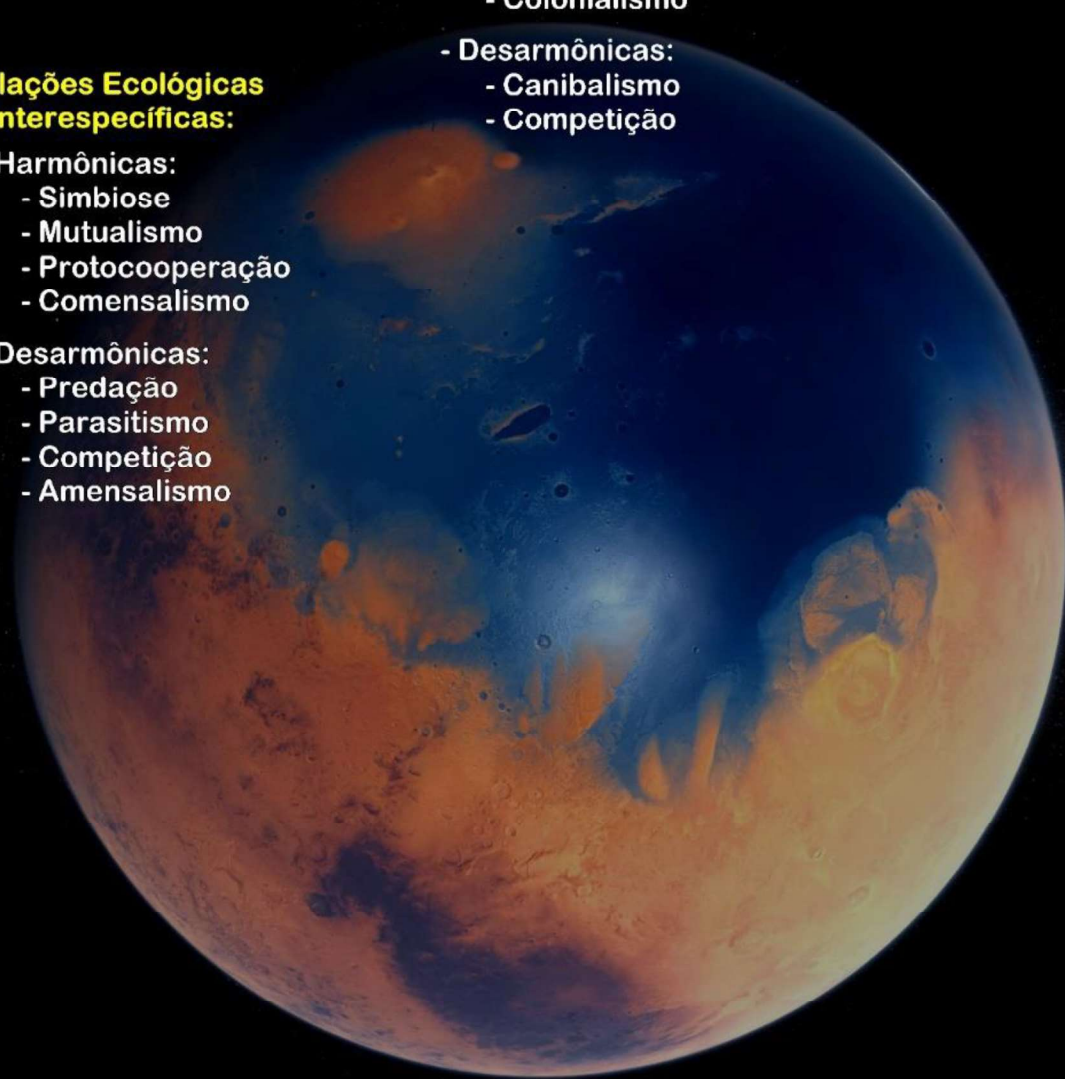
Relações Ecológicas

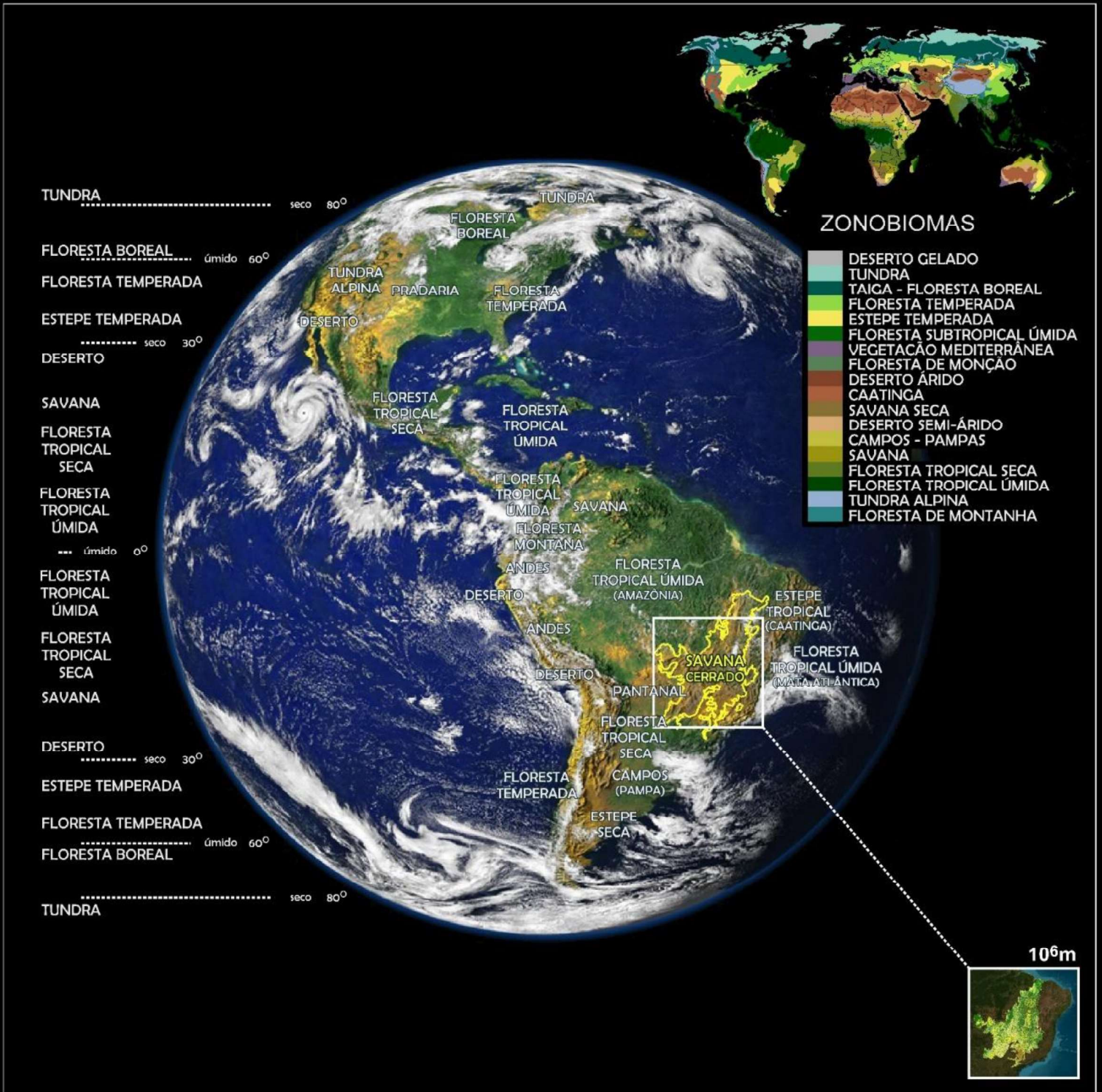
Intraespecíficas:

- Harmônicas:
 - Colonialismo
- Desarmônicas:
 - Canibalismo
 - Competição

Relações Ecológicas
Interespecíficas:

- Harmônicas:
 - Simbiose
 - Mutualismo
 - Protocooperação
 - Comensalismo
- Desarmônicas:
 - Predação
 - Parasitismo
 - Competição
 - Amensalismo





TUNDRA seco 80°

FLORESTA BOREAL úmido 60°

FLORESTA TEMPERADA

ESTEPE TEMPERADA seco 30°

DESERTO

SAVANA

FLORESTA TROPICAL SECA

FLORESTA TROPICAL ÚMIDA úmido 0°

FLORESTA TROPICAL ÚMIDA

FLORESTA TROPICAL SECA

SAVANA

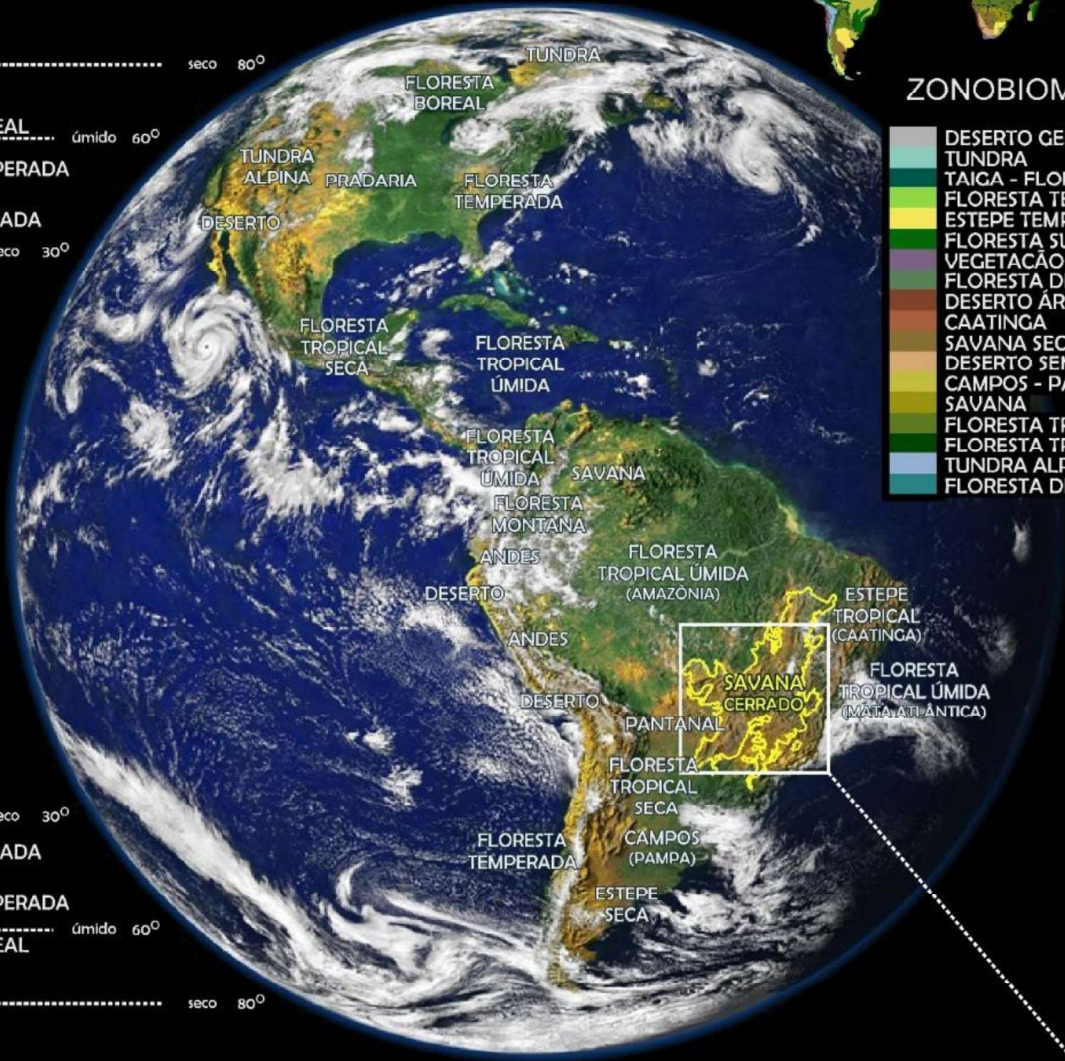
DESERTO seco 30°

ESTEPE TEMPERADA

FLORESTA TEMPERADA úmido 60°

FLORESTA BOREAL seco 80°

TUNDRA



BIOMAS

10⁷m

10.000Km - 100.000Km



BIOMAS

10⁷m



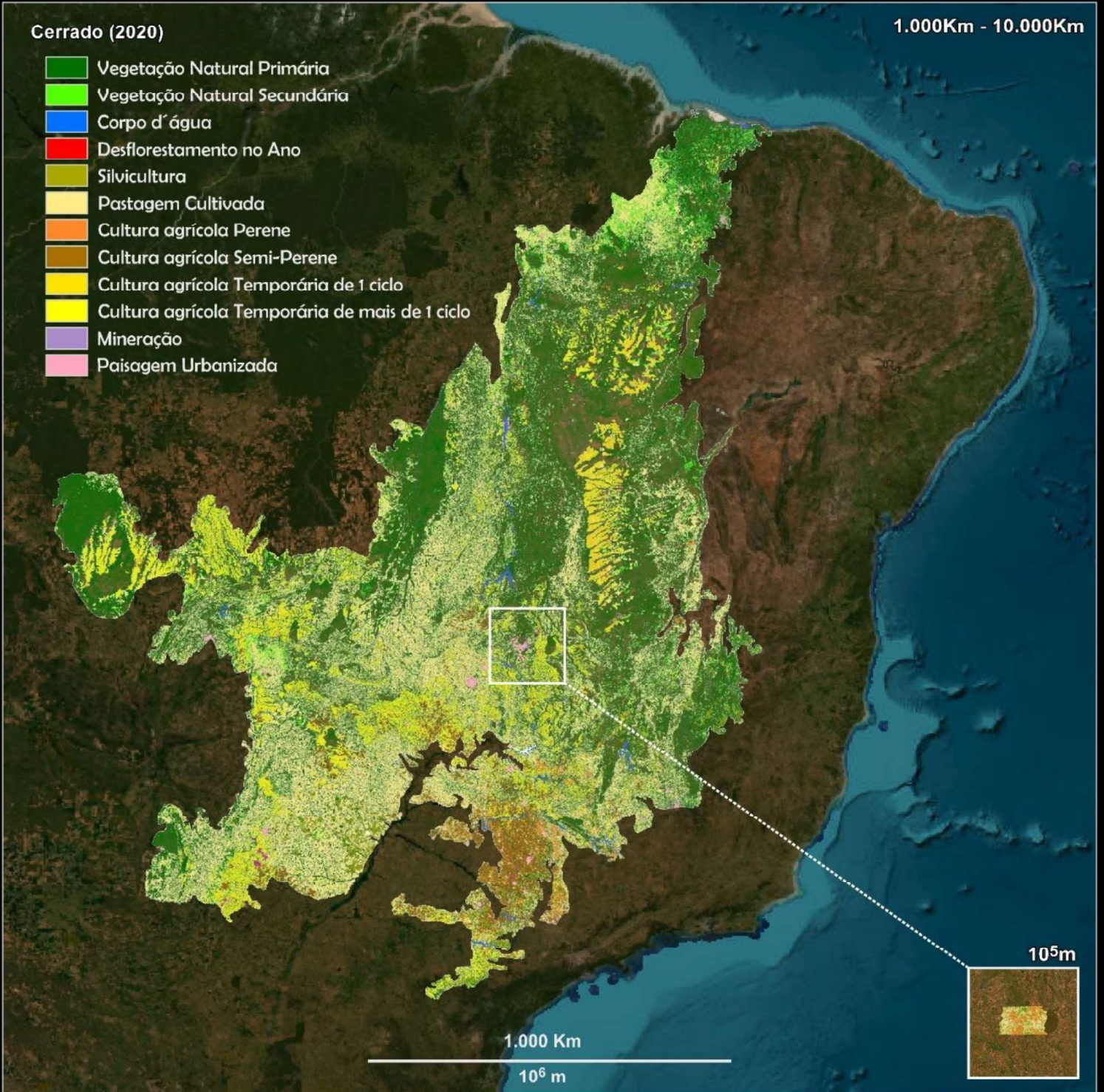
BIOMAS

10⁶m

Cerrado (2020)

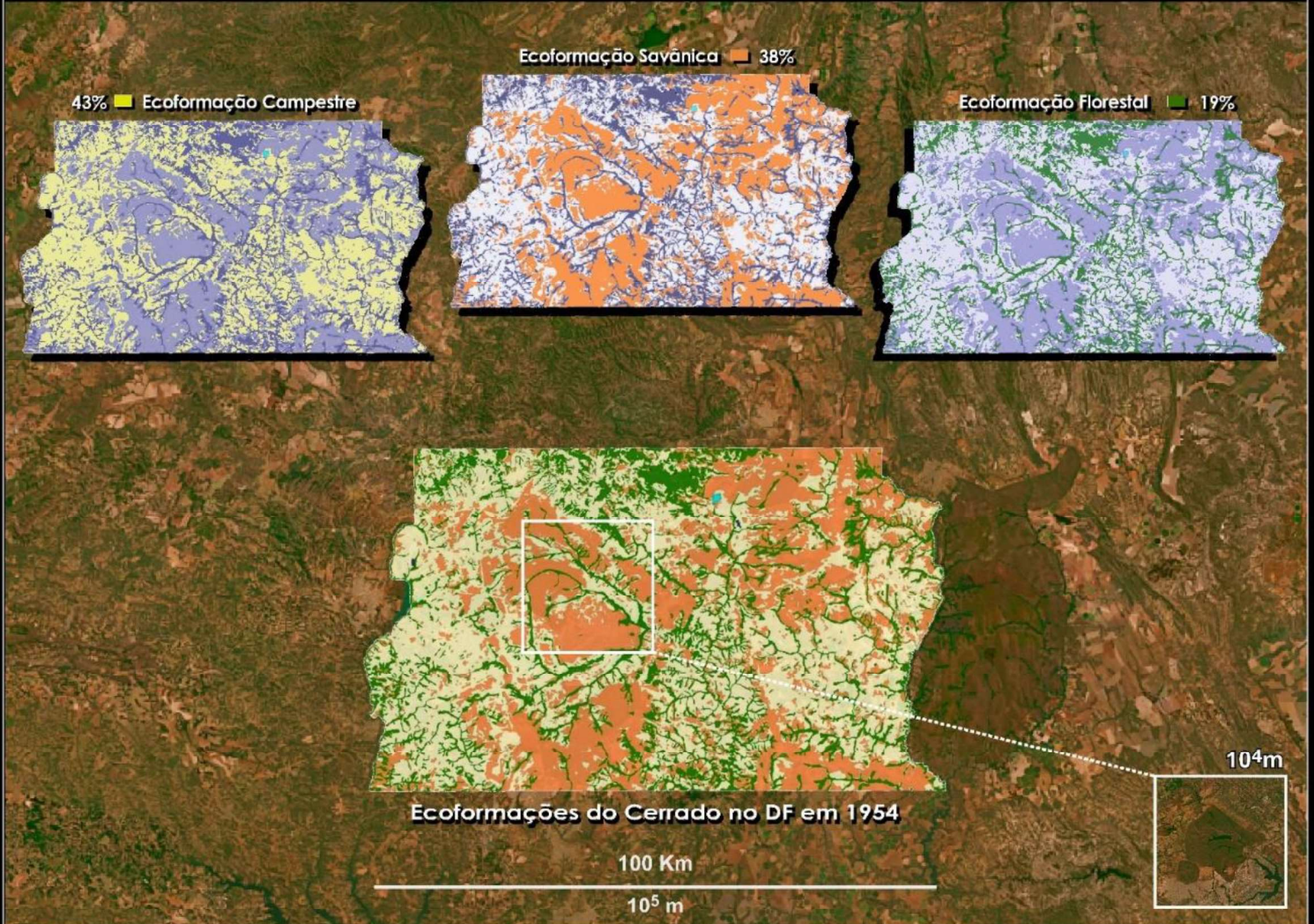
1.000Km - 10.000Km

- Vegetação Natural Primária
- Vegetação Natural Secundária
- Corpo d' água
- Desflorestamento no Ano
- Silvicultura
- Pastagem Cultivada
- Cultura agrícola Perene
- Cultura agrícola Semi-Perene
- Cultura agrícola Temporária de 1 ciclo
- Cultura agrícola Temporária de mais de 1 ciclo
- Mineração
- Paisagem Urbanizada



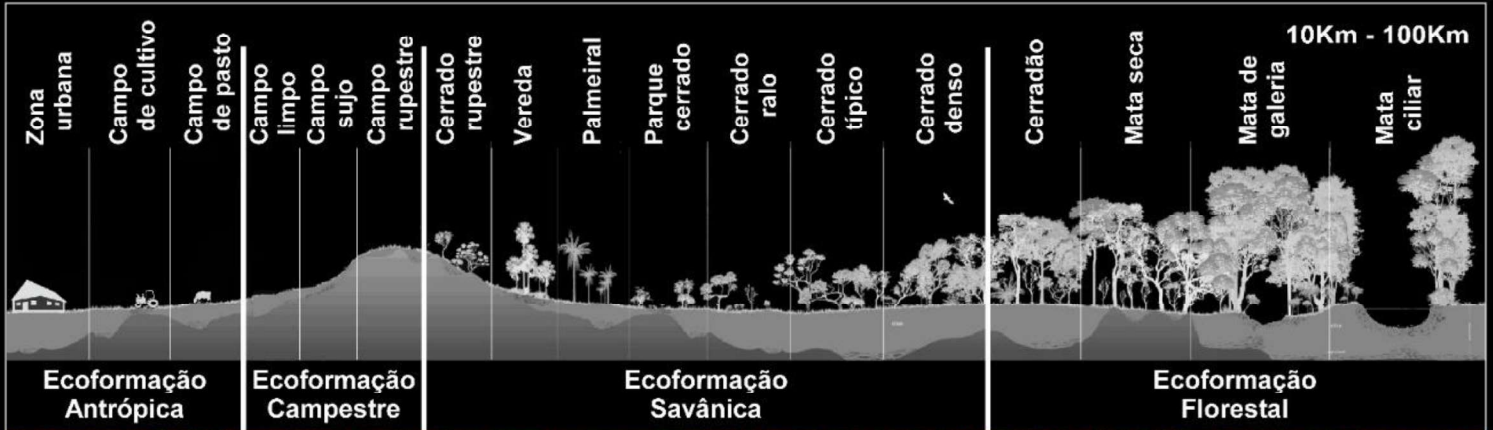
ECOFORMAÇÕES

10⁵m



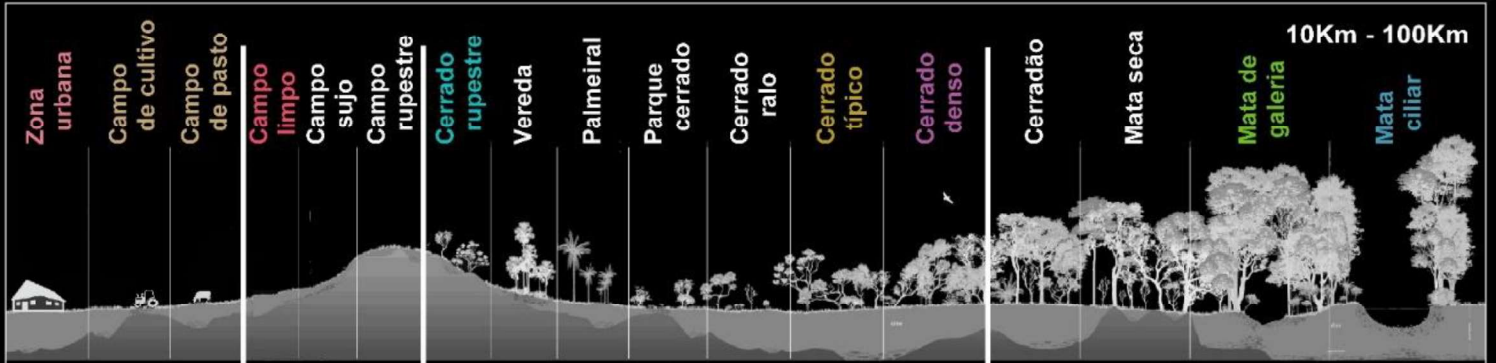
ECOFISIONOMIAS

10⁴m



ECOFISIONOMIAS

10⁵m



10Km - 100Km

Ecoformação Antrópica (antropizada)

Ecoformação Campestre (aberta)

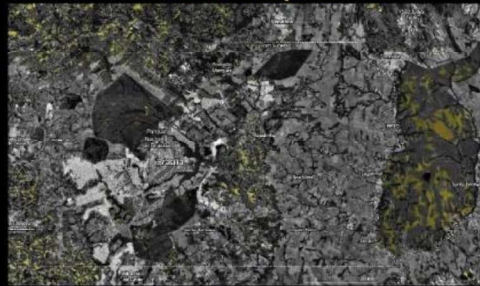
Ecoformação Savânica (semi-aberta)

Ecoformação Florestal (fechada)

Cobertura vegetal e urbana do DF

Cerrado típico

Mata ciliar



Campo de cultivo / Pasto

Cerrado denso

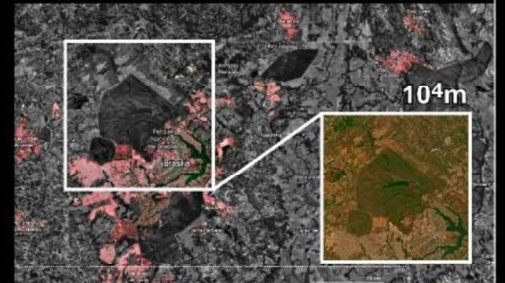
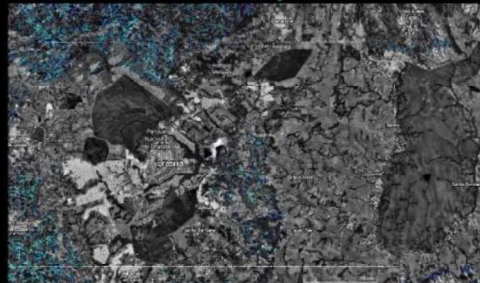
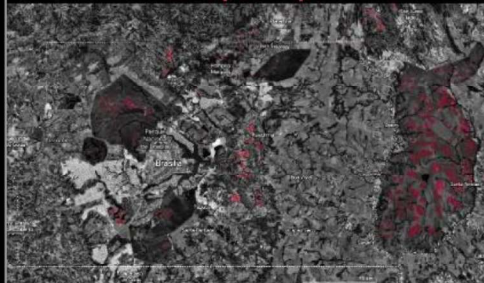
Mata de galeria



Campo limpo

Cerrado rupestre

Zona urbana

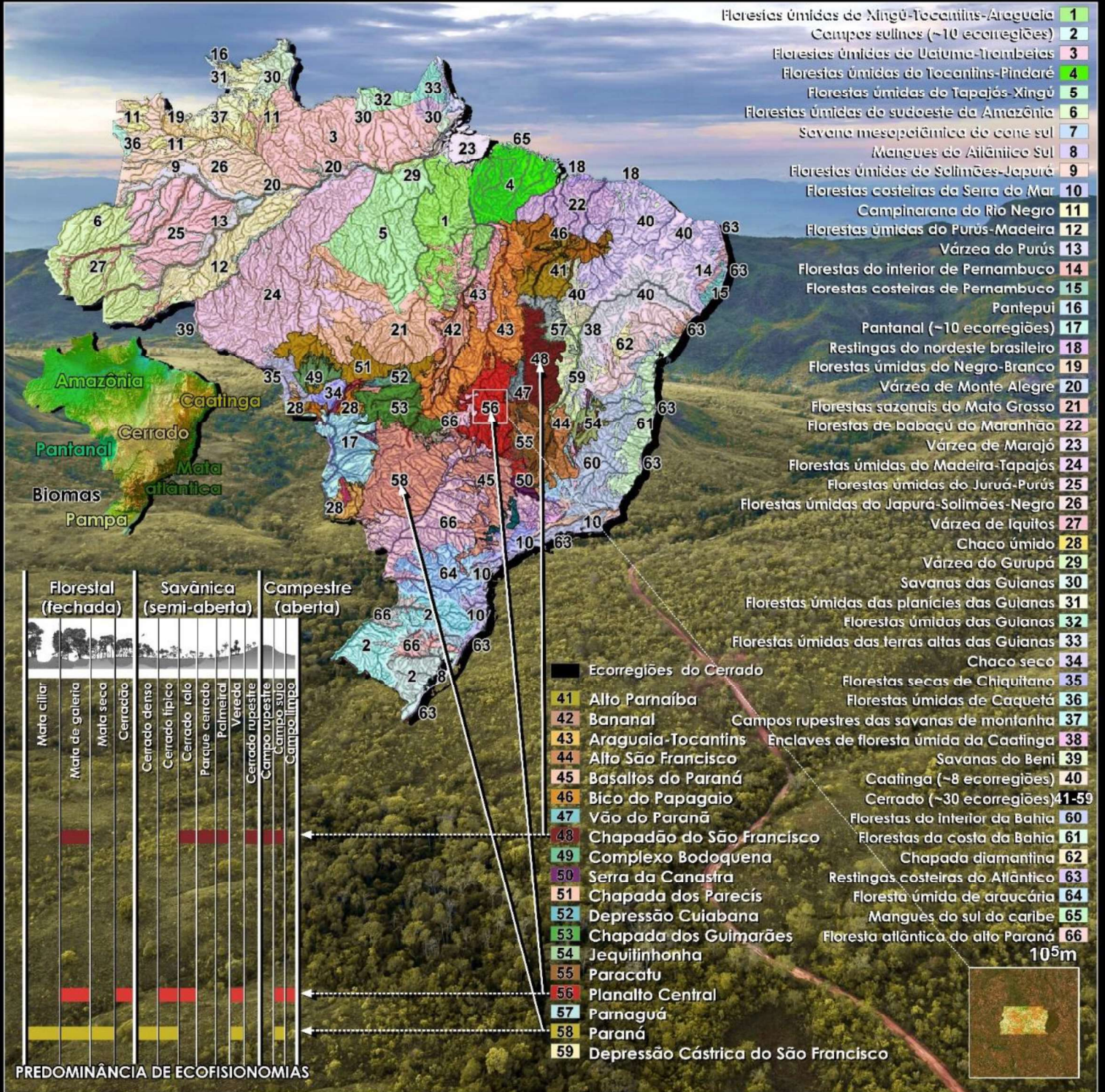


1Km - 10Km



ECORREGIÕES

10³m



100m - 1000m
(1Km)

Vereda

Mata de galeria

Cerrado denso



Cerrado típico

10¹m





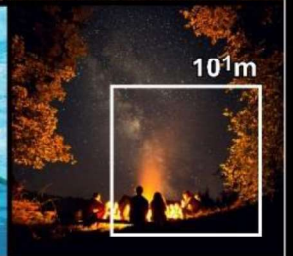
1m - 10m



TECNOLOGIAS

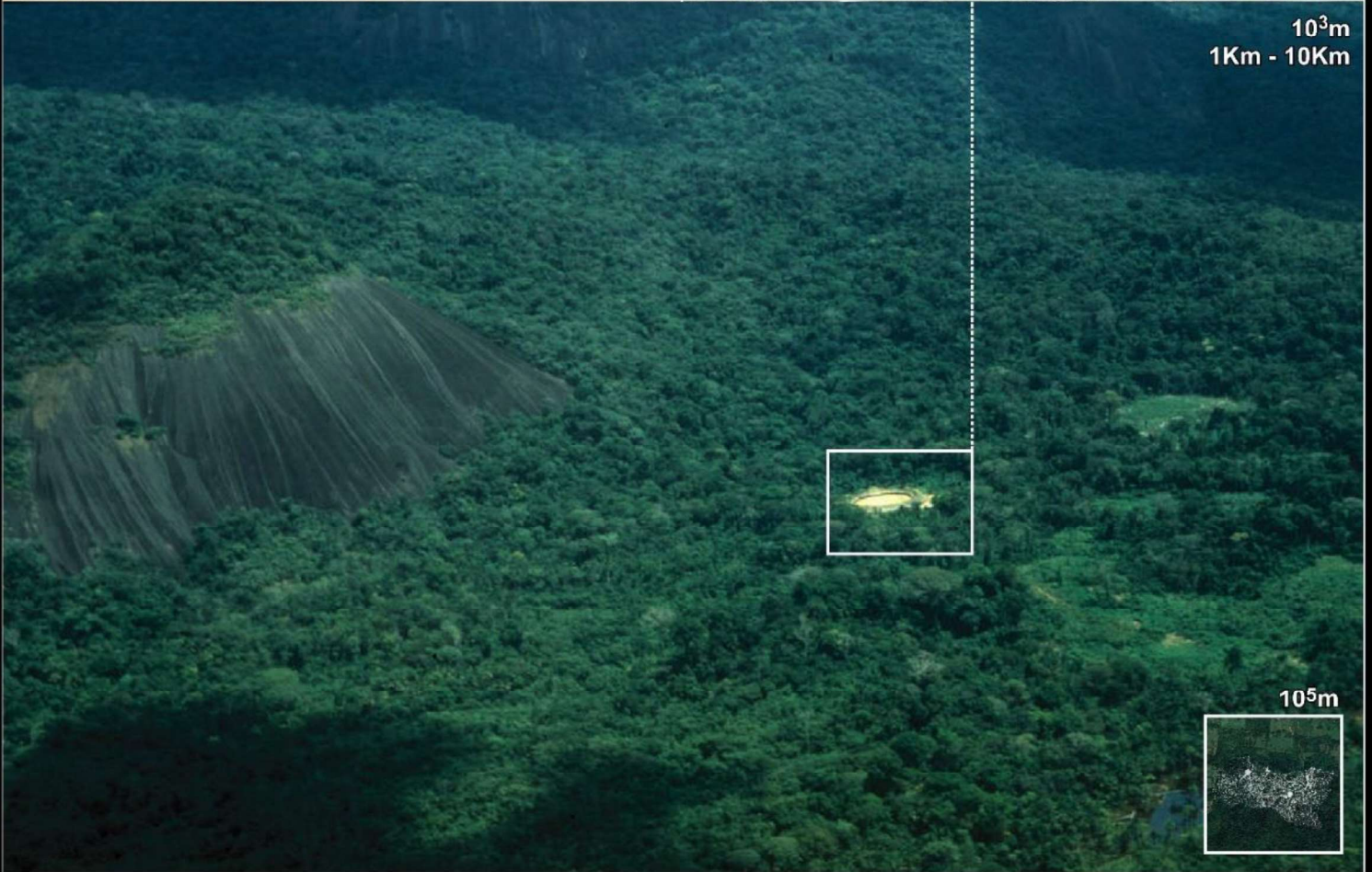


CONHECIMENTOS



10¹m

PAISAGENS ANTRÓPICAS LOCAIS



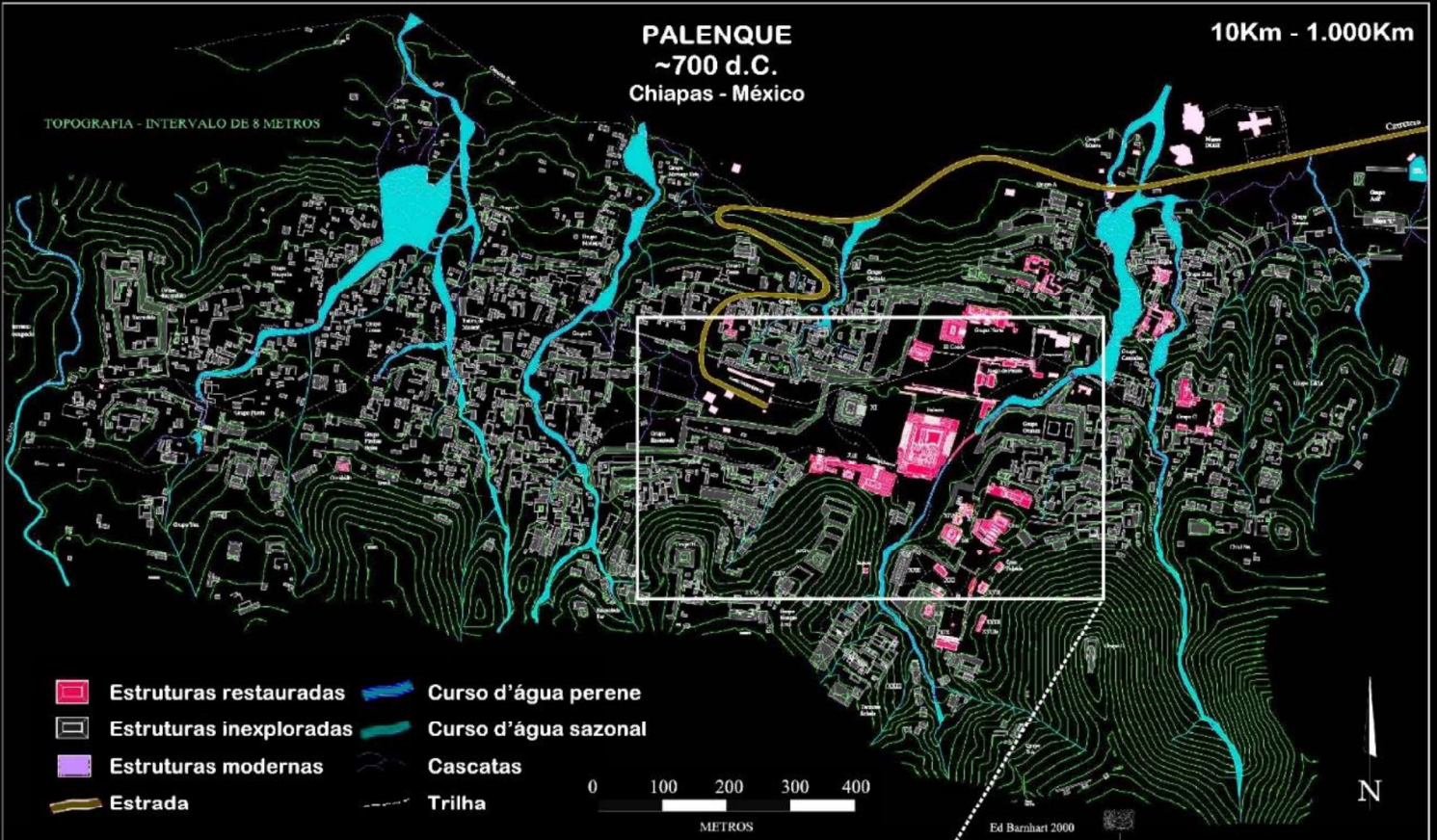
PAISAGENS ANTRÓPICAS REGIONAIS

10⁴m / 10⁵m

PALENQUE
~700 d.C.
Chiapas - México

10Km - 1.000Km

TOPOGRAFIA - INTERVALO DE 8 METROS

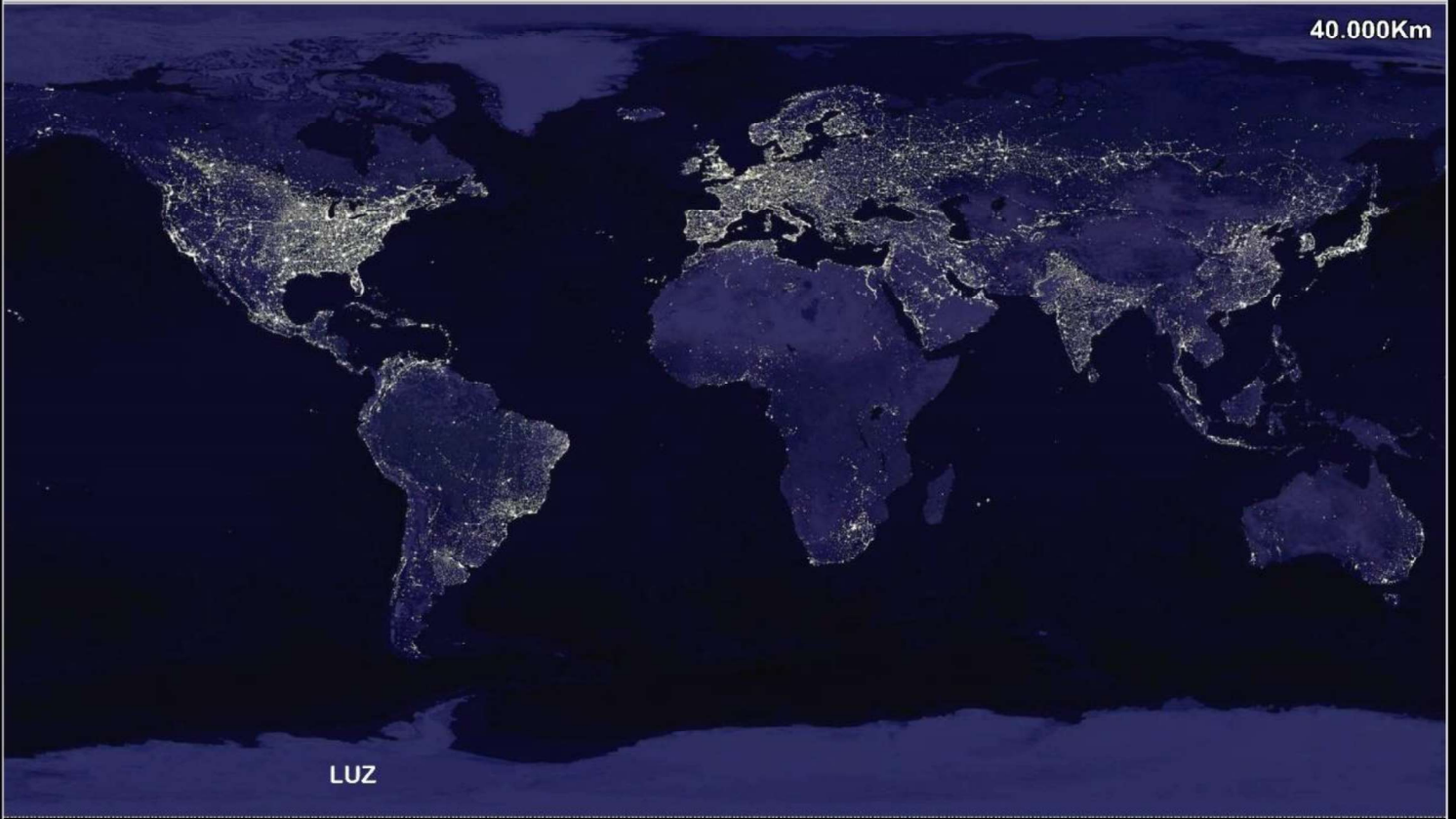




PAISAGEM ANTRÓPICA GLOBAL

10⁷m

40.000Km



LUZ



ESTRADAS



AEROPORTOS



FERROVIAS



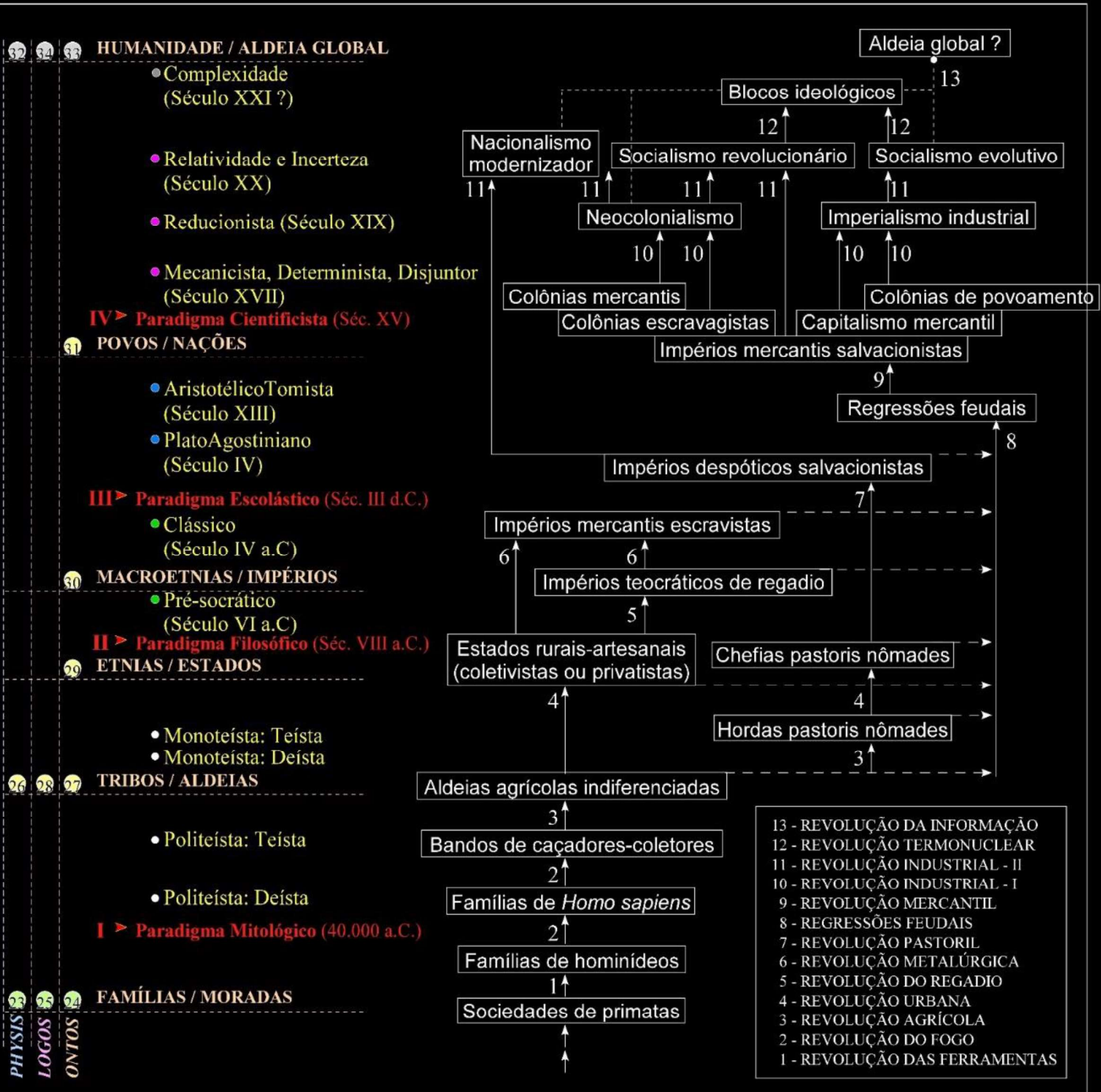
PORTOS

10⁸m





EVOLUÇÃO DAS SOCIEDADES





Habitat
global

Interface com o
mundo virtual e robótico

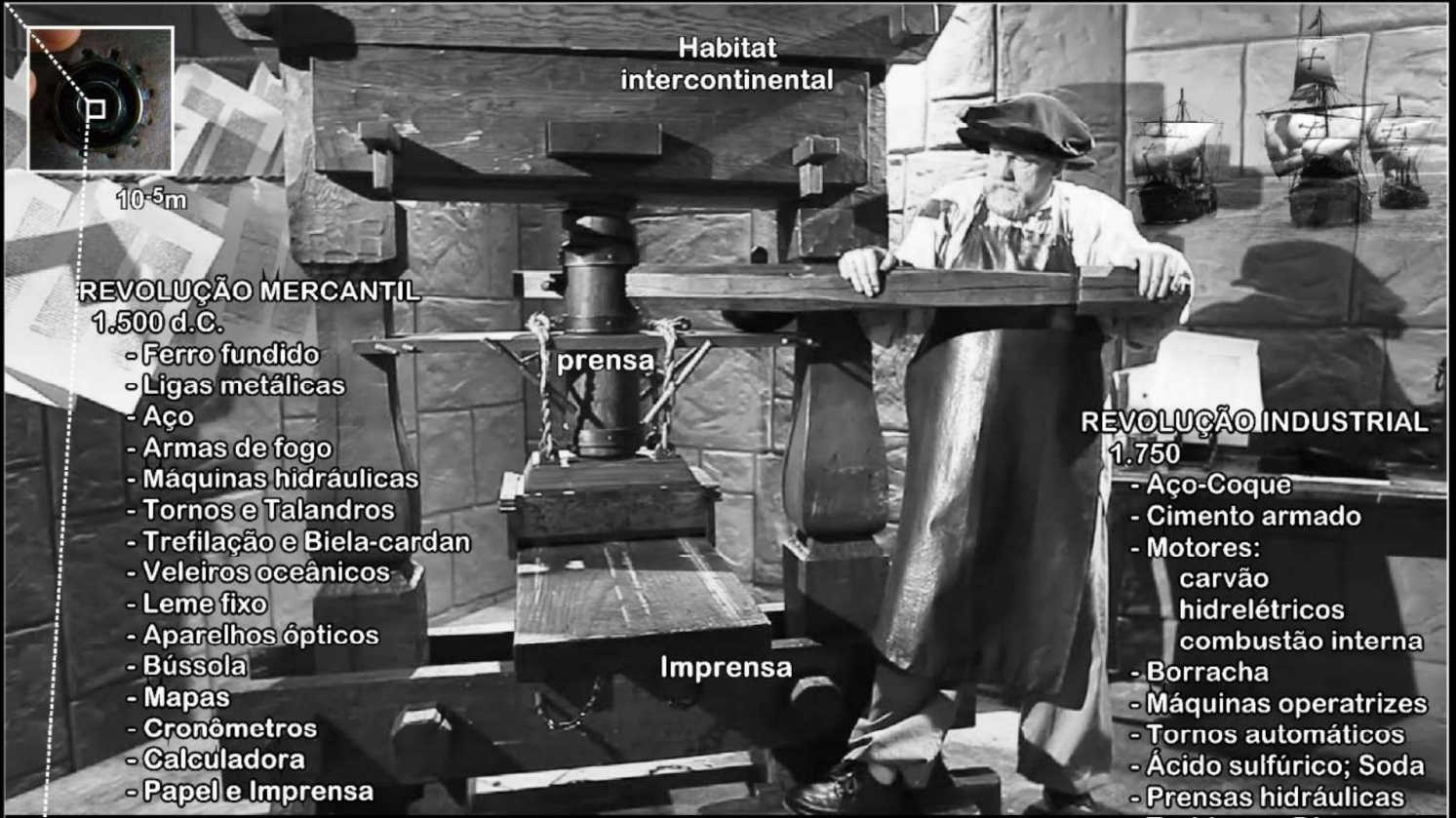
REVOLUÇÃO TERMONUCLEAR
1940

- Radar
- Bomba atômica
- Reator nuclear
- Bateria solar
- Plásticos
- Produtos sintéticos:
fertilizantes
herbicidas
germicidas
- Dessalinização da água
- Gaseificação do carvão
- Luz coerente
- Gravação magnética
- Eletrônica
- Transistores
- Computadores
- Automação
- Helicóptero
- Retropropulsão
- Projéteis espaciais
- Radiotelescópio

REVOLUÇÃO DA INFORMAÇÃO
1980

- Satélites
- Internet e sites de busca
- Realidade aumentada
- Inteligência artificial
- Supercondutores
- Biotecnologia
- Nanotecnologia
- Tecnologias de uso sustentável
- ...

Comunicação
via Satélite



Habitat intercontinental

Imprensa



10⁻⁵m

REVOLUÇÃO MERCANTIL
1.500 d.C.

- Ferro fundido
- Ligas metálicas
- Aço
- Armas de fogo
- Máquinas hidráulicas
- Tornos e Talandros
- Trefilação e Biela-cardan
- Veleiros oceânicos
- Leme fixo
- Aparelhos ópticos
- Bússola
- Mapas
- Cronômetros
- Calculadora
- Papel e Imprensa

REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
1.750

- Aço-Coque
- Cimento armado
- Motores:
 - carvão
 - hidrelétricos
 - combustão interna
- Borracha
- Máquinas operatrizes
- Tornos automáticos
- Ácido sulfúrico; Soda
- Prensas hidráulicas
- Turbinas e Dinamos
- Indústria:
 - têxtil; química
 - metalúrgica
- Navios a vapor
- Automóveis
- Aviões
- Submarinos
- Máquinas agrícolas
- Aparelhos elétricos
- Refrigeração
- Telefone
- Radiodifusão
- Fonógrafo
- Fotografia
- Cinema
- Televisão
- Penicilina
- Vacinas



Habitat global

Telecomunicações



10⁻⁵m

Habitat
continental

REVOLUÇÃO METALÚRGICA

2.700 a.C.

- Ferro fundido
- Moeda cunhada
- Mó rotativa; Grua
- Ferramentas de ferro
- Armas de ferro
- Rede de Estradas continental
- Aquedutos
- Moinhos hidráulicos
- Faróis marinhos
- Alfabeto
- Notação decimal

REVOLUÇÃO PASTORIL

200 d.C.

- Cavalaria
- Freios
- Estribos
- Ferraduras
- Arnês de sela
- Arnês rígido
- Aparelhos hidráulicos
- Moinhos eólicos
- Alambiques
- Atafonas

Intercâmbio continental





10⁻⁵m

Habitat regional

REVOLUÇÃO DO REGADIO
4.500 a.C.

- Diques
- Comportas
- Canais
- Adubação
- Estradas
- Aquedutos
- Azulejos
- Porcelana
- Instrumentos metálicos
- Polia
- Prensa
- Cabrestantes
- Balança
- Metros
- Arquitetura monumental
- Escrita ideográfica
- Matemática
- Ábaco
- Astronomia
- Calendários

REVOLUÇÃO URBANA

6.000 a.C.

- Arado
- Silos
- Veículos de roda
- Tração animal
- Regadio
- Adubagem
- Tijolos
- Vidraria
- Metalurgia:
 cobre e bronze
- Edificações em pedra
- Veleiros
- Numeração
- Manuscritos

Comunicação escrita
Intercâmbio regional





10⁻⁵m

Habitat
local

REVOLUÇÃO AGRÍCOLA
10.000 a.C.

- Lavoura: domesticação vegetal
- Pastoreio: domesticação animal
- Cerâmica
- Cestaria
- Tecelagem

Comunicação oral: Folclore
Comunicação gráfica: Pinturas rupestres



ORGANISMOS SOCIAIS

$10^1m / 10^2m$

$10m - 100m$



10^3m



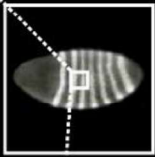
TECNOLOGIAS

ORGANISMOS TRIPLOBLÁSTICOS

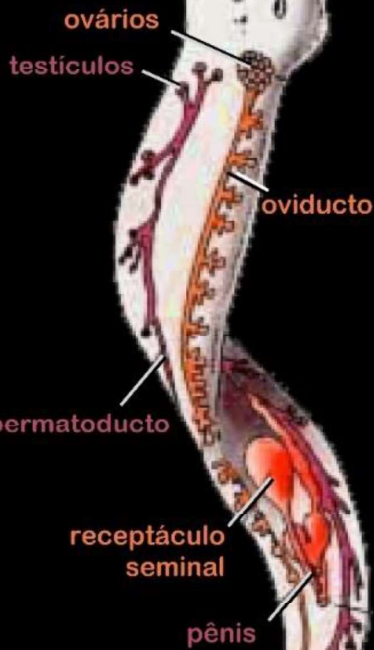
10⁻¹m

1 decímetro

BILATERIA
(planária)



10⁰m



LINHAGEM GERMINATIVA

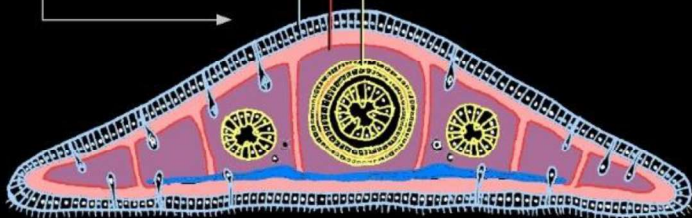
Órgãos reprodutivos:
- masculino: testículos
- feminino: ovário

ECTODERME
Órgão nervoso:
- cordão nervoso

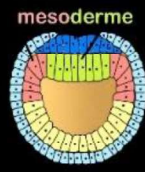
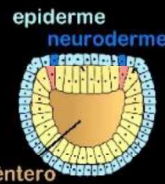
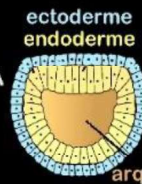
MESODERME
Órgão excretor:
- pronefrídeos

ENDODERME
Órgãos digestivos:
- intestino
- faringe

ectoderme
mesoderme
endoderme

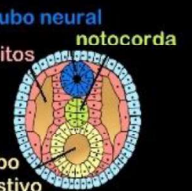
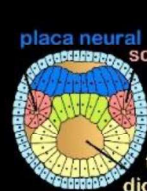
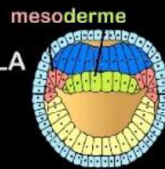


BLÁSTULA



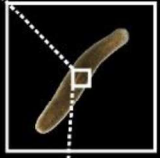
GÁSTRULA

NÊURULA

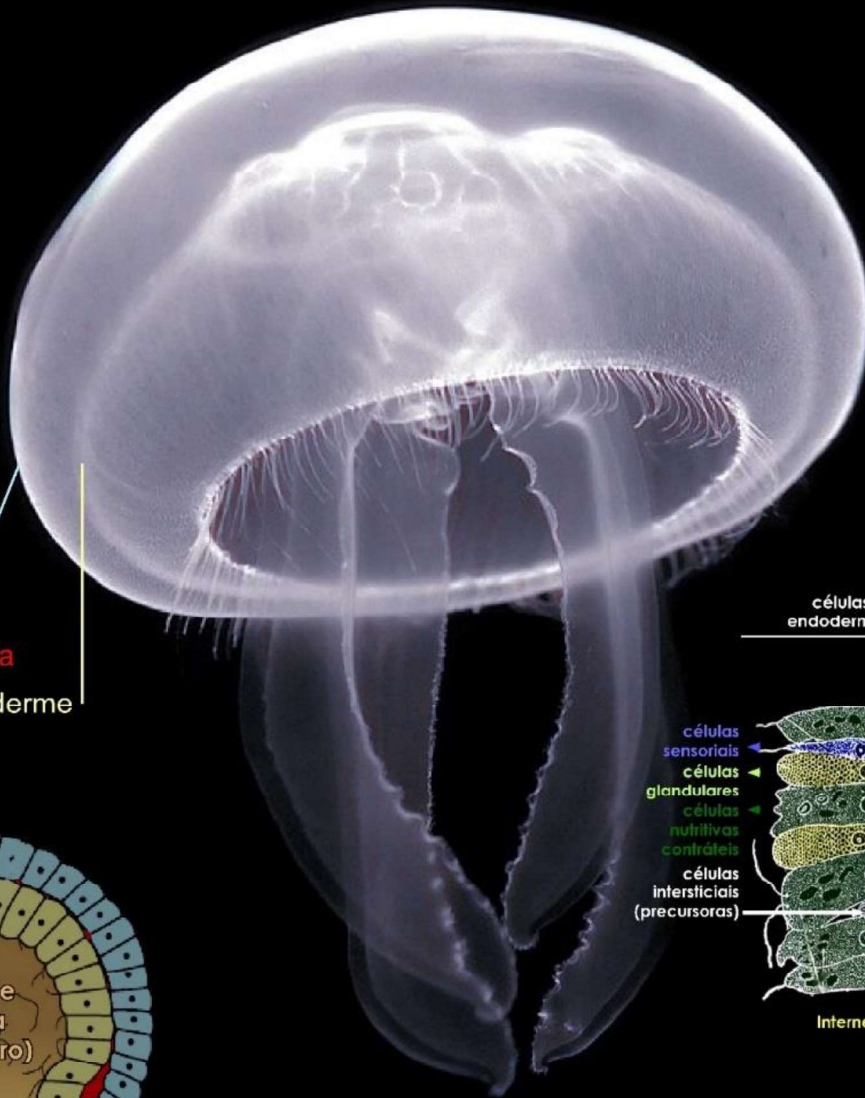


1 centímetro

CINIDARIA



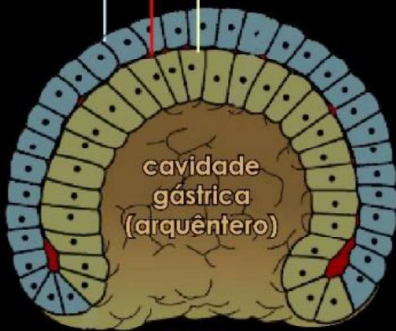
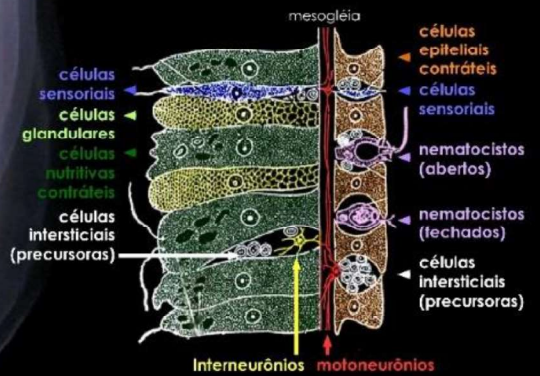
10⁻¹m



TECIFOS

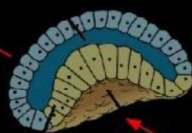
células endodermis

células ectodermis



boca

PLÂNULA (BLÁSTULA)



PLACOOZA



evolução

COLÔNIA

Pelágico

Bêntico

ORGANISMOS MULTICELULARES

10⁻³m

1 milímetro



10⁻²m

COLÔNIA
MULTICELULAR
Volvox

célula somática
célula germinativa



PROCARIOTO
Bactéria

EUCARIOTOS

10⁻⁴m

100 micrômetros

EUCARIOTO
Macrófago

Teia trófica completa:

Decompositores
Produtores
Consumidores

Relações intraespecíficas:

- Harmônicas:
 - Colônias
- Desarmônicas:
 - Canibalismo
 - Competição

Relações Interespecíficas:

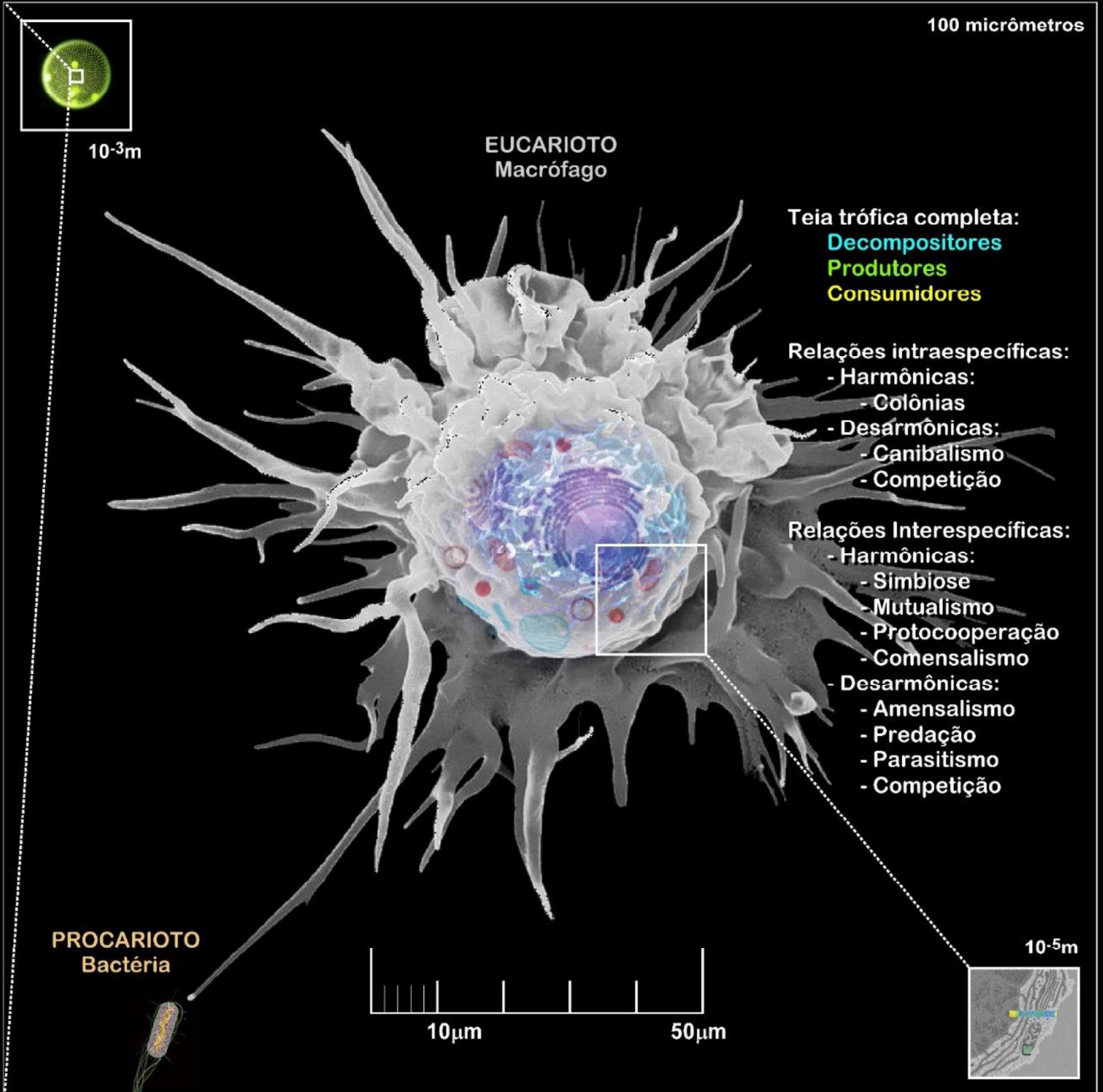
- Harmônicas:
 - Simbiose
 - Mutualismo
 - Protocooperação
 - Comensalismo
- Desarmônicas:
 - Amensalismo
 - Predação
 - Parasitismo
 - Competição

10⁻³m

PROCARIOTO
Bactéria

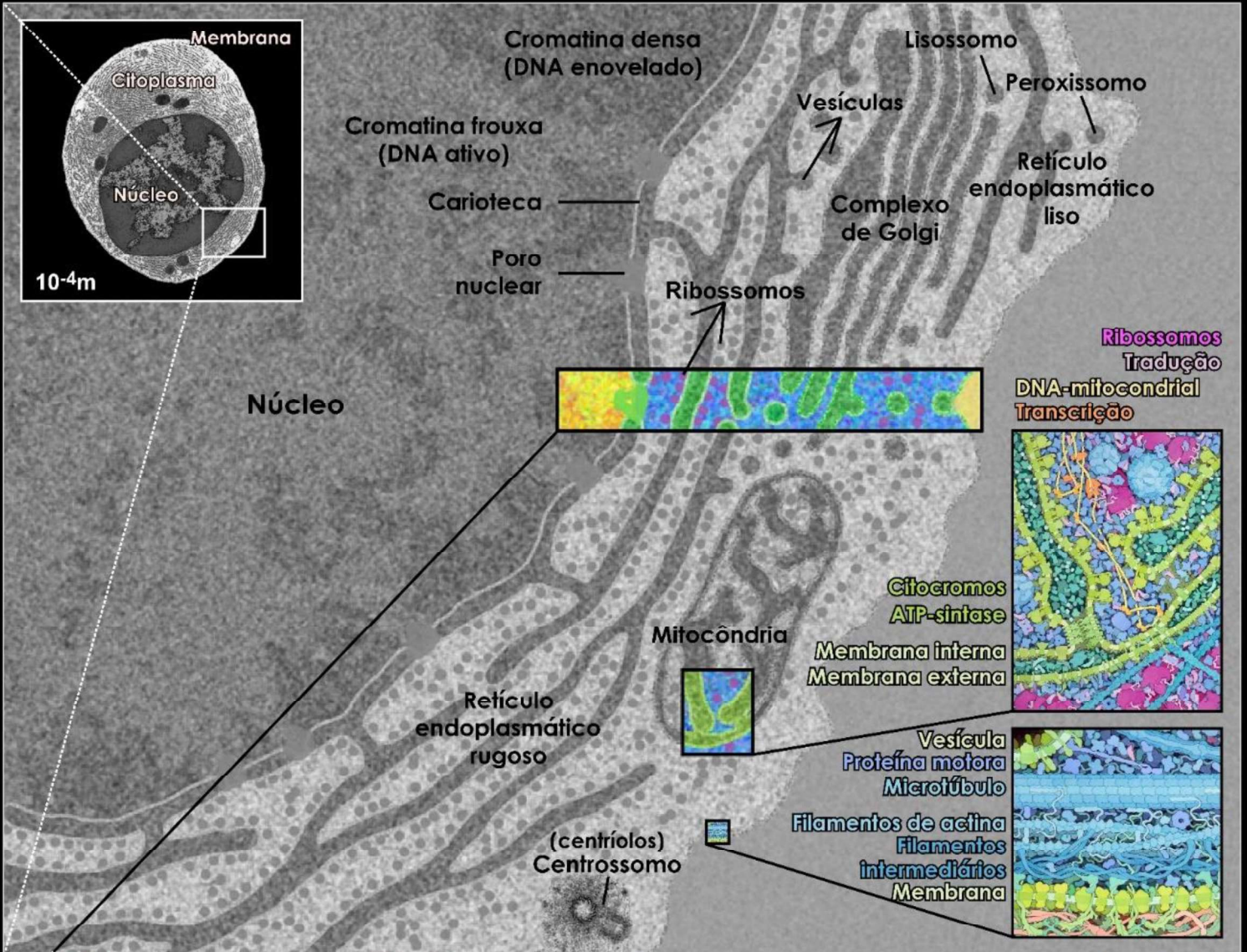
10µm 50µm

10⁻⁵m

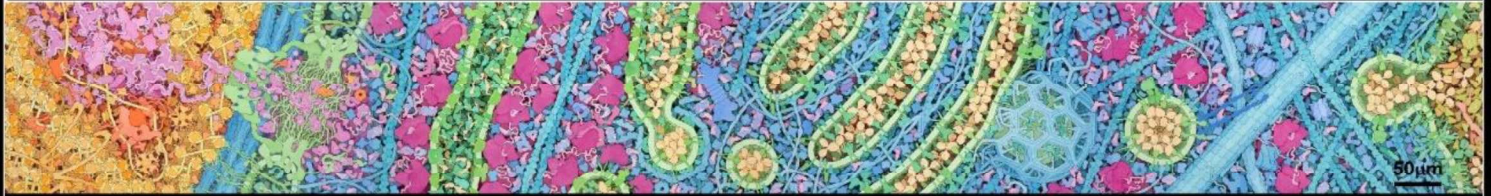


ORGANELAS

10⁻⁵m



Polimerases DNA RNA
 Poro Carioteca
 Ribossomos Actina RER Actina RER
 Microfilamentos Complexo de Golgi
 Clatrina Vesícula
 Actina Dineína
 Microtúbulo Membrana

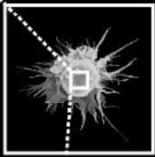


Núcleo: - replicação - transcrição	Poro nuclear: - transporte de RNA	Retículo endoplasmático rugoso: - ribossomos (tradução) - gemação de vesículas	Complexo de Golgi: - endereçamento de proteínas	Citoesqueleto de microtúbulos: - transporte de vesículas	Excitose
---	---	---	---	--	-----------------

PROCARIOTOS

10⁻⁵m

10 micrômetros



10⁻⁴m

PROCARIOTO
Escherichia coli

Níveis tróficos:

Decompositores
Produtores

Relações intraespecíficas

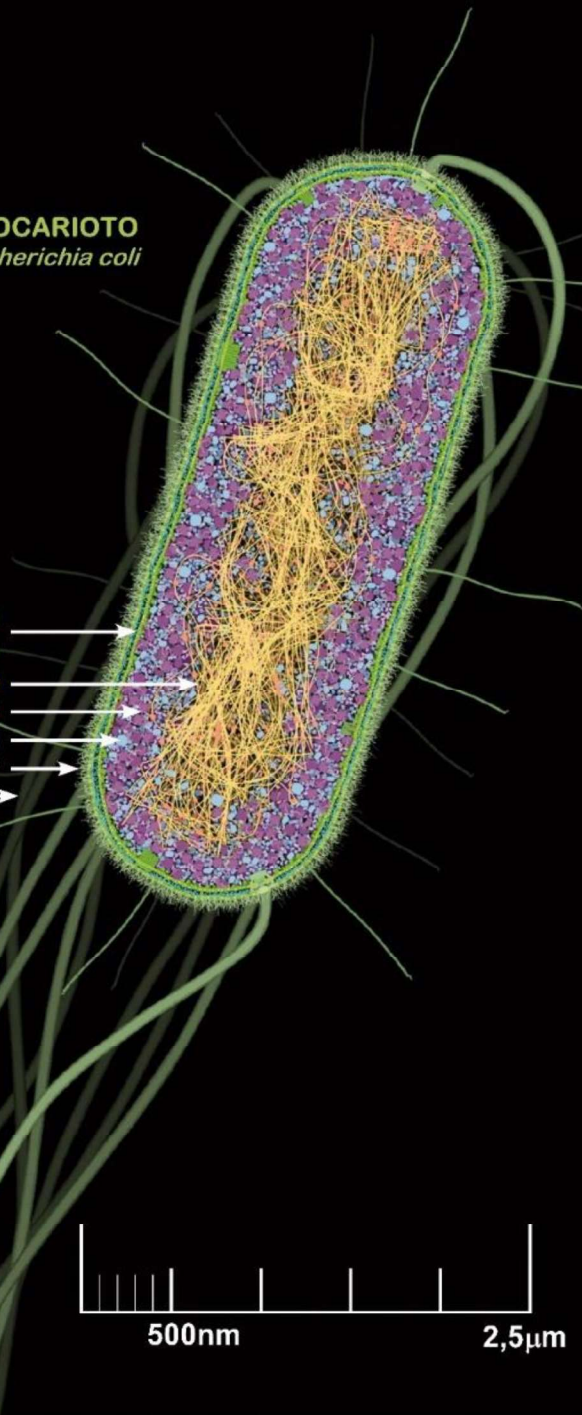
Harmônicas:

- Intercâmbio

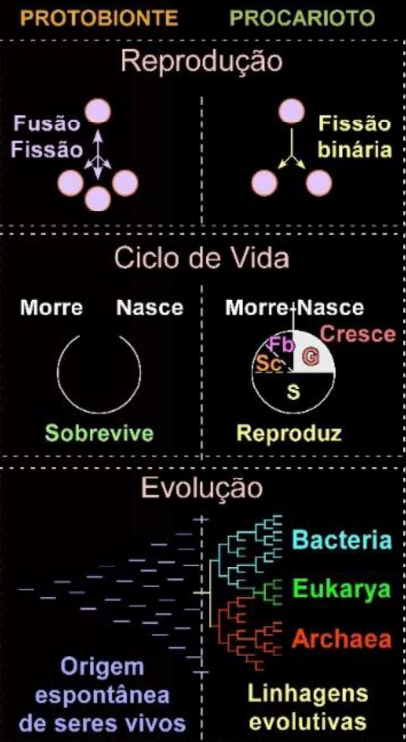
Desarmônicas:

- Competição

- Membrana plasmática (externa e interna)
- Cromossomo
- Ribossomos
- Enzimas
- Parede celular
- Flagelos
- Fímbrias



PROTOBIONTE



PROTOBIONTES

10⁻⁶m



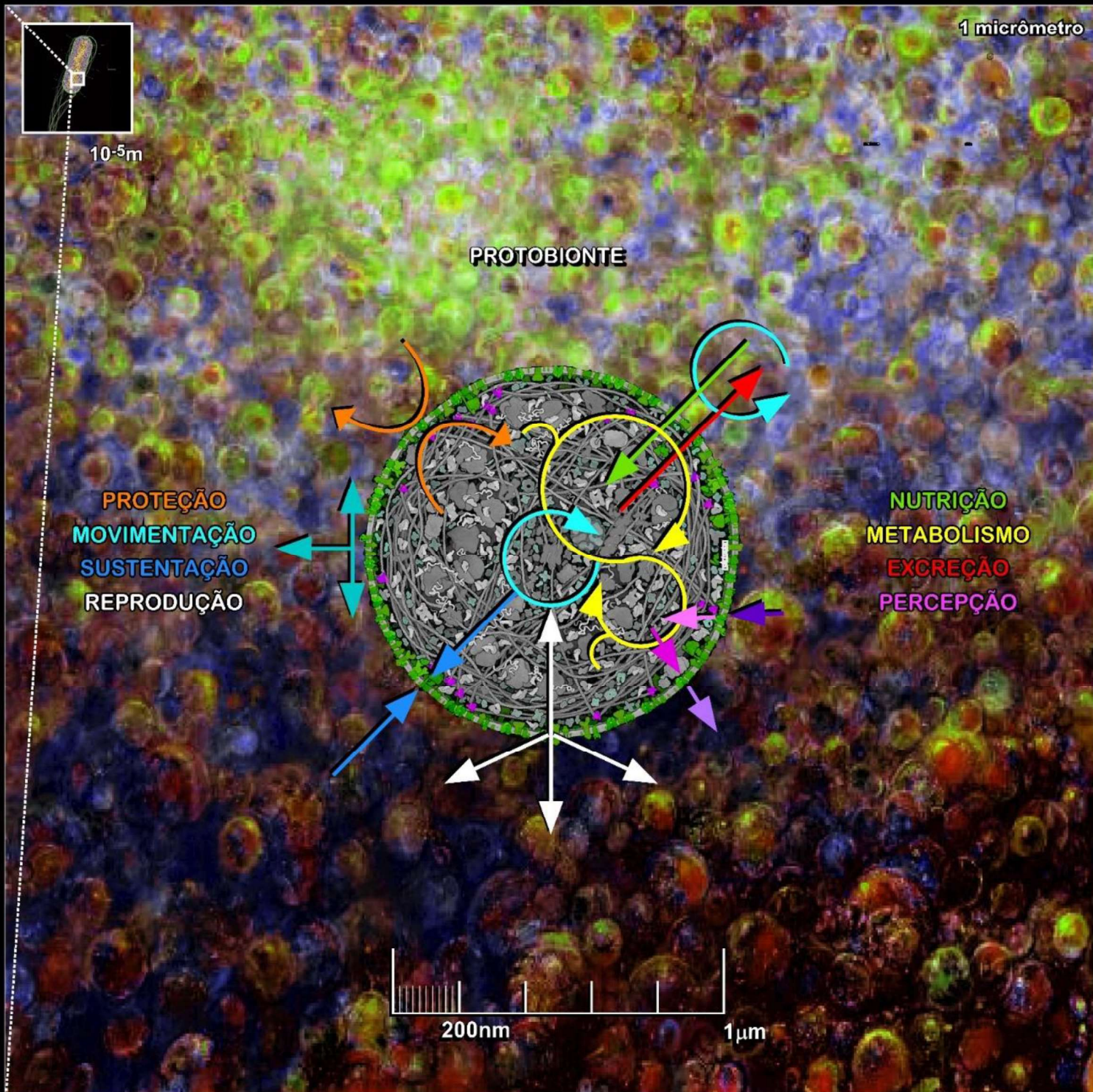
10⁻⁵m

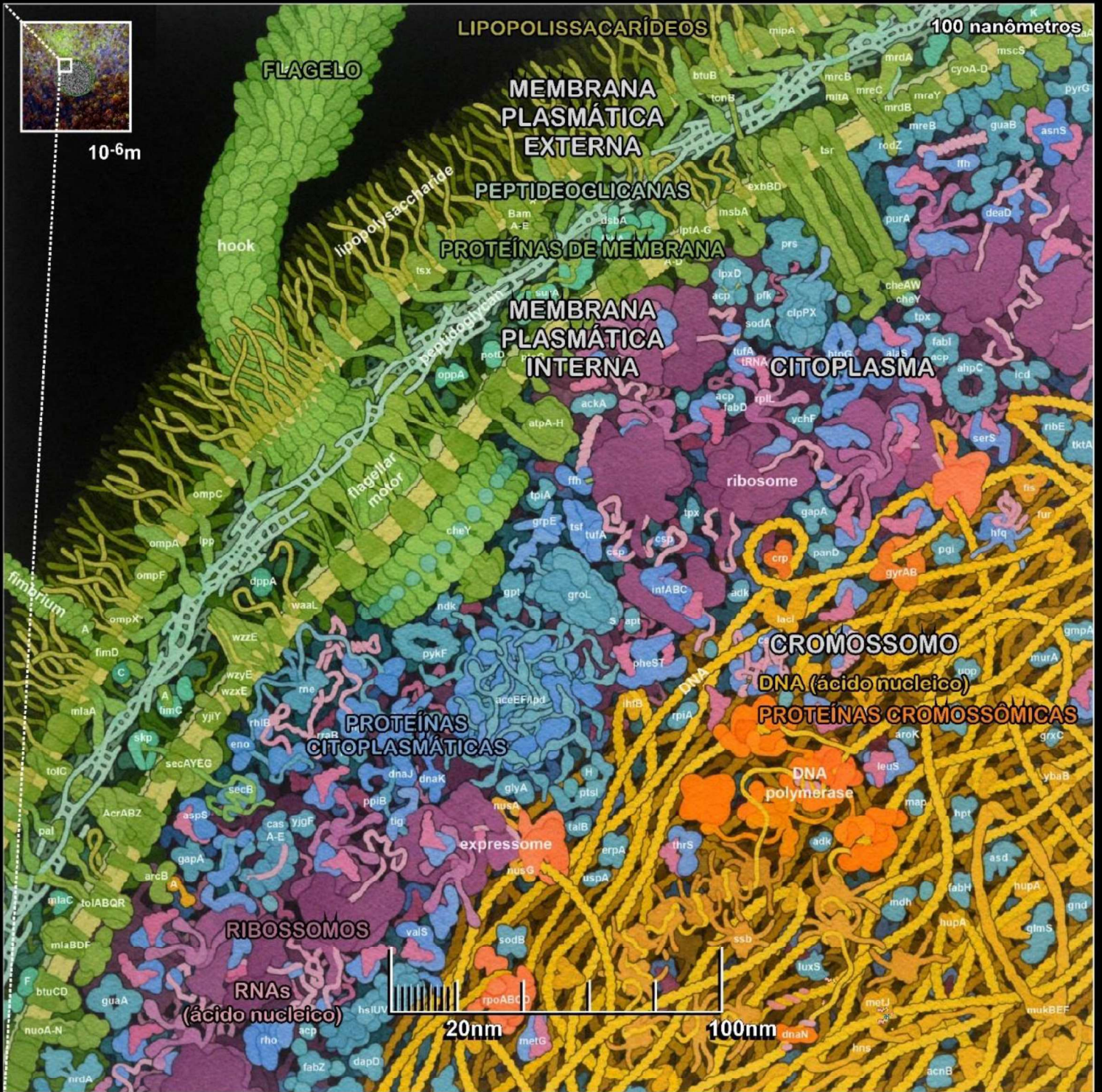
1 micrômetro

PROTOBIONTE

PROTEÇÃO
MOVIMENTAÇÃO
SUSTENTAÇÃO
REPRODUÇÃO

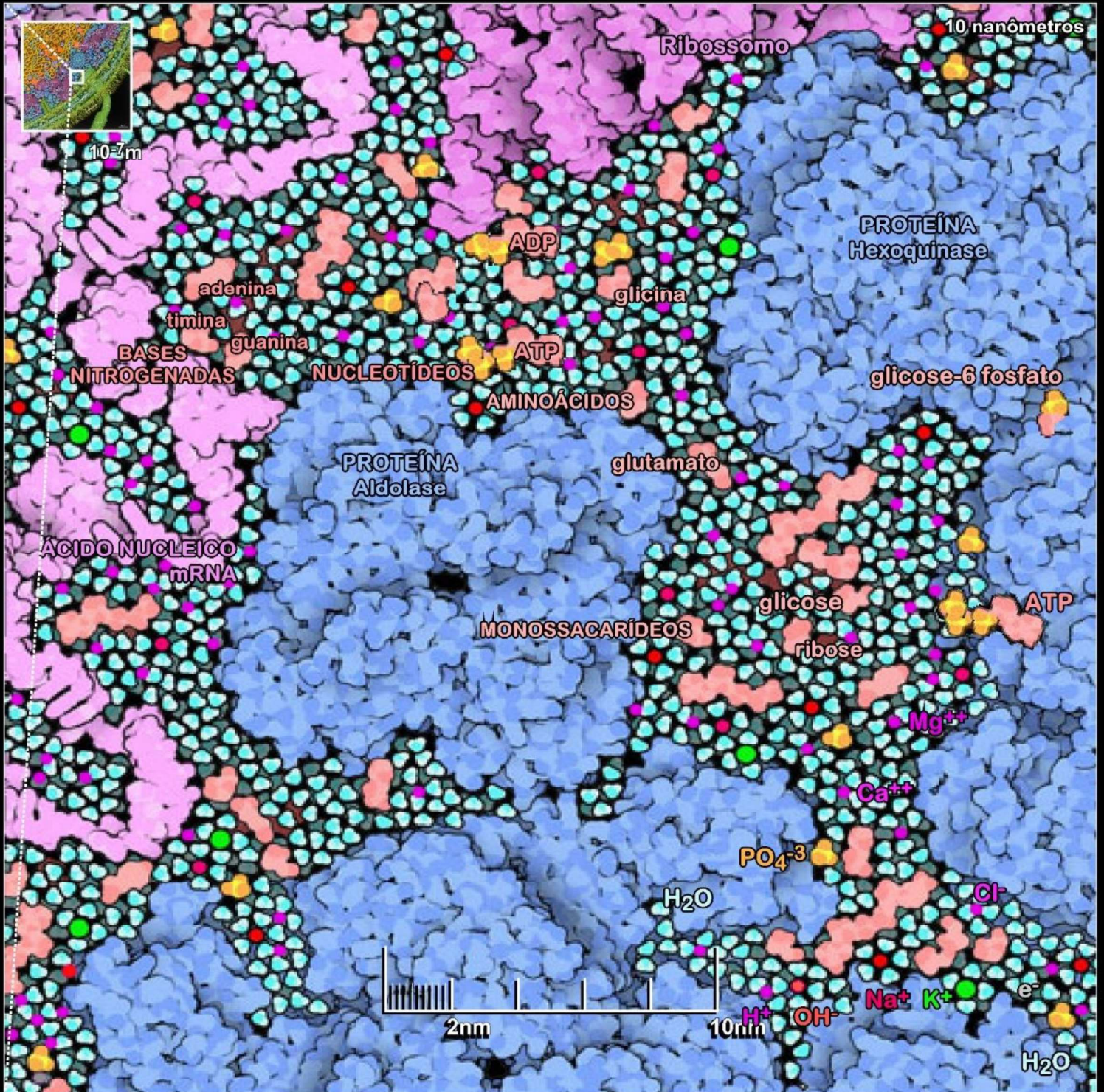
NUTRIÇÃO
METABOLISMO
EXCREÇÃO
PERCEPÇÃO





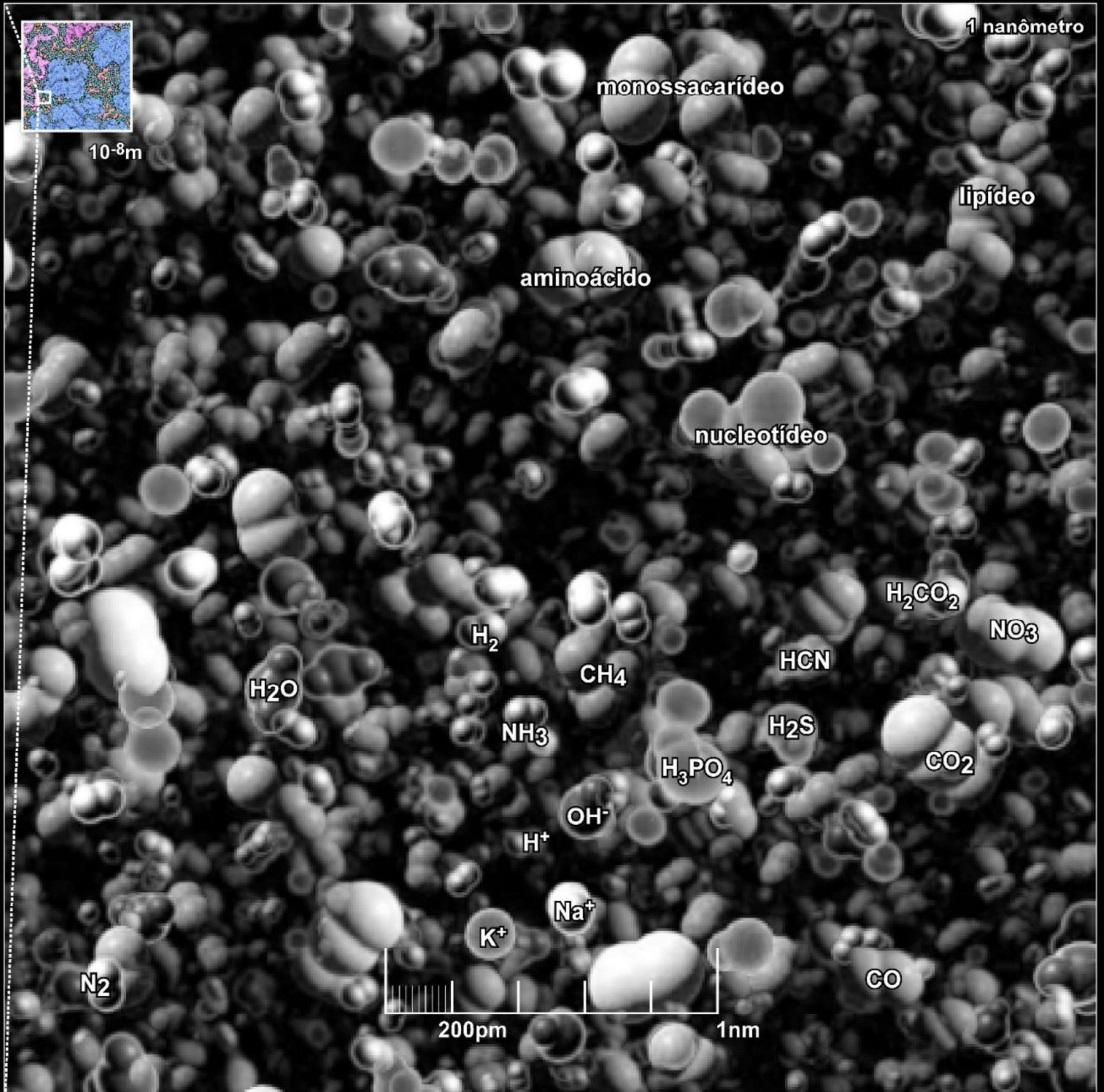
MACROMOLÉCULAS

10⁻⁸m



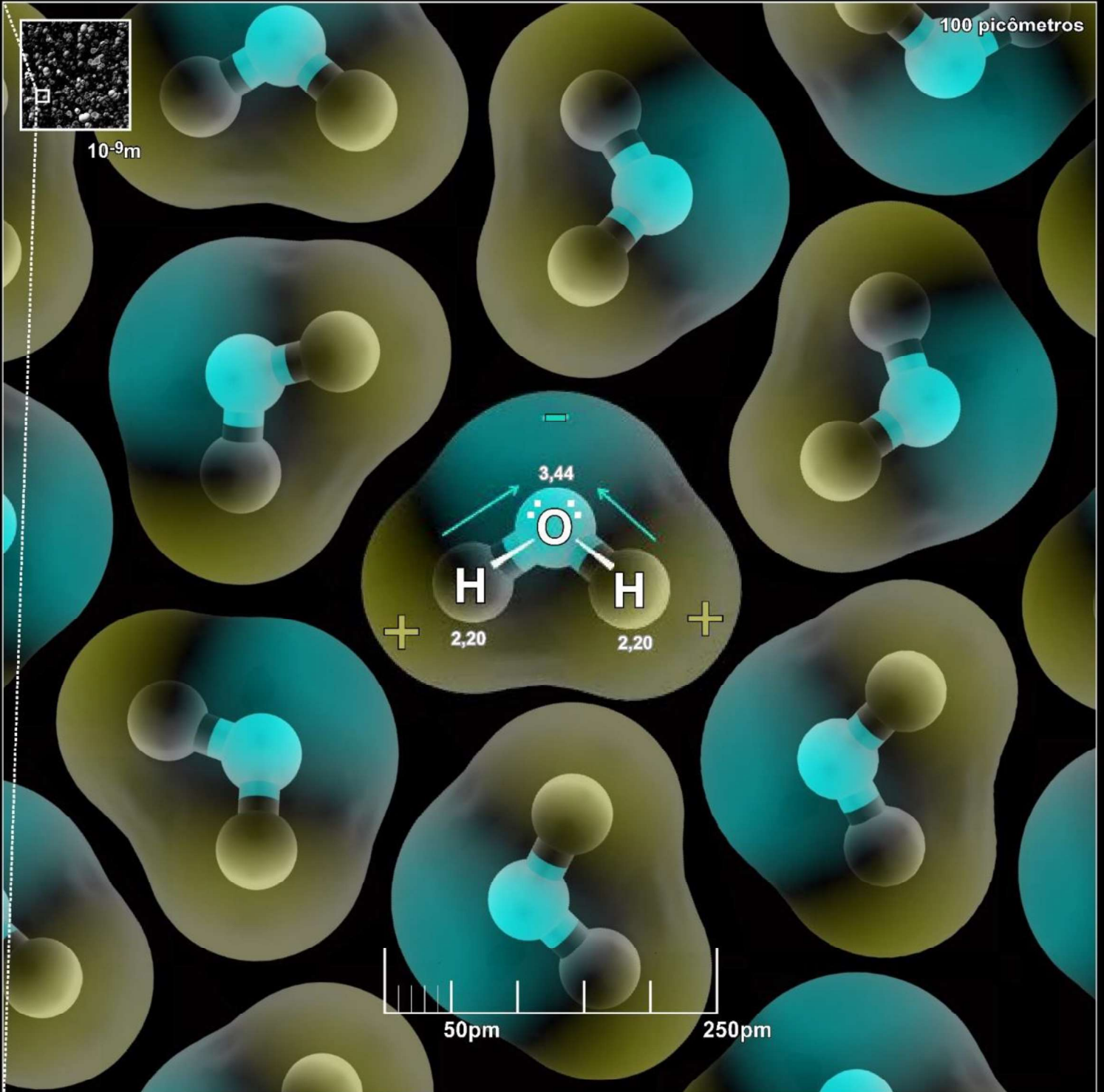
SUBSTÂNCIAS COMPOSTAS

10⁻⁹m



SUBSTÂNCIAS COMPOSTAS

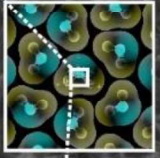
10⁻¹⁰m



ÁTOMOS

10^{-11}m

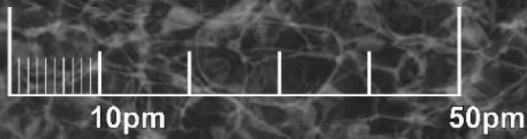
10 picômetros



10^{-10}m

HIDROGÊNIO
Nuvem Eletrônica

Campo
Eletromagnético
fótons



10^{-10}m

NÚVEM ELETRÔNICA

10⁻¹²m

1 picômetro

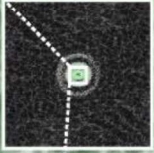
Nuvem Eletrônica
camada 1s
Campo de Léptons

Campo
Eletromagnético
fótons

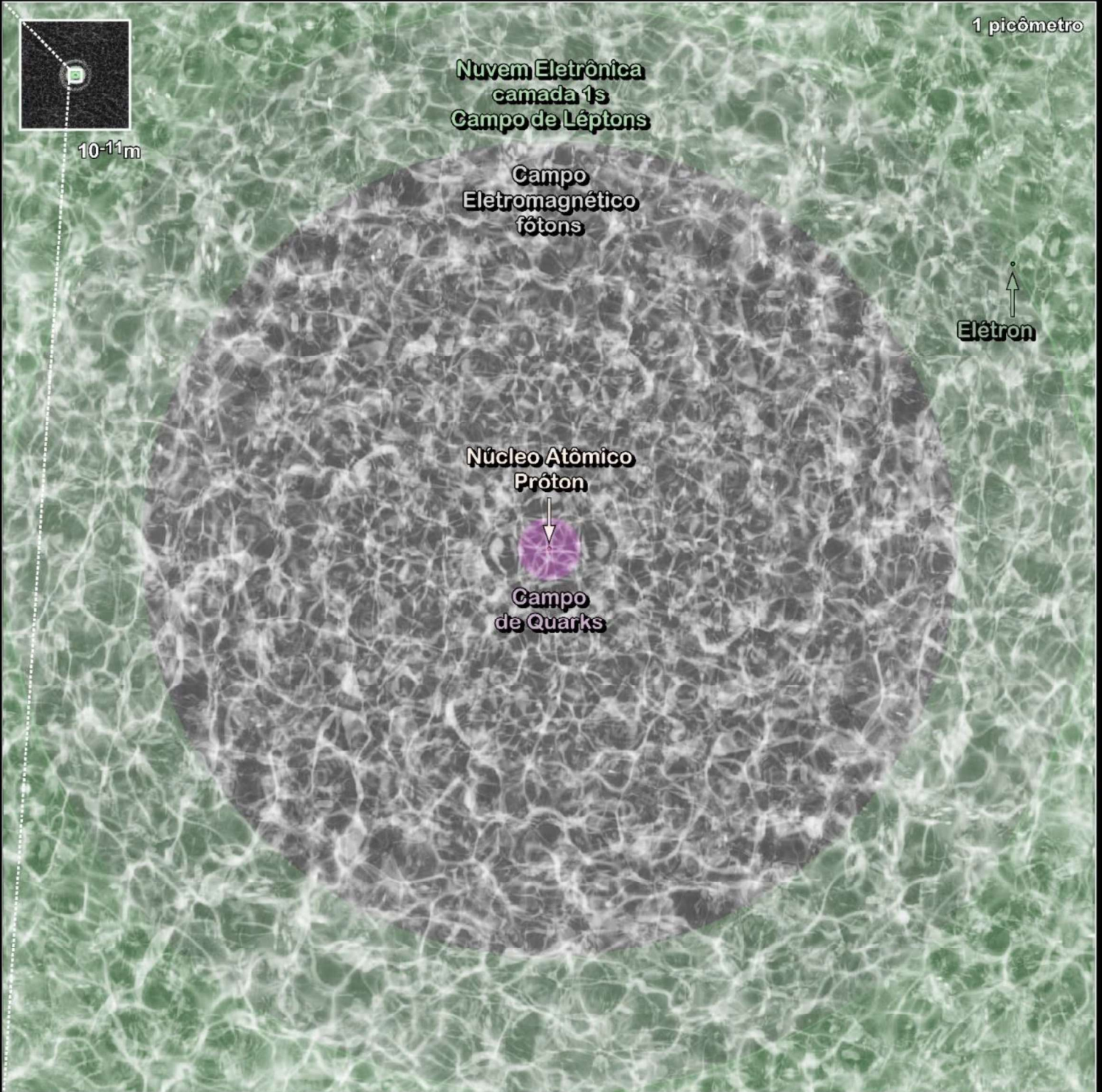
↑
Elétron

Núcleo Atômico
Próton

↓
Campo
de Quarks



10⁻¹¹m



NÚCLEOS ATÔMICOS

10^{-13}m

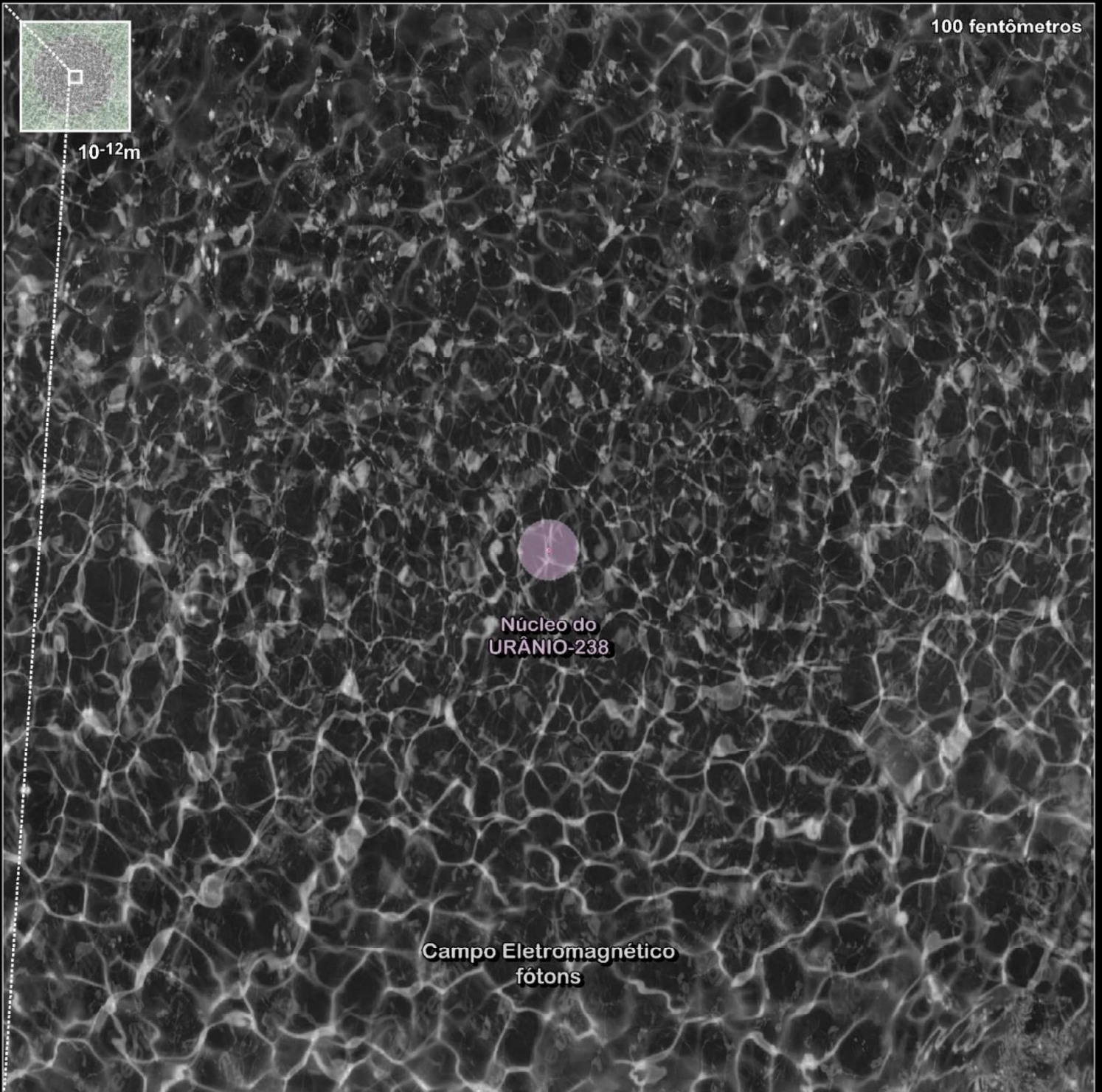
100 fentômetros



10^{-12}m

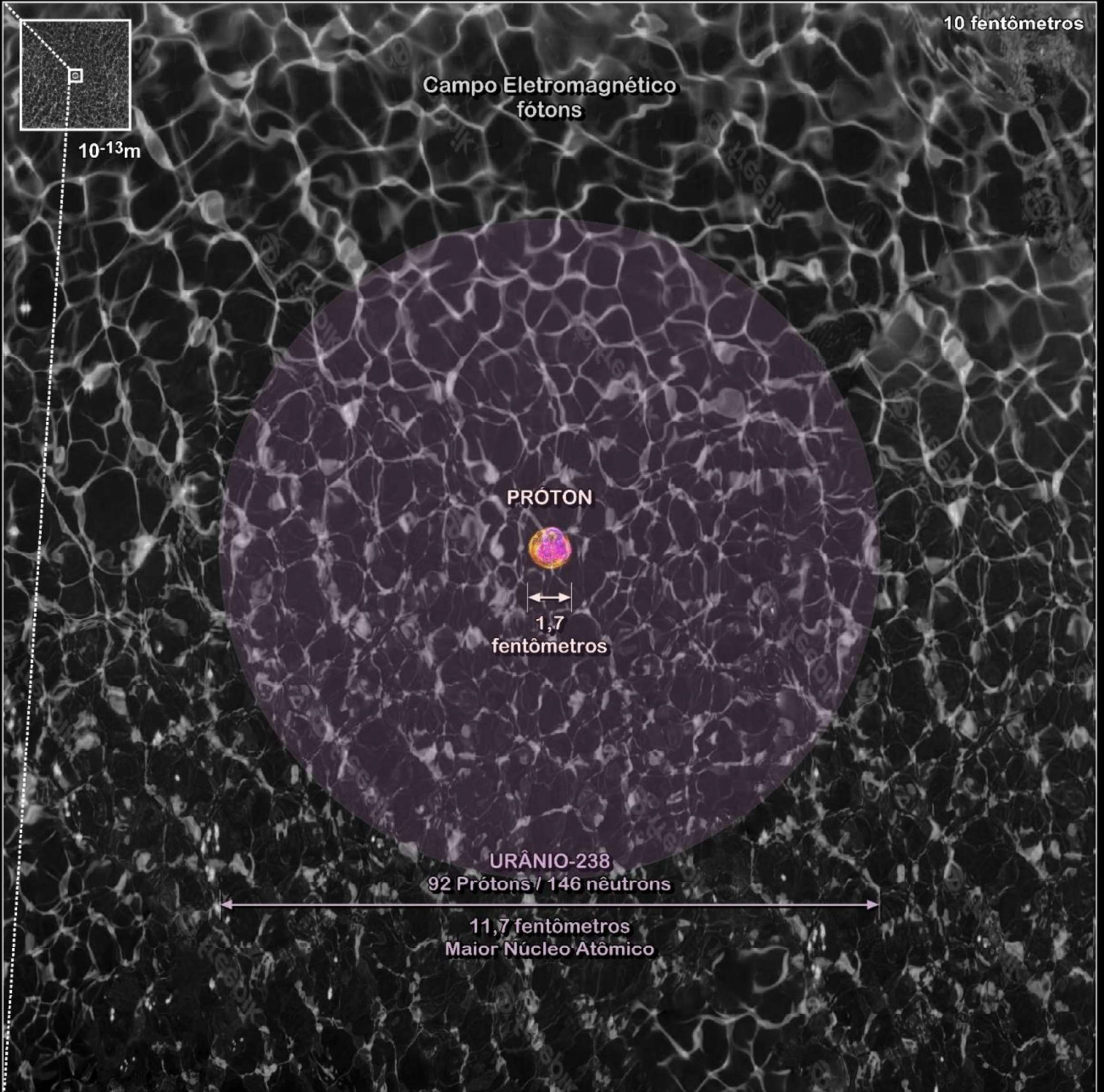
Núcleo do
URÂNIO-238

Campo Eletromagnético
fótons



NÚCLEOS ATÔMICOS

10⁻¹⁴m



10 fentômetros

Campo Eletromagnético
fótons

10⁻¹³m

PRÓTON

1,7
fentômetros

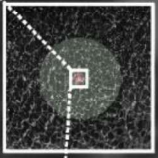
URÂNIO-238
92 Prótons / 146 nêutrons

11,7 fentômetros
Maior Núcleo Atômico

PARTÍCULAS

10^{-15}m

1 fentômetro



10^{-14}m

PRÓTON
1 fentômetro

glúon

glúon

Quark
up

PRÓTON

glúon

glúon

Quark
down

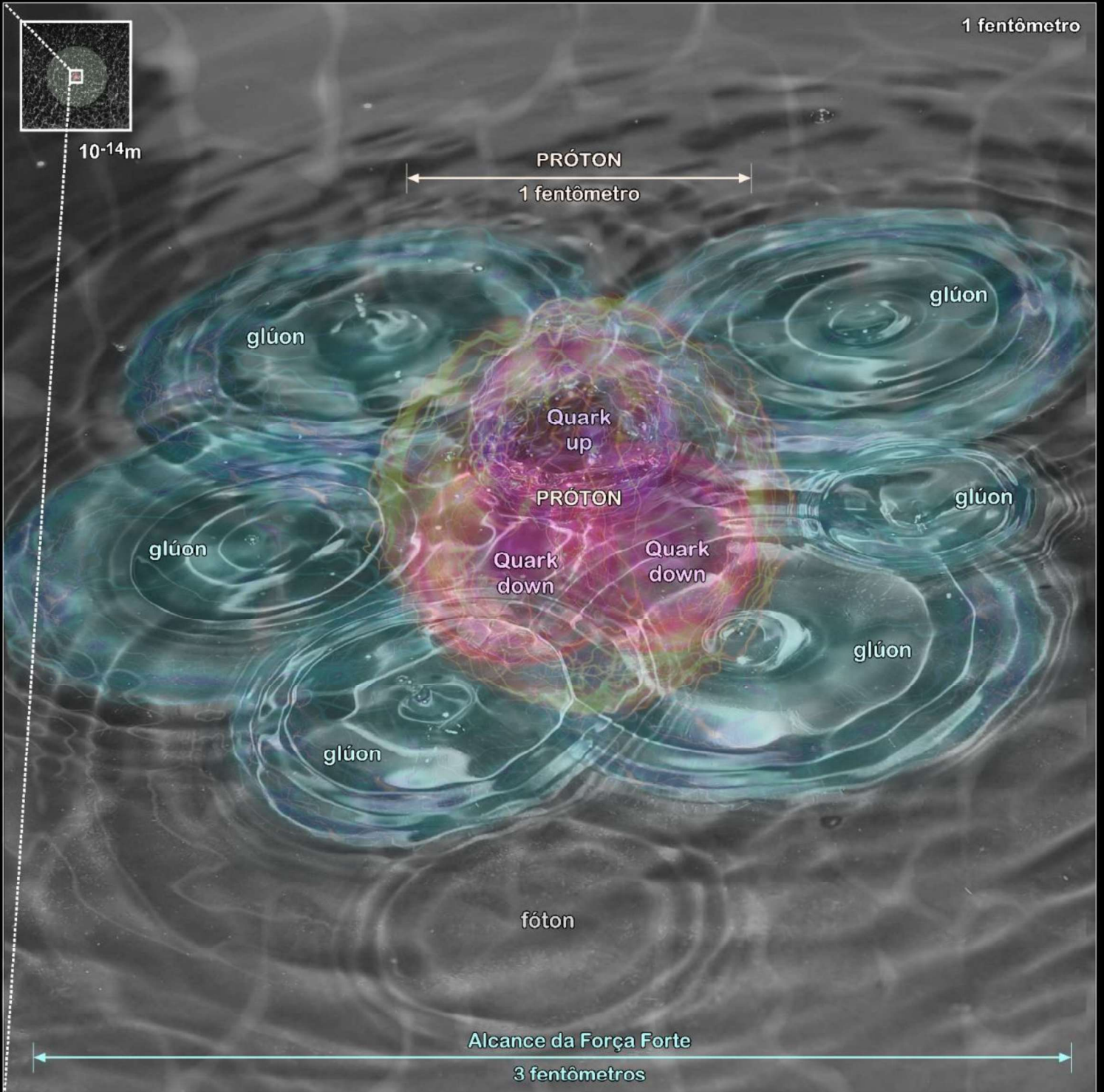
Quark
down

glúon

glúon

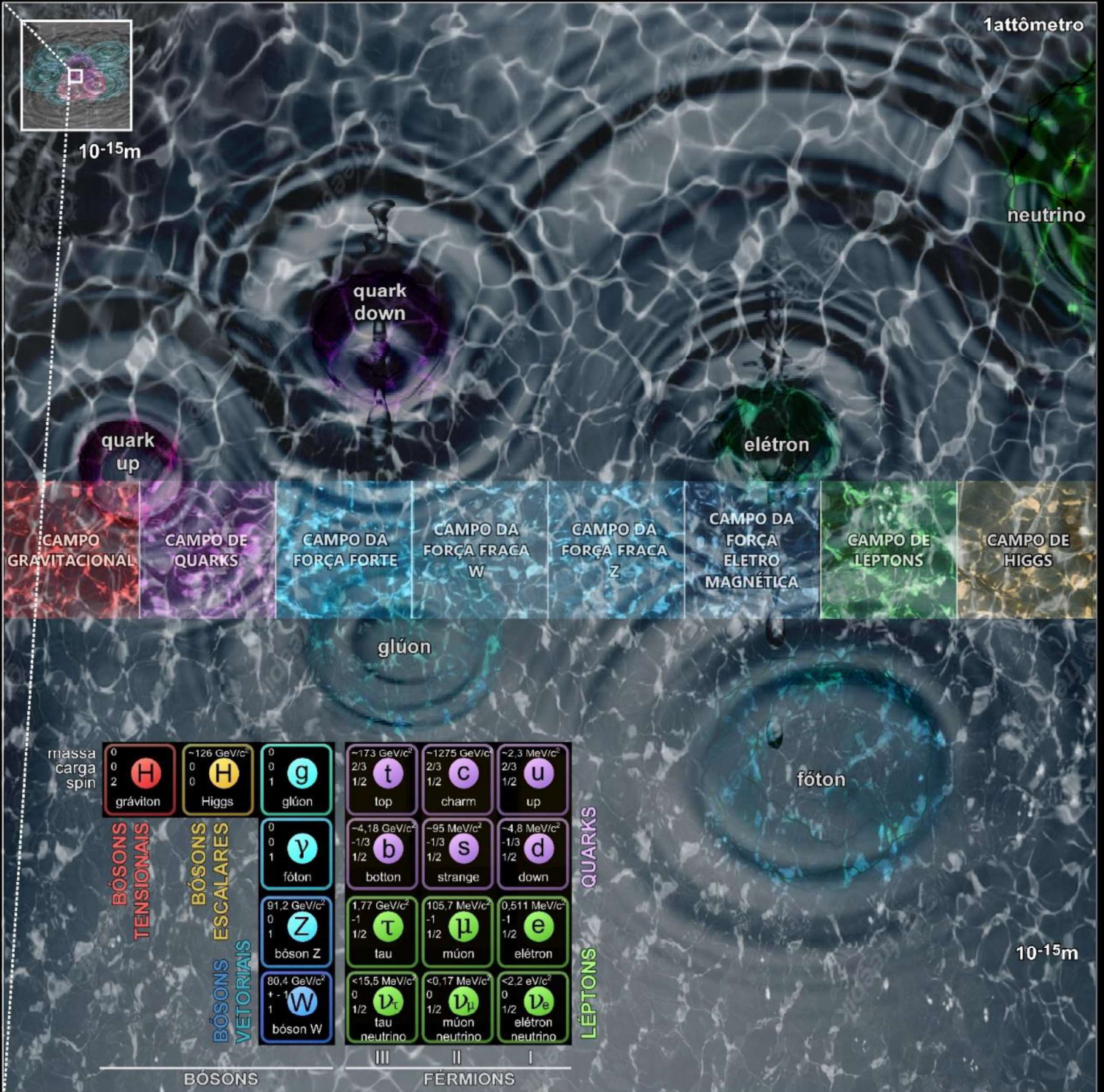
fóton

Alcance da Força Forte
3 fentômetros



SUBPARTÍCULAS

10⁻¹⁸m



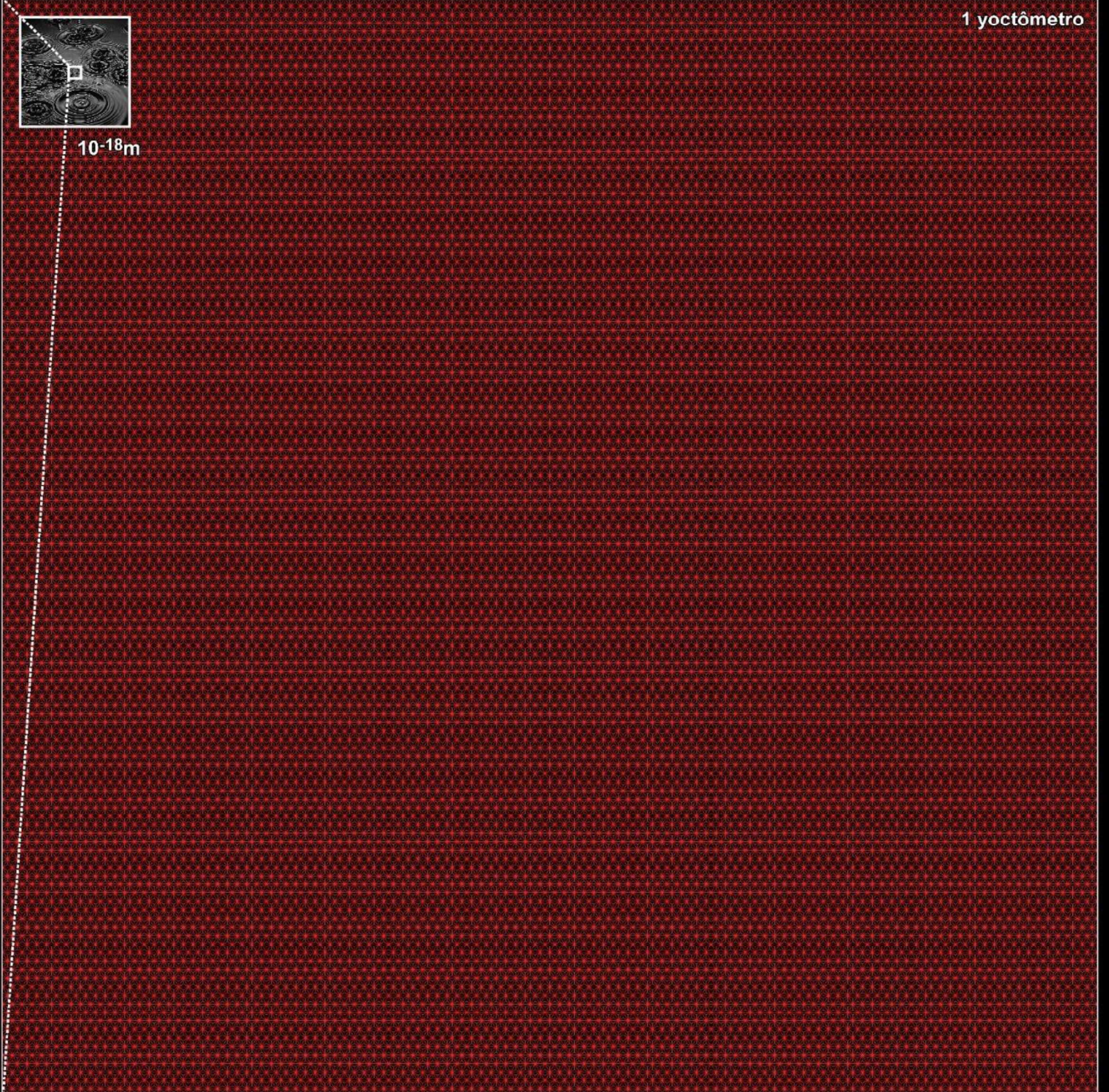
MICRO

10⁻²⁴m

1 yoctômetro



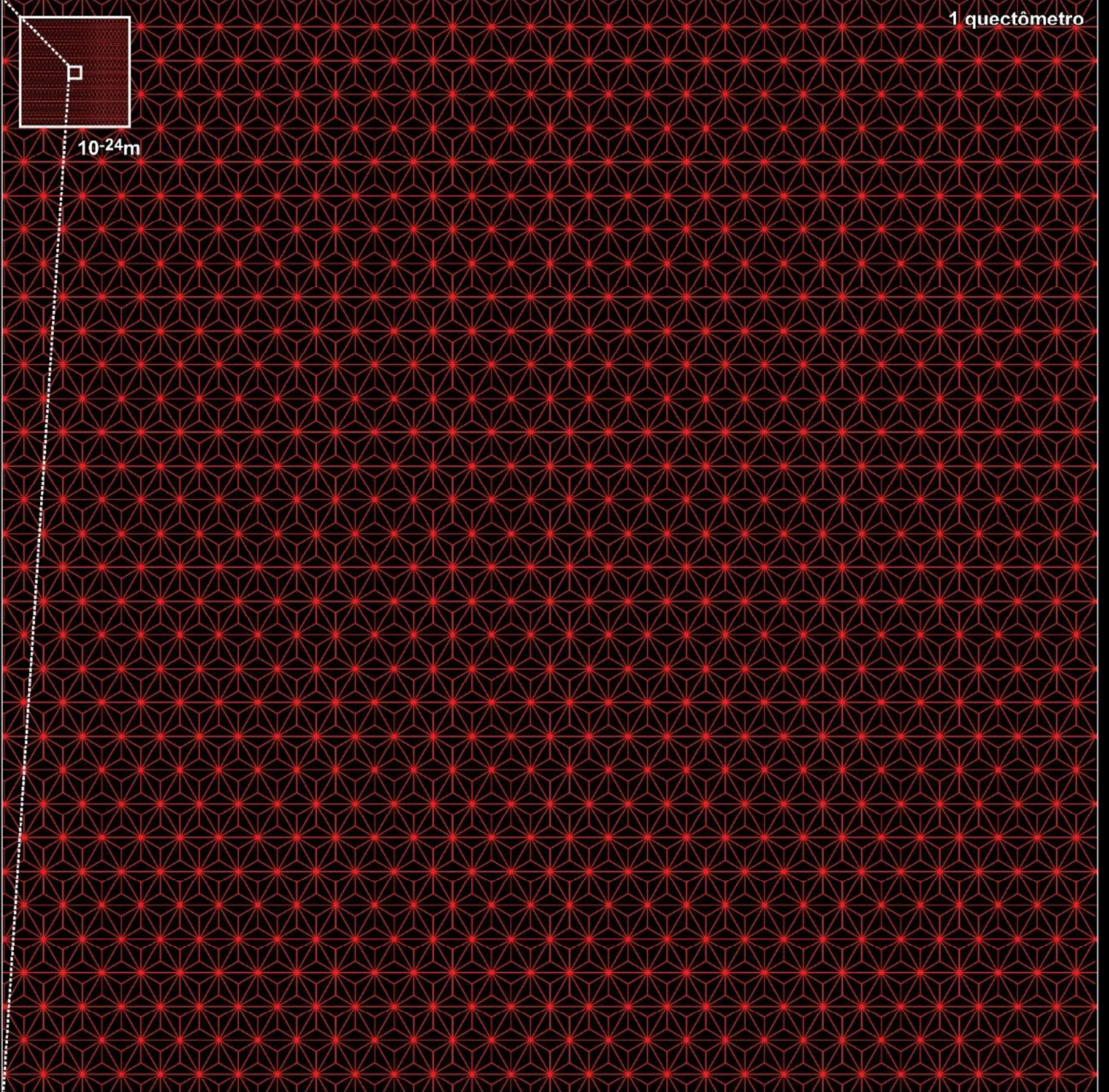
10⁻¹⁸m



MICRO

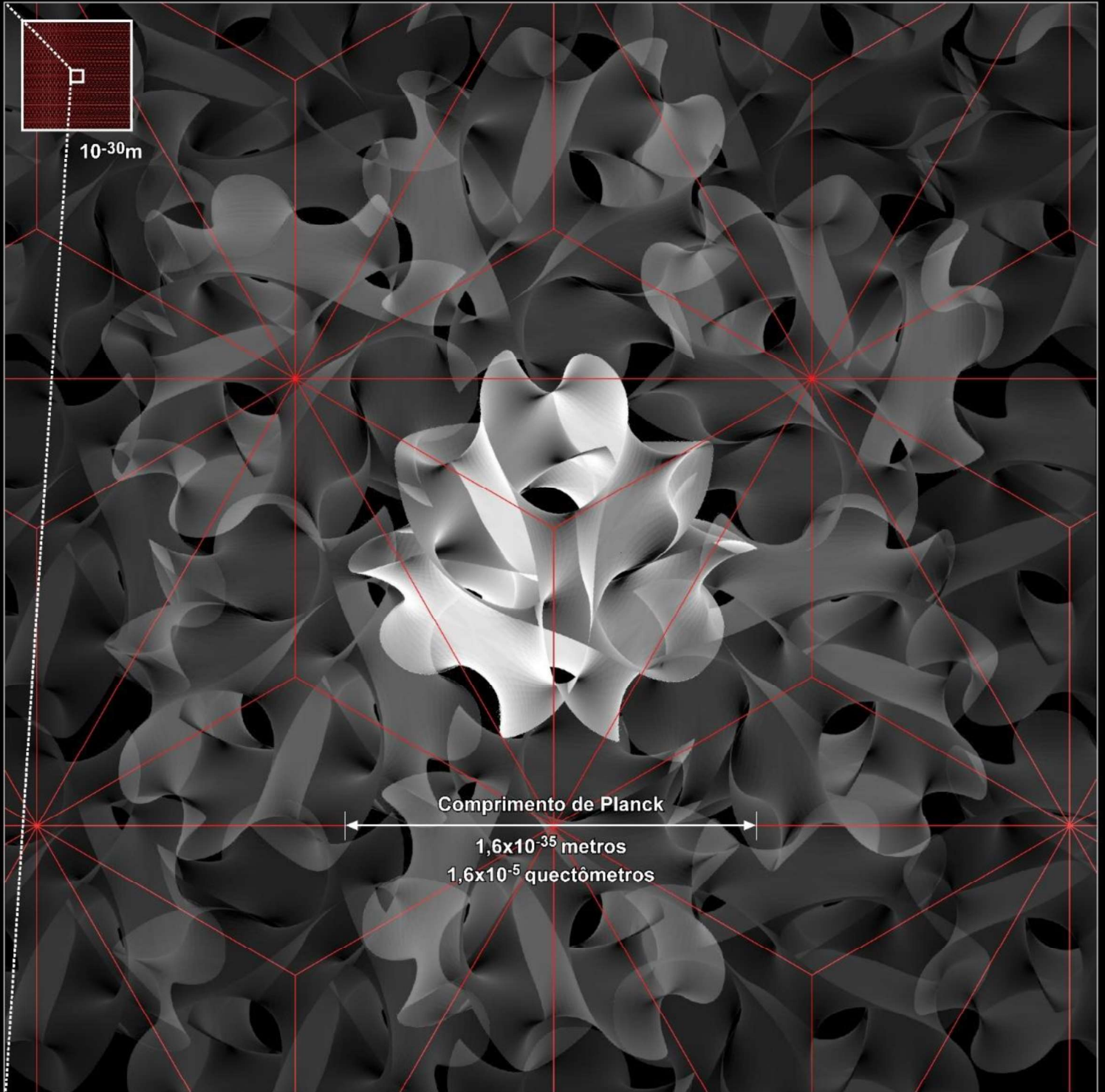
10⁻³⁰m

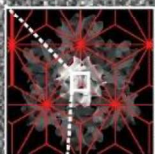
1 quectômetro



MICRO

10^{-35}m





$10^{-35}m$

