


MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Dando um gás na floresta

Experimento vai estudar como parcelas da Amazônia reagem a um ambiente com 50% a mais de CO₂ do que hoje

MARCOS PIVETTA

Anéis em torno das seis parcelas da floresta amazônica em que serão feitas as pesquisas do AmazonFace sobre os efeitos de uma atmosfera enriquecida com CO₂

An aerial photograph of a dense tropical forest. Two large, circular experimental structures are visible, each consisting of a central tower and a ring of smaller vertical tubes. The structures are surrounded by lush green trees. The lighting is bright, suggesting daytime.

Agua, luz solar e dióxido de carbono (CO₂) são os reagentes que servem de combustível para as plantas fazerem fotossíntese, processo que lhes fornece energia para crescer e se manter vivas. Como se comportaria a Amazônia, a maior floresta tropical do planeta, onde se estima haver 400 bilhões de árvores, se a quantidade de um desses ingredientes, o CO₂, principal gás responsável pelo aquecimento global, fosse 50% maior do que a atual? Essa é a grande pergunta que vai orientar as atividades do principal experimento de campo do programa AmazonFace, uma colaboração internacional que se iniciou em 2011 e entra agora em sua fase mais importante.

Em junho, começam os testes finais das instalações que vão monitorar em detalhes, pelos próximos 10 anos, seis parcelas de floresta adulta e preservada na reserva ZF2, uma estação experimental do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), localizada a cerca de 70 quilômetros ao norte do centro de Manaus. A tecnologia usada em campo é denominada *free-air CO₂ enrichment* (Face) e serviu de inspiração para o nome do programa. Foi criada na década de 1990 nos Estados Unidos e tem sido empregada em estudos que tentam entender o impacto de uma atmosfera rica em CO₂ sobre o comportamento de diversos tipos de vegetação.

Em linhas gerais, um ar com mais dióxido de carbono produz nas plantas, em maior ou menor grau, um efeito similar ao emprego de um adubo no solo: promove seu crescimento. É como se o excesso de CO₂ disponível atuasse como um fertilizante: as espécies vegetais retiram mais desse

gás da atmosfera e contam com um combustível extra para fazer fotossíntese. Os pesquisadores utilizam comumente a expressão “fertilização por CO₂”. Ao retirar mais dióxido de carbono da atmosfera, um efeito benéfico ao aquecimento global e às mudanças climáticas, as plantas fixam mais carbono e tendem a produzir mais biomassa (troncos, galhos e folhas). Esse é o quadro genérico, derivado de estudos feitos em pequena escala, geralmente com uma ou poucas espécies vegetais.

Em campo, ainda mais em meio a uma floresta tão biodiversa como a amazônica, onde deve haver cerca de 16 mil espécies vegetais, ninguém sabe ao certo qual seria o impacto da fertilização por CO₂ no ecossistema como um todo. É razoável pensar que a floresta turbinada por uma dose extra desse gás pode mudar a forma como as plantas interagem entre si, adaptam-se às mudanças climáticas e usam os insumos disponíveis, como água e nutrientes.

“O experimento é o primeiro no mundo que vai usar a tecnologia Face para estudar uma floresta tropical. Os outros trabalhos foram feitos em zonas de clima temperado, que têm uma vegetação diferente da Amazônia”, comenta o ecólogo e meteorologista David Lapola, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), um dos dois coordenadores nacionais do AmazonFace. “Se não houver nenhum problema nos testes, deveremos iniciar oficialmente as medições contínuas nas seis parcelas de floresta em agosto.”

Uma estrutura significativa foi montada na estação do Inpa. Cada uma das seis parcelas é cercada por um anel com 30 metros (m) de diâmetro, formado por 16 torres de 35 m de altura conectadas a um tanque de armazenamento de

CO₂ líquido. Durante o dia, quando há luz solar e os vegetais absorvem dióxido de carbono para fazer fotossíntese, três parcelas serão “alimentadas” com ar enriquecido por uma dose extra desse gás. O reforço elevará a concentração diurna de dióxido de carbono no interior desse trio de anéis das atuais 420 partes por milhão (ppm) para 620 ppm, concentração que a atmosfera terrestre poderá atingir nos próximos 50 anos ou até o final do século, segundo algumas estimativas. Nos outros três anéis, que funcionam como uma espécie de grupo de controle, será aspergido ar com a quantidade atual de dióxido de carbono. O aumento na concentração de CO₂ empregado no experimento é da mesma ordem de grandeza do que ocorreu no planeta entre o final do século XIX e hoje, quando a concentração atmosférica do gás se elevou em 50%, de 280 para 420 ppm.

No AmazonFace, será possível acompanhar a evolução ao longo do tempo das parcelas de floresta mantidas em um ar rico em CO₂ com as que vivem sob uma atmosfera com a concentração atual desse gás. Os anéis foram instalados em pontos muito próximos da floresta, em ambientes praticamente iguais. Distam entre si cerca de 90 metros. A única grande diferença é a quantidade extra de dióxido de carbono em três das seis parcelas. “Dentro de cada anel, há entre 50 e 70 árvores maduras, sem contar a vegetação de menor porte. Difícilmente existe mais de um exemplar de uma mesma espécie arbórea em cada parcela. Nos seis anéis, deve haver cerca de 400 espécies. Vamos ver no experimento, entre outras questões, quais espécies vão se dar bem ou mal no ambiente rico em CO₂”, explica o engenheiro florestal Carlos Alberto Quesada, especialista em solos do Inpa, o outro coordenador nacional do AmazonFace. “Os estudos com a tecnologia Face costumam ser feitos em áreas de floresta formadas por apenas uma ou duas espécies de árvores.” Na Austrália, por exemplo, está em curso um experimento desse tipo em uma mata nativa constituída predominantemente por eucaliptos, espécie originária da Oceania.

Uma série de dispositivos foram instalados nas parcelas para fornecer informações para os estudos e facilitar o trabalho dos cientistas. Diferentes tipos de sensores registram quase tudo que pode ser mensurado no ambiente sob influência dos anéis: temperatura, direção do vento, concentração de dióxido de carbono (entre outros parâmetros atmosféricos), taxa de fotossíntese nas folhas das plantas, dinâmica das raízes e presença de nutrientes no solo. Medições periódicas da biomassa das plantas vão verificar se e quanto

Torre de liberação de CO₂ na atmosfera (ao lado); visão da parte interna de um anel; e detalhe da presença de água no solo local



O local do AmazonFace

O experimento envolve seis parcelas de floresta preservada em uma área do Inpa situada 70 quilômetros ao norte de Manaus



FONTE AMAZONFACE

FOTOS: JOÃO M. ROSA/AMAZONFACE; INFOGRÁFICO: ALEXANDRE AFFONSO/REVISTA PESQUISA FAPESP



lonizadas por micorrizas arbusculares, fungos que melhoram a absorção de nutrientes.

“Essas alterações, tanto no solo como na serrapilheira, sugerem que as plantas estão se adaptando para aumentar sua eficiência na aquisição de fósforo, um nutriente que, se estiver em falta, limita seu crescimento na Amazônia”, diz a pesquisadora brasileira Nathielly Martins, da Universidade Técnica de Munique, na Alemanha, autora principal do trabalho e integrante da equipe do AmazonFace. No estudo, também foi encontrada uma menor quantidade de fósforo no solo perto das plantas, um indicativo de que as espécies parecem realmente ter elevado sua capacidade de retirar o nutriente quando submetidas a uma atmosfera com mais dióxido de carbono.

as árvores estão engordando com a dieta extra de CO₂. Cada anel do AmazonFace conta ainda com os serviços de um guindaste especial de 45 m de altura, que foi usado para a construção das torres do sistema, e será empregado, de agora em diante, como meio de acesso à copa das árvores para a realização de medições.

De 2019 a 2022, o AmazonFace contou com seis pequenas câmaras de topo aberto, com diâmetro de 2,5 m e 3 m de altura, um tipo de estrutura que lembra uma estufa circular com um buraco no teto e é usado há décadas para estudar a reação de plantas a ambientes ricos em CO₂. Instaladas

a cerca de 100 m do trecho da floresta amazônica que abriga os anéis do experimento, as câmaras foram usadas para estudos específicos sobre o efeito da fertilização por CO₂ em certas espécies vegetais ou em determinadas condições ambientais.

Um trabalho que usou dados das câmaras de topo aberto foi publicado no final de abril na revista *Nature Communications*. No estudo, os pesquisadores constataram que, após terem sido submetidas a um ar rico em dióxido de carbono por um período de oito meses a um ano, a comunidade de plantas de um sub-bosque da floresta – a vegetação de baixa estatura que cresce sob o dossel das árvores – adotou diferentes estratégias radiculares para se adaptar a essa condição atmosférica. Na serrapilheira, camada sobre o solo onde se acumulam restos de plantas e de material orgânico vivo em decomposição, as raízes se tornaram mais compridas e com menor diâmetro, aumentando sua área de atuação. No solo, elas foram mais co-

Para o botânico Marcos Buckeridge, do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), que não participa do AmazonFace, o experimento ao ar livre ao norte de Manaus tem potencial de gerar descobertas interessantes sobre os impactos de um ambiente rico em CO₂ na ecologia das plantas, ou seja, como elas se relacionam entre si na floresta e com o ambiente. “Os efeitos fisiológicos de altas concentrações de dióxido de carbono sobre as plantas estão muito bem caracterizados e dificilmente haverá diferenças significativas nas respostas encontradas pelo AmazonFace. Nessas condições, as espécies aumentam a fotossíntese e o acúmulo de reservas energéticas [açúcares]”, afirma Buckeridge. “Mais de mil trabalhos científicos mostraram isso.” Há mais de duas décadas, o pesquisador da USP estuda as reações fisiológicas de plantas cultivadas dentro de câmaras de topo aberto com ar enriquecido de dióxido de carbono (ver Pesquisa FAPESP nº 80).

Até agora, foram investidos cerca de R\$ 80 milhões no AmazonFace. Metade da verba veio de uma série de fontes brasileiras: FAPESP, Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Os outros 50% foram provenientes do MetOffice, o serviço de meteorologia do Reino Unido, cuja participação no programa teve início em 2019. O custo total da iniciativa deverá chegar a R\$ 260 milhões nos próximos 10 anos. “Temos verbas garantidas para o funcionamento do AmazonFace por cinco anos”, diz Lapola. ●

O projeto e o artigo científico consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.