

# Um gradiente dinâmico de umidade continental levou à diversificação de aves Amazônicas

Categories : [Colunistas Convidados](#)

A Amazônia é um importante berço de biodiversidade, e uma área central nas discussões de processos geradores de diversidade biótica; tem também suma relevância na atual crise climática como grande reservatório e consumidor de carbono.

Porém, tanto a crise climática como as práticas insustentáveis de uso da terra e seus recursos levaram a uma crise sem precedentes da biodiversidade, que pode ameaçar ainda mais o conjunto e qualidade dos serviços ecológicos atualmente tomados como garantidos pela humanidade.

Uma vez que a biodiversidade está intimamente ligada à integridade dos serviços prestados pelos ecossistemas, torna-se essencial compreender como as alterações do clima e da paisagem moldaram as comunidades biológicas ao longo do tempo.

## A Teoria dos Refúgios

Há quase 50 anos (11 de Julho de 1969), o ornitólogo Jürgen Haffer (1932-2010) publicou um estudo pioneiro na revista científica [Science](#) sustentando que na Amazônia “*A maioria das espécies originou-se provavelmente em refúgios durante períodos de clima seco*” (traduzido do Inglês). Estabelecendo as bases da chamada “hipótese dos refúgios” para a diversificação das espécies na Amazônia, Haffer ligou pela primeira vez nesse artigo alterações do clima à origem da biodiversidade Amazônica. Essencialmente, novas espécies teriam se originado durante picos de ciclos glaciais (denominados máximos glaciais), que poderiam ter causado perdas maciças de cobertura de floresta úmida ao longo da Amazônia devido a um aumento da aridez.

Numa Amazônia seca, durante o período glacial, a floresta úmida e sua biota associada teriam sobrevivido apenas em fragmentos grandes e esparsos chamados “refúgios”, mantidos por condições de umidade locais. Membros de uma mesma espécie, isolados em diferentes “refúgios”, teriam acumulado diferenças genéticas e morfológicas ao longo do tempo e eventualmente evoluído para espécies distintas.

À medida que o clima se modificava, e a Amazônia adquiriria as condições modernas de maior umidade e temperatura, a floresta úmida e demais espécies associadas teriam expandido e eventualmente ocupado toda a bacia. As populações anteriormente isoladas nos “refúgios” (agora espécies distintas), em contato de novo, não mais se reproduziriam com sucesso, levando ao seu estabelecimento como novas espécies.

## A hipótese dos rios

“Ao invés de alterações climáticas, Wallace considerou que as mudanças na paisagem (por exemplo, o aparecimento dos rios e as alterações de seus cursos) seriam o maior condicionante para a diversificação Amazônica.”

A ideia de Haffer desafiou uma proposta anterior famosa, a visão centenária para a origem da biodiversidade Amazônica proposta por Alfred R. Wallace, o cofundador da teoria da evolução, junto com o próprio Charles Darwin.

Derivada da experiência em primeira-mão de Wallace na Amazônia, que por ela viajou extensivamente, a “hipótese dos rios” para a diversificação biológica, como se tornou conhecida, postula que os largos rios Amazônicos (que podem atingir vários quilômetros de largura) teriam sido as barreiras isolando diferentes populações de uma mesma espécie e promovendo sua diferenciação em espécies distintas.

Ao invés de alterações climáticas, Wallace considerou que as mudanças na paisagem (por exemplo, o aparecimento dos rios e as alterações de seus cursos) seriam o maior condicionante para a diversificação Amazônica.

## Novas tecnologias

A chegada de estudos evolutivos baseados em DNA de linhagens e espécies Amazônicas nos anos 1990 procuraram testar estas duas hipóteses de diversificação. Para isso, se embasaram na coleta de novas amostras de material genético, uma vez que espécimes e amostras biológicas mais antigos não possuíam DNA de qualidade para as análises necessárias.

Muitas expedições dispendiosas, arriscadas e longas foram realizadas em todos os países Amazônicos para recolher as amostras necessárias ao teste daquelas hipóteses. À medida que o número de estudos moleculares aumentou, ambas as hipóteses, dos “refúgios” e dos “rios”, foram recebendo apoio contraditório.

Apesar da maioria dos estudos rejeitar as premissas da hipótese dos “refúgios”, nem sempre corroboravam àquelas da “hipótese dos rios”. De particular interesse, largos rios Amazônicos que separavam espécies distintas, ainda que proximamente relacionadas, não representavam barreira para outras espécies que partilhavam histórias de vida semelhantes e a estreita ligação a florestas úmidas não alagadas.

O estado da arte atual para o problema de diversificação na Amazônia pode ser resumido pelas palavras do paleoecólogo Mark Bush, do Instituto de Tecnologia da Flórida, que já em 1994 postulou que o problema da diversificação biológica na Amazônia só poderia ser resolvido com

... "um modelo necessariamente complexo".

## Haffer estava certo

O impasse tinha que ser resolvido. No início de 2003, deu-se uma aumento sem paralelo no número de expedições a campo na Amazônia Brasileira, sobretudo financiadas por um crescente orçamento para a ciência e apoiadas pela necessidade de consolidar uma rede crescente de unidades de conservação e seus respectivos planos de manejo.

Quando os recém coletados espécimes encontraram laboratórios moleculares recentemente estabelecidos e um número crescente de alunos de pós-graduação sediados em instituições científicas na Amazônia, ficaram estabelecidas as bases para um grande avanço no problema da origem da biodiversidade Amazônica.

O nosso novo estudo, publicado em [Science Advances](#) quase exatamente 50 anos depois o artigo pioneiro de Haffer na *Science* cria a fundação para uma nova e mais abrangente interpretação da origem da diversidade biológica contemporânea na Amazônia. Nosso trabalho altera a perspectiva da história da diversificação biológica na Amazônia por fornecer um paradigma totalmente novo que integra bancos de dados modernos e reconcilia as duas grandes hipóteses anteriores.

Nenhum estudo empírico anterior amostrou e analisou um número tão significativo de linhagens Amazônicas, o que reforça a singularidade de nossa publicação. A novidade do modelo que apresentamos é ressaltada pelo fato de que o seu desenvolvimento só foi agora devido à abundância de espécimes e amostras genéticas distribuídas por toda a Amazônia e disponibilizadas por novas coleções biológicas brasileiras, desenvolvidas em grande parte pelos autores do estudo.

Em resumo, as análises genéticas e paleoecológicas combinadas das 23 linhagens de aves da floresta úmida Amazônica amostradas pelo estudo apoiam um cenário em que o clima e a paisagem física interagem numa escala continental para gerar o padrão atual de riqueza e distribuição de espécies de aves.

Nós descrevemos um padrão dinâmico em que linhagens mais antigas nas regiões mais úmidas do oeste e norte da Amazônia teriam originado as linhagens mais jovens nas áreas relativamente mais secas do sul e sudeste da bacia, provavelmente devido a uma maior instabilidade climática nestas últimas regiões.

Em outras palavras, se confirma a existência de "refúgios" climáticos na Amazônia, mas não como o espacial e temporalmente previsto originalmente por Haffer, que imaginou uma distribuição de "refúgios" mais ou menos homogênea pela Amazônia afetando igualmente espécies com requerimentos ecológicos semelhantes.

Apesar dos rios Amazônicos representarem barreiras importantes ao fluxo gênico e contribuírem para a especiação, corroborando a hipótese dos rios, oscilações históricas no acentuado gradiente de umidade regional tiveram um papel preponderante dirigindo a sequência de eventos espaço-temporais de divisão das linhagens pelos rios.

Esta descoberta resolve a aparente contradição de longa data que tem impedido, até agora, o progresso neste campo de estudo: como podem os rios Amazônicos originarem tantas novas espécies em linhagens que partilham atributos ecológicos e de história de vida em datas tão díspares? O novo modelo fornece uma resposta e ao mesmo tempo possibilita a ação de eventos aleatórios, invocando respostas individuais na distribuição das linhagens induzidas pelo clima.

### **Ponto de colapso**

“Secas severas associadas ao desmatamento já começaram reverter o papel da Amazônia de consumidor para fonte de carbono, particularmente na área do arco de desmatamento.”

De uma perspectiva mais aplicada, este estudo suporta que o setor mais ameaçado da Amazônia – o chamado “arco do desmatamento” no sul e sudeste da região – uma área que tem sido intensivamente desmatada nas últimas décadas para expansão do agronegócio brasileiro, é também historicamente a mais vulnerável a mudanças climáticas.

Os dados publicados indicam que as espécies de aves no sudeste são, no geral, as mais jovens da Amazônia e surgiram somente quando a floresta úmida se tornou disponível nessa área, provavelmente indicando que a cobertura florestal é historicamente instável e altamente influenciada pela redução de precipitação na região.

Secas severas associadas ao desmatamento já começaram reverter o papel da Amazônia de consumidor para fonte de carbono, particularmente na área do arco de desmatamento; além disso, foi recentemente demonstrado que as alterações climáticas em curso estão já alterando drasticamente a estrutura e o balanço da biomassa na floresta Amazônica.

Quando estas evidências são integradas com os novos resultados do nosso estudo, se nada for feito para minimizar ou mesmo reverter os impactos das alterações climáticas e desmatamento na Amazônia, os serviços ecológicos providenciados pelos ecossistemas no sudeste da Amazônia serão os primeiros a se perder.

Em outras palavras, o “ponto de colapso” da Amazônia – caracterizado como um perda geral e maciça dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela maior floresta tropical do mundo, causado pelo aquecimento global e continuidade do desmatamento – deve replicar mudanças históricas na distribuição da cobertura florestal regional no passado, tendo, portanto, agora, uma lugar e período mais específicos para se concretizar.

## **Saiba Mais**

M. Silva, A. T. Peterson, L. Carneiro, T. C. T. Burlamaqui, C. C. Ribas, T. Sousa-Neves, L. S. Miranda, A. M. Fernandes, F. M. d'Horta, L. E. Araújo-Silva, R. Batista, C. H. M. M. Bandeira, S. M. Dantas, M. Ferreira, D. M. Martins, J. Oliveira, T. C. Rocha, C. H. Sardelli, G. Thom, P. S. Rêgo, M. P. Santos, F. Sequeira, M. Vallinoto, A. Aleixo, A dynamic continental moisture gradient drove Amazonian bird diversification. *Sci. Adv.* 5, eaat5752 (2019).

## **Leia Também**

<https://www.oeco.org.br/noticias/26751-estudos-para-garantir-futuro-dos-vanzoliniis/>

<https://www.oeco.org.br/blogs/olhar-naturalista/a-especie-invasora-suprema-humanos-de-ontem-e-de-hoje/>

<https://www.oeco.org.br/blogs/fauna-e-flora/27227-guia-as-aves-da-amazonia/>