

ROTEIROS DE ESTUDO DOS TEXTOS FORNECIDOS EM PDF
PARA GD (GRUPO DE DISCUSSÃO)

- O estudo dos textos deve ser iniciado antes do início da disciplina. Pelo menos os textos 1 (Coutinho 2016), 2 (Sadava et al. 2009) e 3 (Joly et al. 1999) devem ser lidos antes, pois embora a tarde do primeiro dia de aula tenha tempo reservado para leituras, há ainda um quarto texto (Oliveira & Ratter 2000) para discussão geral no dia seguinte. Atenção: o roteiro de estudo do texto 3 prevê leitura dinâmica de outro texto (Ab'Saber 2003) e consulta ao mapa de Cabrera & Willink (1973).
- As respostas das questões propostas NÃO precisam ser entregues por escrito ao professor; apenas anote os apontamentos necessários para discussão em grupo durante as aulas.

GD: Biomas do mundo e Classificação da Vegetação Brasileira.

1º) COUTINHO 2016. Introdução e Cap. 1 (Zonas climáticas e zonobiomas) do livro “*Biomas brasileiros*”.
Oficina de textos, São Paulo.

Analise os principais conceitos e definições expressos desde o início (flora, vegetação, fitofisionomia...), atentando para as bases do conceito de bioma na escola de Walter. Defina zonobioma, eubioma, bioma azonal, eubioma, orobioma, pedobioma, peinobioma, pirobioma, psamobioma, halobioma, helobioma, hidrobioma. Cite exemplos.

2º) SADAVA et al. 2009. Cap. 34 do livro “*Vida, a ciência da Biologia*”. Ed. 8. Vol. II. Artmed, Porto Alegre.
Leia o capítulo 34, do tópico 34.3 (Biomas) à primeira página do tópico 34.4 (Regiões biogeográficas).

Discutiremos em grupo as seguintes questões:

1. Confronte o conceito de bioma neste livro com o de Coutinho.
2. Tome 2 biomas florestais e compare-os quanto às suas diferenças fundamentais.
3. Tome 2 biomas não-florestais e compare-os quanto às suas diferenças fundamentais.
4. Qual a diferença fundamental na definição de biomas e de regiões biogeográficas?

Os biomas do Brasil (e domínios morfoclimáticos) serão tratados em aula expositiva.

Para uma classificação da vegetação brasileira recomenda-se uso do sistema do IBGE 2012 - Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro (pdf disponibilizado na disciplina).

3º) JOLY, C.A. et al. 1999. Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation. *Ciência e Cultura* 51(5/6): 331-348.

1. Em que se baseiam fundamentalmente os 2 tipos de sistemas de classificação de vegetação?
2. Compare o mapa fitogeográfico de Martius (fig. 1) com os domínios dos biomas terrestres (fig. 3) e com os domínios morfoclimáticos de Ab'Saber (2003, ver pdf disponível na disciplina).
3. Compare agora esse quadro geral de domínios e biomas com a classificação em províncias biogeográficas de Cabrera & Willink (1973) (mapa disponibilizado em pdf).
4. Qual princípio norteador do sistema RADAMBRASIL (depois adotado e aprimorado pelo IBGE) faltava nos sistemas de Andrade-Lima, Rizzini e Eiten?
5. Descreva sucintamente a hierarquia de classes e critérios que as determinam no sistema IBGE (Velloso 1991; pode-se consultar a classificação IBGE, mas para nossa discussão basta a leitura de Joly et al. 1999).

AMAZÔNIA:

6. Comente brevemente as diferentes correlações entre exuberância da vegetação florestal amazônica e fatores ambientais, segundo os primeiros naturalistas, defensores da “ilusão da abundância”, e modelos atuais. Destaque as bases (falsas ou não) sustentando cada visão.
7. Confronte a subdivisão da Amazônia em regiões fitogeográficas (florísticas) de Ducke & Black e de Prance, com a subdivisão em cerca de 21 fitofisionomias do IBGE.
8. Confronte brevemente as prioridades fundamentais invocadas em cada modelo (ilusão de abundância x especialização de nichos x raízes profundas) visando conservação.

MATA ATLÂNTICA

9. Comente sucintamente a controvérsia sobre os limites geográficos da Mata Atlântica e sua problemática relacionada

à conservação.

10. Quais as principais conclusões do trabalho de Oliveira & Fontes (2000)? Qual sua consequência em relação à questão anterior?

CERRADOS

11. Descreva resumidamente o conceito de cerrado s.l. de Coutinho (1978). Ele é essencialmente fisionômico ou florístico?

12. No domínio dos cerrados, quais outros tipos de vegetação ocorrem?

13. Qual interessante informação emergiu da análise florística comparativa feita por Ratter & Dargie (1992)?

14. Confronte a interpretação dos caracteres xeromorfos na vegetação do cerrado, feita por Warming com os dados de Rawitscher e Ferri.

15. Quais fatores já foram considerados como determinadores ou mantenedores de cerrados? Qual a visão dos autores desta parte do texto?

16. Demonstre a conveniência de tratar o Pantanal como parte (ou extensão) do domínio dos cerrados.

CAATINGAS

17. Como foi definida a caatinga por Andrade-Lima, Schnell, Rizzini e Veloso *et al.*?

Em que se baseiam os principais subtipos distintos por cada autor?

CAMPOS SULINOS

18. Quais tipos principais de formação vegetacional cobrem esse domínio?

19. Porque as formações campestres sulinas são consideradas muito distintas (ou pouco relacionadas com) das do planalto central?

20. Por que na classificação do IBGE tanto a caatinga como os campos sulinos são considerados formações estépicas?

OBS: No grupo de discussão em sala, discutiremos apenas dois desses domínios.

4º) OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2000. Padrões florísticos das matas ciliares da região do Cerrado e a evolução das paisagens do Brasil Central durante o Quaternário tardio. In Rodrigues, R.R. & Leitão Filho, H.F. (eds.) Matas ciliares. EDUSP/FAPESP, São Paulo, p. 73-89.

1. Quais as duas províncias fitogeográficas mais extensas da América do Sul Tropical e o que seria a “diagonal seca” ou “diagonal de formações abertas”.

2. Qual a hipótese de Andrade-Lima (1982) e de Bigarella *et al.* (1975) para explicar as semelhanças florísticas entre Florestas Amazônica e Atlântica?

3. Na figura 1, a ocorrência de cerrados está restrita à Província Fitogeográfica do Cerrado? Que tipos de formações vegetais existem nas áreas em branco, dentro dessa província?

4. Descreva as duas “rotas de migração”, NE-SW e NW-SE, comentadas pelos autores, e seu papel.

5. Quais as ideias de Cabrera & Willink (1973), Rizzini (1979) e Pires (1984) sobre o papel das matas-de-galeria do Brasil Central?

6. Sobre os métodos empregados no trabalho:

a) quantas listas florísticas foram selecionadas, e como?

b) qual o sistema de classificação da vegetação brasileira escolhido, e por quê?

c) como os 3528 nomes de espécies citados nas 106 listas puderam ser reduzidos para os 3114 operacionais? Ressalte a importância deste processo.

d) qual o objetivo da análise multivariada efetuada (DCA)?

7. Analisando a fig. 3 dos resultados da análise multivariada com ordenação (DCA), como os autores interpretam os vértices da figura aproximadamente triangular obtida pelos pontos ordenados?

8. Comente a posição das áreas de Mata Atlântica na fig. 3. Depois compare as posições das florestas decíduas com as de galeria, e a influência dos rios nas ligações florísticas entre matas-de-galeria e florestas amazônicas.

9. Interprete os 3 diagramas de intersecção de círculos (diagramas de Venn).

10. Quais as razões ecológicas apontadas pelos autores para as ligações florísticas mais fortes de florestas-de-galeria do Brasil Central com 3 outros tipos de florestas?

11. Na sua opinião, qual o grau de confiabilidade dos mapas apresentados? Por quê?

12. Qual a principal semelhança entre o buriti (*Mauritia*) e a pindaíba-do-brejo (*Xylopia emarginata*) quanto ao padrão de distribuição e ecologia?

Conclusões:

13. Quais os fatores apontados como determinantes da distribuição dos cerrados? É possível correlacionar diretamente fatores ecológicos como sazonalidade climática e solo com o tipo de vegetação local?

14. Explique a hipótese de Prado & Gibbs (1993) para as ligações florísticas das “matas calcárias”, “caatingas” e outras

- formações (semi)decíduas sul-americanas. Ela tem apoio paleontológico?
15. O que os autores concluem sobre a “rota de migração NW-SE” via rede dendrítica de matas-de-galeria?
16. Qual as causas e evidências apontadas para:
- ligações florísticas entre as matas-de-galeria centro-sulinas e as florestas semidecíduas da Província Paranaense, especialmente suas florestas montanas?
 - ligações florísticas entre as matas-de-galeria oeste-setentrionais e florestas amazônicas.

GD: Biogeografia Histórica: os conceitos de centro de origem e vicariância.

1º) MORRONE, J.J. et al. 1996. Manual de Biogeografia Histórica: Dispersalismo.

Leia as 2 primeiras páginas do capítulo 4, onde os autores sintetizaram os princípios fundamentais dessa escola. Tente justificar/criticar alguns dos meios de detecção de centros de origem de espécies, listados a partir da literatura por Cain (1942).

2º) McCOY, E.D. & HECK, K.L. 1976. Biogeography of corals seagrasses, and mangroves: an alternative to the center of origin concept. Syst Zool. 25(3): 201-210.

- Porque os autores iniciam sua apresentação rejeitando a identidade "centro de origem = centro de diversidade atual"?
- Quais foram as razões básicas para a escolha de corais hermatípicos + angiospermas marinhas + manguezais para a análise? Que importante princípio da Panbiogeografia está implícito nessa análise multi-organísmica?
- A congruência geral de distribuição mundial presente das 3 associações estudadas (ilustrada na fig. 1) pode ser inicialmente explicada em termos ecológicos? Como?
- Qual a suposição inicial de co-ocorrência dos 3 grupos? É apoiada por registro fóssil?
- Examine sucintamente o grau de correlação nos padrões de diversidade genérica para os 3 grupos.
- Quais as razões biológicas básicas para os autores rejeitarem a possibilidade de dispersão a longa distância nos grupos estudados?
- Quais as razões básicas para a rejeição de hipóteses de dispersão e de superioridade competitiva de grupos novos nos centros-de-origem?
- Em suma, o modelo alternativo proposto contrapõe: "biota ancestral ampla + especiação + extinção + eventos tectônicos", de um lado, e do outro "centro de origem nos Oceanos Índico-Pacífico Ocidental e dispersão a longa distância". Qual a diferença básica na natureza dos processos postulados num modelo e no outro?

GD: Fitogeografia da Vegetação Montana.

1º) MORTON, J.K. 1972. Phytogeography of the West African Mountains. In VALENTINE, D.H. (ed.) Taxonomy, phytogeography and evolution. Academic Press, London. p. 221-236.

- Por que o autor afirma, no início do texto, que montanhas são “laboratórios abertos excelentes” para estudos evolutivos?
- Qual o aspecto mais notável relacionado com a posição equatorial das montanhas africanas? Ocorre situação análoga noutros continentes?
- Como o autor define “espécie montana”?
- Qual a natureza dos endemismos oeste-africanos segundo o autor? (neo ou paleoendemismos?).
- Por que parece provável ao autor que as florestas montanas do continente não teriam experimentado taxa de especiação tão alta quanto as florestas insulares?
- Em que aspecto a flora montana campestre (ou savânica) passou por situação análoga à da flora montana florestal insular?
- Como funcionaria a “bomba evolucionária” (*species pump*) responsável pelos processos de especiação nas montanhas continentais africanas?
- Comente a importância na evolução das floras montanas africanas de: a) fotoperíodo e provável migração de plantas do Hemisfério Norte; b) autocompatibilidade; c) poliploidia.
- Quais seriam as duas hipóteses básicas para explicar as disjunções de táxons montanos na África? Qual delas defende Morton? Por quê?
- Qual teria sido o papel das várias áreas elevadas pequenas espalhadas entre os principais sistemas orogênicos na África?
- Cite algumas evidências (de outras fontes) para alterações climáticas passadas na África.
- Resuma o modelo proposto por Morton na conclusão do artigo.

2°) SAFFORD, H. DeF. 2007. **Brazilian Páramos IV. Phytogeography of the campos de altitude. J. Biogeogr. 34: 1701–1722.**

- 1) Os campos de altitude localizados no Domínio da Mata Atlântica no sudeste do Brasil compartilham maior semelhança geral com qual formação andina?
- 2) Destaque os principais passos metodológicos utilizados nessa análise fitogeográfica pelo autor: floras brasileiras compiladas e de 17 outras localidades; reunidas em grupos fitogeográficos com distâncias geográficas calculadas para cada par de unidades e submetidas a teste de Mantel; análise multivariada de matriz de gêneros; comparação das formas-de-vida predominantes, e das síndromes de polinização e de dispersão dos gêneros nos campos de altitude flora.
- 3) Comente as principais explicações do autor para alguns dos resultados obtidos:
 - a) 2/3 dos gêneros dos campos de altitude têm ancestralidade tropical, os demais têm origem temperada ou cosmopolita;
 - b) a maioria dos gêneros de campos de altitude são fanerófitas e hemicriptófitas, entomófilas, anemófilas ou dispersas por gravidade, mas com diferenças significativas na distribuição desses caracteres entre os grupos fitogeográficos;
 - c) os campos de altitude exibem similaridades florísticas mais fortes com outras regiões montanas brasileiras e com sítios nos Andes do que com as regiões circunvizinhas de elevação média a baixa;
 - d) similaridades florísticas entre localidades, comparando gêneros temperados e gêneros tropicais;
 - e) respostas diferentes a fatores climáticos exibidas por diferentes grupos fitogeográficos.
- 4) Que dados obtidos permitem as seguintes conclusões gerais:
 - a) os padrões de endemismo e diversidade na flora dos campos de altitude do sudeste brasileiro denotam provável predomínio de especiação alopátrida, dirigida predominantemente por fatores climáticos;
 - b) o componente tropical desses campos parece ser derivado primariamente de ambientes elevados mais secos do interior do Brasil, enquanto a importância do componente temperado aumenta com a altitude;
 - c) a maioria dos táxons temperados dos campos de altitude parece ter chegado ali por migração via habitats favoráveis, e não por dispersão a longa distância recente (ressalte-se que ao menos 11% das espécies dos campos de altitude estudados são diretamente compartilhadas com os Andes);
 - d) os campos de altitude parecem estar se contraindo nos últimos 10.000 anos, à medida que o clima regional foi-se tornando mais quente e úmido.

GD: Escolas da Biogeografia Histórica. Biogeografia Cladística.

1°) CRISCI, J.V. & MORRONE, J.J. 1990. **En busca del Paraíso perdido: la Biogeografía Histórica. Ciencia Hoy 1(5): 26-34.**

- 1) Porque a correlação táxons endêmicos-clima é insatisfatória?
- 2) Quais as duas hipóteses fundamentais para explicar as distribuições disjuntas atuais de táxons? (ver fig. 3). Qual a idade da “barreira” em cada hipótese? Apresentar uma “prova” para cada hipótese.
- 3) Conceitue biota.
- 4) Qual das 2 hipóteses biogeográficas em questão leva a mais alta probabilidade de coincidências entre padrões de distribuição de animais e plantas em duas ou mais biotas? Por quê?
- 6) Onde era o centro de origem das espécies segundo Wallace (1876)? Qual o impacto do ressurgimento das idéias de deriva continental sobre um conceito de “dispersão a partir do acerto de origem”?
- 7) Descreva resumidamente os passos do método da “Panbiogeografia” de Croizat.
- 8) Na Sistemática Filogenética (Cladística), porque se assume que a semelhança global entre os organismos não necessariamente indica relações de parentesco entre eles?
- 9) O que são sinapomorfias e porque só elas podem indicar relações de parentesco entre táxons?
- 10) Defina grupo monofilético.
- 11) No cladograma (árvore filogenética) da fig. 5, porque “Mamíferos” é um taxon monofilético, e também “Tetrápodos”, mas se fizéssemos um táxon juntando apenas Anfíbios e Répteis não seria monofilético e sim parafilético?
- 12) Na Biogeografia Cladística (ou de Vicariância), como se constrói um cladograma de áreas geográficas a partir do cladograma de táxons? Como se resolvem os 3 problemas que aparecem nesse processo?
- 13) Como se constrói um cladograma geral de áreas? O que significa o cladograma final obtido na fig. 8?
- 14) Por que Paterson concluiu que a América do Sul deve ser uma área composta por fragmentos continentais de diferentes origens? Para complementar essa questão, consulte no artigo de Sanmartin & Ronquist (2004) apenas o tópico “South America Biotic Divide” a pág. 239 (mas veja tbm as figuras 2, 9 e 10, e na figura 7 atente para as posições de S South America e N South America) e comente a explicação proposta por esses autores para

“natureza composta” da biota sulamericana.

2º) LINDER, H. P. & CRISP, M. D. 1995. *Nothofagus* and Pacific Biogeography. *Cladistics* 11: 5-32.

1. Como os autores expressam, na Introdução, o paradigma de trabalho da Biogeografia Cladística?
2. Que características de *Nothofagus* o tornam um táxon potencialmente informativo sobre a história das biotas austrais? Que tipo de novos dados do táxon estimularam os autores a implementar uma nova análise da biogeografia austral?
3. Como foram selecionados os outros táxons além de *Nothofagus*? Quais as áreas de endemismo adotadas?
4. Resuma os passos dos métodos utilizados para a obtenção das árvores das figuras 1 (morfologia), 2 (rbcL) e 3 (evidência total).
5. Como foi construído o conjunto de relações entre as áreas representado na árvore da fig. 9a? Traduza-o para notação parentética.
6. Comente, em termos biogeográficos, alguns aspectos interessantes do confronto das 2 árvores da fig. 9 (a, b). Como foi construída a árvore da fig. 10?
7. Na discussão, qual o significado do padrão "intrigante" (Madagascar(África, NEAmérica Sul)) comentado pelos autores?
8. Porque um cenário hipotético com *Nothofagus* tendo ampla distribuição pretérita, com seu atual padrão disjunto alcançado por vicariância + extinção + especiação simpátrida é mais consistente do que uma explicação no modelo dispersalista (centro de origem + dispersão a longa distância)?
9. Quais as defesas apresentadas pelos autores para sua hipótese de relação fitogeográfica mais estreita entre Austrália e Nova Zelândia do que destas com a América do Sul austral, mesmo face à sua incongruência com a história geológica convencional?

GD: Biogeografia Histórica Integrativa

1º). DAVIS, C.D. et al. 2002. Laurasian migration explains Gondwanan disjunctions: evidence from Malpighiaceae. *PNAS* 99(10): 6833-6837.

1. Confronte a hipótese de Vogel (1990) com a de Anderson (1990) sobre a origem e diversificação de Malpighiaceae.
2. Atente para as principais etapas metodológicas:
 - obtenção de filogenia molecular a partir de dados combinados de 2 marcadores (*ndhF* e *PHYC*) de 70 espécies de Malpighiaceae e 1 grupo-externo (Peridiscaceae);
 - teste de bootstrap para obtenção de grau de sustentação (confiabilidade) dos cladogramas;
 - aplicação de DIVA para obter áreas ancestrais;
 - uso de algoritmo não-paramétrico para estimar *tempo de divergência* a partir da reconstrução com DIVA;
 - uso de espécie-fóssil de *Tetrapterys* (33 m.a. – Oligoceno) para *calibração da árvore filogenética*.
3. Que resultados favorecem a hipótese de Anderson em detrimento da de Vogel? Porém, que evidências refutam possíveis episódios de dispersão a longa distância através do Oceano Atlântico?
4. Resuma a nova história biogeográfica de Malpighiaceae descrita pelos autores, destacando para cada evento a época de ocorrência e suas condições ambientais gerais, bem como as evidências invocadas para corroboração.
5. Quais as implicações gerais desse novo modelo para a interpretação das disjunções Afro-Sul-americanas, seja admitindo vicariância, seja dispersão? Explique a hipótese alternativa proposta pelos autores (migração de grupos tropicais via “conexão boreotropical eocênica”). Que tipo de grupos neotropicais atuais não teriam tido oportunidade de utilizar essa conexão?

GD: Biogeografia Histórica Integrativa e avaliação do estado atual

**LOMOLINO, M.V., RIDDLE, B.R. & BROWN, J.H. 2006. *Biogeography*. Ed. 3:
Analisar 2 trechos do Cap. 12: “How complex, really, are biotas?” (pág. 441-446);
e “What are we learning about biotic histories?” (pág. 457-465).**

O primeiro sintetiza os dados sobre a biogeografia histórica do arquipélago do Havaí (do ótimo livro de Wagner & Funk 1995) e o segundo faz uma síntese dos métodos de Biogeografia Histórica e uma avaliação crítica do momento em que a ciência se encontra e perspectivas futuras.

Leia esses 2 trechos e anote os principais tópicos passíveis de discussão em grupo.

No final do capítulo, os autores chamam a atenção para o **modelo de Wiens & Donoghue (2004), uma síntese de ecologia, evolução e biogeografia** visando explicar os **gradientes latitudinais de diversidade específica**. Esse modelo está resumido na página 625 e fig. 15.36 do livro de Lomolino et al. (2006) e estão aqui anexas. Adicionei

ainda no final 2 boxes do artigo original de Wiens & Donoghue (2004), no intuito de facilitar e enriquecer a compreensão do modelo. Leia e destaque as bases em que foi construído o modelo e os 2 corolários fundamentais que emergem dele.

Obs. IMPRIMIR AS 2 FIGURAS DESTA PARTE COLORIDAS!

2°) KERKHOFF, A.J., MORIARTY, P.E. & WEISER, M.D. 2014. The latitudinal species richness gradient in New World woody angiosperms is consistent with the tropical conservatism hypothesis. PNAS 11(22): 8125-8130.

Avalie os métodos empregados para este teste das previsões da *Hipótese do Conservantismo Tropical*: distribuições latitudinais de mais de 12.500 espécies de angiospermas lenhosas plotadas sobre uma super-árvore calibrada, usando modelo nulo de testes.

GD: Biogeografia e Diversificação da Biota Neotropical

1°) SIMON, M.F., GREYER, R., QUEIROZ, L.P., SKEMA, C., PENNINGTON, R.T. & HUGHES, C.E. 2009. Recent assembly of the Cerrado, a neotropical plant diversity hotspot, by in situ evolution of adaptations to fire. PNAS 106(48): 20359-20364.

Após leitura do artigo, **retorne ao resumo** e verifique cada uma das conclusões ali expressas, listadas a seguir, e apresente de modo bem resumido quais são os principais dados obtidos pelos autores sustentando cada uma delas:

- a) a diversificação das linhagens de plantas do cerrado teve início há menos de 10 milhões de anos, a maioria diversificando a partir de 4 m.a. ou menos
- b) tal diversificação coincide com a época de expansão das savanas no mundo e com o surgimento e crescente domínio das paisagens abertas tropicais por gramíneas C4 inflamáveis.
- c) a história das linhagens de plantas do cerrado está fortemente associada com o desenvolvimento de adaptações a fogo.
- d) o cerrado se constituiu *in situ* por meio de especializações rumo a resistência ao fogo ocorrentes em várias linhagens, e não por meio de colonização (via dispersão) por espécies de linhagens já previamente adaptadas ao fogo.
- e) a situação geográfica do cerrado, rodeado por biomas de alta riqueza em espécies, e a barreira adaptativa moderada imposta pelo fogo, são fatores que devem ter contribuído para sua alta riqueza específica atual.

2°) PENNINGTON, R.T. & HUGHES, C.E. 2014. The remarkable congruence of New and Old World savanna origins. New Phytol. 204: 4-6.

Este *Comentário* sobre o artigo de Maurin *et al.*, publicado no mesmo fascículo dessa revista, complementa a leitura de Simon *et al.* (2009), e sintetiza muitas conclusões e generalizações sobre a origem e biogeografia das savanas africanas e sul-americanas. Destaque as mais relevantes.

3°) EISERHARDT, W.L., COUVREUR, T.L.P. & BAKER, W.J. 2017. Plant phylogeny as a window on the evolution of hyperdiversity in the tropical rainforest biome. New Phytol. 214: 1408-1422.

Nesta revisão os autores sintetizam e contrastam os principais modelos explicativos da riqueza das florestas tropicais úmidas, sobretudo os de “museu” (ênfase na extinção) e os de “berçário” (ênfase na especiação). Destaque os principais tópicos da revisão e as perspectivas futuras propostas.

4°) ANTONELLI, A. & SANMARTÍN, I. 2011. Why are there so many plant species in the Neotropics? Taxon 60(2): 403-414.

Após leitura desse artigo de cunho revisional, aponte as evidências apresentadas para cada “causa da extraordinária diversificação” na região Neotropical, seguindo as 2 categorias fundamentais:

- a). bióticas (adaptações a solos; interações biológicas com polinizadores, dispersores e herbívoros; conservação de nicho; habilidades de dispersão);
- b). abióticas (tempo; pluviosidade, temperatura e área; orogenia; alterações hidrológicas).

Que diretrizes gerais os autores propõem para testar essas hipóteses?

Por que eles preconizam mais filogenias datadas e com maior amostragem, e aumento de colaboração interdisciplinar?