

Quando o mar era floresta

Mata Atlântica pode ter se espreado para a plataforma continental na Era do Gelo

A plataforma continental brasileira, área hoje submersa ao longo da costa, pode ter abrigado uma extensa área de Mata Atlântica há cerca de 21 mil anos, período conhecido como Último Máximo Glacial. A ideia é do casal de biólogos Yuri Leite e Leonora Costa, professores da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), e contraria a visão aceita por muito tempo de que o frio teria forçado o encolhimento da Mata Atlântica eilhado pequenas populações de plantas e animais em fragmentos isolados de floresta – os refúgios. “A plataforma continental

aparece no Google Maps, mas ninguém pensa nela como parte do continente”, explica o pesquisador. A ideia, lançada por ele e colaboradores em artigo publicado em janeiro na revista *PNAS*, se baseia no conhecimento de que na Era do Gelo o nível do mar chegou a ser 120 metros mais baixo, e por isso foi batizada de hipótese da Mata Atlântida, em referência ao lendário continente engolido pelo oceano.

A proposta surgiu de um encontro de colaborações catalisado pelo Laboratório de Mastozoologia e Biogeografia, coordenado por Leite e Leonora. Trabalhando com modelos ecológicos para inferir

condições passadas, Carolina Loss, em estágio de pós-doutorado no laboratório, teve a ideia de considerar o contorno do continente na época glacial, quando o nível do mar baixou e a costa avançou centenas de quilômetros para leste, expondo 270 quilômetros quadrados da plataforma, o equivalente a três vezes o território de Portugal. Ao mesmo tempo, num projeto em parceria com a bióloga Renata Pardini, da Universidade de São Paulo, e outros colegas, o grupo buscava avaliar a resposta dos pequenos mamíferos à fragmentação da Mata Atlântica. Espera-se que essas situações de redução



Onde agora há mar na praia de Setiba, no Espírito Santo, o solo já esteve exposto

do hábitat disponível e de isolamento em trechos distantes causem redução populacional e a consequente perda de variedade genética. Mas não era isso que eles viam nos modelos demográficos analisados pela bióloga portuguesa Rita Rocha, também em pós-doutorado na Ufes: não havia uma assinatura genética de redução populacional e todos os cenários eram rejeitados nos modelos computacionais.

“Juntei as duas coisas e decidi testar uma situação de expansão da Mata Atlântica”, conta Leite. O modelo acusou ser essa a explicação mais plausível para a diversidade genética detectada em

trechos do DNA de cinco espécies de pequenos mamíferos típicos desse tipo de floresta. As análises indicaram que as espécies se deslocaram para o norte e em menores altitudes, onde a temperatura era mais alta, em concordância com o que outros estudos já tinham indicado. As surpresas foram ver que a área adequada para esses animais estava menos subdividida em fragmentos durante o Último Máximo Glacial do que hoje e no período anterior à glaciação, e que a distribuição dessas espécies avançava pela plataforma então exposta. Os resultados contrariam a teoria dos refúgios,

principal explicação para a formação da diversidade biológica nas florestas brasileiras, sobretudo na Amazônia (ver Pesquisa FAPESP nº 208).

Estudos palinológicos feitos há mais de uma década pela bióloga Aline Freitas, atualmente em estágio de pós-doutorado na Universidade de Murcia, na Espanha, sob a supervisão do botânico José Carrión, corroboram a presença de Mata Atlântica no litoral, expandindo-se para a plataforma continental durante o Último Máximo Glacial. Inicialmente na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde fez pós-graduação sob

Potencial para expansão

Larga na porção centro-sul da costa brasileira, a plataforma continental (*em azul claro*) se estreita da Bahia para o norte



orientação do biólogo Marcelo Carvalho, ela vem analisando um testemunho retirado do fundo do mar na bacia de Campos, na parte norte do estado fluminense. As amostras de pólen fossilizado retiradas desse material indicam que ali havia um mosaico de árvores, arbustos, samambaias e plantas herbáceas típico da Mata Atlântica e da restinga associada. “Tudo indica que a vegetação dessa região parece não ter sofrido grandes mudanças durante as fases glaciais e interglaciais, senão adaptações de acordo com as variações relativas do nível do mar”, avalia, ressaltando que seus dados ainda não permitem assinar embaixo da hipótese da Mata Atlântida.

COLCHA DE RETALHOS

Não está descartada a ideia de que trechos isolados de floresta estavam em localizações que lhes permitiram resistir à glaciação e manter, como arcas de Noé, um acervo de animais e plantas que evoluíram separadamente e deram origem à diversidade que se vê hoje. Mas a história deve ter sido muito mais complexa do que isso. “O principal é a topografia como um todo”, explica Leite. As regiões mais a norte, onde os mamíferos incluídos no estudo permaneceram durante a

glaciação, são menos acidentadas e, em parte por isso, teriam permitido uma distribuição mais contínua. O mesmo vale para a plataforma continental, com um relevo mais plano.

O biólogo Henrique Batalha-Filho, da Universidade Federal da Bahia (Ufba), coautor do artigo da *PNAS*, não abandonou os refúgios. No mesmo dia em que a parceria com os colegas da Ufes veio a público, ele teve outro artigo publicado no site da revista *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*.

“Fui percebendo que rio não é barreira na história da Mata Atlântica”, conta Leonora Costa

Nele, o pesquisador infere que as choquinhas-de-garganta-pintada (*Rhopias gularis*) seguiram o padrão previsto pela teoria dos refúgios para a Mata Atlântica, conforme o modelo proposto em 2008 pela bióloga brasileira Ana Carolina Carnaval, da Universidade da Cidade de Nova York, e pelo australiano Craig Moritz, da Universidade Nacional da Austrália. Batalha conta que, no sul de sua distribuição, essas aves são encontradas no nível do mar. Na porção norte, na Bahia, elas só existem a altitudes acima de 600 metros, o que restringe bastante sua distribuição.

Ele não vê contradição entre os dois trabalhos. “No meu ponto de vista, a Mata Atlântica parece ser um mosaico de histórias e cada espécie responde de forma diferente à situação à qual está sujeita”, propõe. Ele começou a pensar nisso durante o doutorado (*ver Pesquisa FAPESP nº 210*), no qual viu indícios de que espécies de aves passaram por históricos distintos durante a era glacial. Embora ele tenha observado que animais dependentes de floresta, em muitos casos, parecem ter obedecido ao padrão clássico de ter a distribuição restrita a refúgios, outros se mantiveram estáveis. É o caso da ave *Myiothlypis leucoblephara* (pula-pula-assobiador) estudadas por ele. Especializadas em áreas mais altas, portanto frias, seu hábitat não parece ter rareado durante a glaciação. “Comecei a pensar que as ecologias tinham uma participação importante nessa história.”

O novo olhar também permite uma nova interpretação para a divisão que muitos pesquisadores observaram na região do rio Doce, em termos da genética das populações de vários tipos de animais. “Desde o doutorado me debruço sobre o norte e o sul da Mata Atlântica, olhando os rios”, conta Leonora. “Fui percebendo que rio não é barreira na história mais profunda da Mata Atlântica.” Outras feições parecem ser mais importantes nessa região. Ao sul do rio Doce, a serra está muito próxima à costa, enquanto ao norte está mais distante. A plataforma continental tem um estreitamento ao sul desse mesmo rio e mais ao norte, a partir do arquipélago de Abrolhos, se torna muito estreita. Todo esse relevo deverá fazer parte das análises daqui para a frente.

“O artigo joga lenha na fogueira e traz mais uma hipótese para ser testada”, afir-



Em alguns pontos da costa capixaba a Mata Atlântica avança quase até a água, como na região de Linhares, próximo ao rio Doce

ma a bióloga Maria Tereza Thomé, da Universidade Estadual Paulista (Unesp) em Rio Claro, que não fez parte da pesquisa. A nova visão pode fazê-la olhar seus próprios resultados com outros olhos, já que em estudos com os sapos do grupo *Rhinella crucifer* ela encontrou resultados condizentes com a hipótese da Mata Atlântica: não detectou flutuações demográficas fortes. Na parte sul da floresta, ao contrário, infere que as populações tenham permanecido estáveis. Em artigo publicado em 2014 na *Molecular Ecology*, ela e colaboradores sugerem a necessidade de identificar barreiras hoje invisíveis à movimentação dos animais. A proposta da plataforma continental se encaixa. “Para os meus bichos faz todo o sentido”, declara.

Maria Tereza ressalta a importância de ser um trabalho pensado e feito apenas por pesquisadores brasileiros, publicado em um periódico renomado apenas por ser uma boa ideia, e bem exposta. “Na nossa área sofremos com a falta de hipóteses; agora obrigatoriamente todos terão que incluir esta”, prevê. Mas ainda precisará passar por testes para estabelecer-se.

“Novas hipóteses são importantes para enriquecer o debate”, avalia o biólogo Fabio Raposo do Amaral, do campus de Diadema da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Para ele, serão necessários estudos com mais espécies e uma abrangência maior no material genético. “Me pergunto se aquele conjunto de dados tem poder estatístico para explorar os eventos em questão, com o grau de precisão necessário para separar períodos que diferem em poucos milhares de anos – precisão que provavelmente apenas dados genômicos podem proporcionar”, ressalva. Batalha, que participou da execução dos testes de cenários históricos de como as populações se mantiveram, usando como base

a teoria da coalescência (que infere as alterações no DNA a partir do presente em direção ao passado), concorda que “essas análises clamam por mais marcadores”. Mesmo enxergando um sinal confiável, ele concorda que o uso de vários trechos do DNA daria mais força à hipótese levantada no trabalho publicado na *PNAS*. “Talvez nunca se saiba o que aconteceu na Mata Atlântica, mas vamos acrescentando mais pecinhas ao quebra-cabeça”, diz. ■ **Maria Guimarães**

Artigos científicos

- BATALHA-FILHO, H. & MIYAKI, C. Late Pleistocene divergence and postglacial expansion in the Brazilian Atlantic Forest: multilocus phylogeography of *Rhopias gularis* (Aves: Passeriformes). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*. on-line, 11 jan. 2016.
- FREITAS, A. G. de et al. Pollen grains in quaternary sediments from the Campos Basin, state of Rio de Janeiro, Brazil: Core BU-91-GL-05. *Acta Botanica Brasílica*. v. 27, n. 4, p. 761-72. out./dez. 2013.
- LEITE, Y. L. R. et al. Neotropical forest expansion during the last glacial period challenges refuge hypothesis. *PNAS*. v. 113, n. 4, p. 1008-13. 26 jan. 2016.
- THOMÉ, M. T. C. et al. Barriers, rather than refugia, underlie the origin of diversity in toads endemic to the Brazilian Atlantic Forest. *Molecular Ecology*. v. 23, n. 24, p. 6152-64. 24 nov. 2014.