



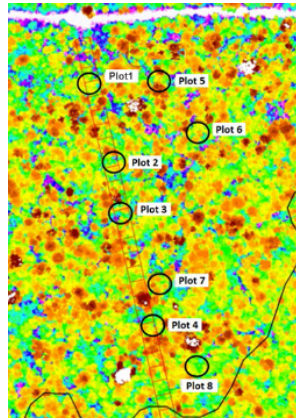
Programa AmazonFACE

Sumário dos Resultados Parciais da Fase 1

O programa AmazonFACE (Experimento de enriquecimento por CO₂ na floresta Amazônica) está investigando a questão: “Como o aumento do CO₂ atmosférico afeta a Amazônia, a biodiversidade que ela abriga e os serviços ambientais que ela provê?” Ao reconhecer que o aumento da concentração de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera provavelmente alterará a resposta da floresta às mudanças climáticas, estamos iniciando um experimento de alcance sem precedentes que irá expor uma porção de floresta amazônica madura a uma concentração de CO₂ elevada. Aqui, destacamos os principais resultados parciais obtidos na Fase 1 do programa, que se concentram em (1) caracterização ecológica de base e integrada da área experimental antes do enriquecimento de CO₂; (2) elaboração de planos de engenharia formais para a infra-estrutura experimental e (3) avaliação dos potenciais impactos socioeconômicos de uma perda da floresta Amazônica devido à mudanças climáticas e ligações do AmazonFACE com políticas públicas.

Design experimental

- **Plots identificados.** O experimento AmazonFACE está localizado na Estação Experimental de Floresta Tropical 70 km ao norte de Manaus. O site é administrado pelo Instituto Nacional de Pesquisa Amazônica (INPA) do Brasil e possui uma rica história de pesquisa, que beneficiará muito o projeto AmazonFACE. Foram delimitadas oito parcelas, duas das quais servirão ao experimento piloto na fase 2.



- **Plots caracterizados.** A riqueza de espécies de nossas parcelas reflete a grande diversidade da floresta amazônica. A biomassa acima do solo das árvores varia em todas as parcelas experimentais, mas os valores são consistentes com a floresta circundante. O solo no local é predominantemente argila com estoques de fósforo muito baixos e baixa capacidade máxima de retenção de água. As variáveis meteorológicas e a concentração de CO₂ foram medidas continuamente desde setembro de 2015 em torres no centro das duas parcelas-piloto.

- **Escaneamento com LiDAR Terrestre.** Os 8 plots foram “escaneados” em outubro de 2016 usando a tecnologia de varredura LiDAR-terrestre. Esta tecnologia é uma nova e excitante oportunidade para visualizar e quantificar a estrutura e o funcionamento da floresta com alta precisão.



- **Engenharia.** Foram instaladas e instrumentadas torres para monitoramento meteorológico e

acesso ao dossel. Uma empresa de engenharia está atualmente trabalhando nos projetos formais para instalações de enriquecimento de CO₂, melhorias da estrada de acesso, energia elétrica e fornecimento de CO₂.

Caracterização pré-tratamento

- **Crescimento das árvores.** A maioria das árvores nas parcelas foi medida periodicamente desde 1996. O incremento médio de crescimento acima do solo em nossas parcelas piloto de 2000 a 2010 foi de 0,28 kg C m⁻² ano⁻¹, embora haja uma grande variedade de taxas de crescimento, o que é uma informação importante para interpretação das respostas após a elevação do CO₂. Um monitoramento de alta resolução do crescimento de tronco indica que as diferenças nos padrões de crescimento do tronco diurno refletem as respostas à limitação de temperatura e água.

- **Produção de raiz.** As raízes finas são um pequeno contribuinte para a biomassa total, mas contribuem com uma fração significativa da produtividade da floresta em nossas parcelas. A maioria das raízes finas está nos 5 cm superiores do solo, mas uma fração significativa também é encontrada em maior profundidade no perfil do solo. Uma das hipóteses é de que com o CO₂ elevado é haverá um aumento da distribuição vertical de raízes finas.

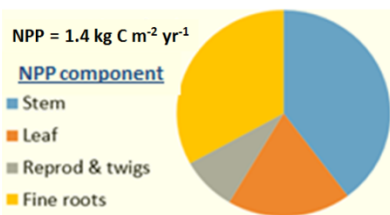
- **Fisiologia de folhas.** A análise detalhada da capacidade fotossintética foliar, da condutância estomática e da química de carboidratos em todo o perfil vertical do dossel vêm fornecendo dados para modelos e o desenvolvimento de hipóteses testáveis sobre possíveis efeitos de CO₂ elevado. A assimilação de carbono por folhas no volume do dossel parece ser mais sensível a



temperatura do que as plantas de sub-bosque; isso pode afetar as respostas relativas ao CO₂ elevado, com efeitos subsequentes na dinâmica da floresta.

- **Biogeoquímica do solo.** O fluxo de CO₂ do solo foi semelhante nas duas parcelas, o que deve facilitar a avaliação das respostas ao CO₂ elevado. A respiração oriunda da decomposição da matéria orgânica do solo contribui com até 80% do fluxo de CO₂ do solo. A análise da atividade enzimática no solo mostra alta atividade da fosfatase em relação às enzimas associadas ao metabolismo de carbono e nitrogênio, sugerindo alta limitação de fósforo da atividade microbiana.

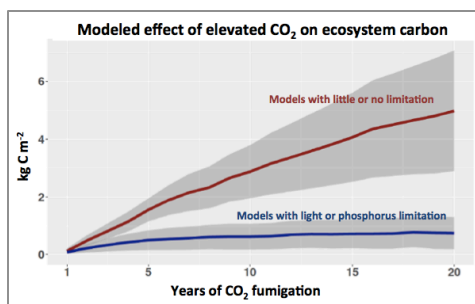
- **Síntese ecológica: produtividade primária líquida e balanço de carbono.** A produtividade primária líquida (NPP), que descreve a conversão do CO₂ atmosférico em matéria orgânica, é uma métrica importante para caracterizar a resposta de um ecossistema ao CO₂ elevado. Nossas estimativas iniciais de NPP são consistentes com a literatura e com resultados de modelos. A comparação com os fluxos de respiração medidos do solo indica que nossos plots-piloto estão atualmente próximos a um equilíbrio de carbono. Uma questão-chave para o experimento AmazonFACE é se CO₂ elevado aumentará a NPP, aumentando o se e empurrará a floresta para o aumento do seqüestro de carbono.



Modelagem do Ecossistema

- Doze modelos foram empregados para prever o que acontecerá durante o AmazonFACE e, o mais importante, sobre quais processos essa resposta resposta. Os modelos concordam que o aumento de CO₂ aumentará a fotossíntese, reduzirá o uso de água e aumentará o crescimento das raízes, mas as respostas modeladas sobre a acumulação de biomassa variaram de quase zero (sem mudanças) a três vezes as taxas de acumulação atualmente observadas na bacia amazônica, expondo o nível de incerteza que temos agora quanto ao efeito de CO₂ elevado na floresta amazônica e a necessidade de evidências experimentais.

- Os resultados dos modelos permitiram a identificação de processos-chave e variáveis a serem investigados no campo, tais como taxas de *turnover* de diferentes *pools* de carbono e quantificação de estoques e fluxos de fósforo. Os modelos



continuarão a ser desenvolvidos com base em novos dados experimentais da AmazonFACE e serão acoplados a modelos atmosféricos para avaliar feedbacks entre a floresta e o sistema climático.

- **Desenvolvimento de modelos conceituais.** Os processos que estão sendo avaliados conceitualmente são aqueles que podem afetar o equilíbrio a longo prazo da floresta amazônica, a dinâmica de competição entre os indivíduos e a resiliência da floresta, incluindo a correlação da disponibilidade de luz com capacidade fotossintética e a interação entre ciclos de carbono e nutrientes.

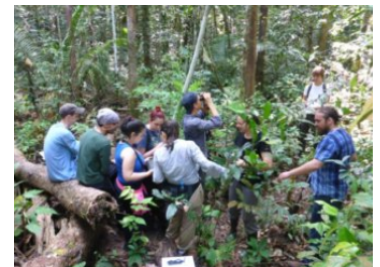
Impactos sócio-políticos-econômicos

- A análise dos impactos potenciais de uma degradação em grande escala da floresta amazônica causada pelo clima sugere que, a partir de uma perspectiva de análise de risco, mesmo considerando que a probabilidade da "savanização" da Amazônia como sendo baixa, os fortes impactos socioeconômicos (perdas de longo prazo de US\$ 1,4 a 6,9 trilhões) tornam este um evento de alto risco.

- Foram estabelecidos vínculos sistemáticos entre os objetivos do AmazonFACE e os futuros resultados do programa com políticas, como a comunicação de países tropicais sobre suas emissões de gases de efeito estufa para a Convenção sobre Mudanças Climáticas e o mecanismo REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal).

Divulgação

- **Educação.** O curso de campo "Amazônia e Mudanças Climáticas" em 2015 e 2016 trouxe um total de 39 estudantes brasileiros e estrangeiros para o sítio do AmazonFACE para aprender técnicas de ecologia florestal tropical e modelagem ecológica.



- **Literatura.** Um livro do programa está em preparação, e apresentará fotografias e ilustrações fascinantes para informar o público em geral sobre as questões de mudança climática na Amazônia, tendo o AmazonFACE como uma vitrine para este problema.

- **Exposição Ciência + Arte.** A interface entre ciência e arte é apresentada em uma exposição visual incluindo material do livro acima mencionado. A exposição está em Washington, DC, EUA, e será exibida em algumas cidades brasileiras no final de 2017.

