

---

# Modeling functional diversity and resilience of the Amazon forest to climate change beyond carbon stocks

*A Data Management Plan created using dmptool*

**Creators:** Bianca Rius.

**Affiliation:** University of Campinas (UNICAMP)

**Funder:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

**Template:** UNICAMP-GENÉRICO: Aplicável a todas as áreas

## Project abstract:

The uncertainties regarding the resilience of Amazon basin forests to climate change is of primary importance. Here resilience is considered as "the capacity of an ecosystem to absorb a disturbance and reorganize while undergoing change so as to retain essentially the same function, structure identity, and feedbacks" (FOLKE et al., 2010), providing, in this way, the same ecosystem services and without changing to an alternative state (CÔTÉ; DARLING, 2010; HODGSON; MCDONALD; HOSKEN, 2015; THOMPSON et al., 2009). This concept encompasses two processes: resistance (the capacity of the system to deal with the effects of exogenous disturbances) and recovery (endogenous processes that allow the system to return to its previous state and the time that takes to it happen; CÔTÉ; DARLING, 2010; HODGSON; MCDONALD; HOSKEN, 2015). It has been argued that functional diversity plays a vital role in determining ecosystem resilience. Besides that, some authors claim that considering only one ecosystem function to evaluate resilience may under or overestimate it. In that sense, this proposal intends to investigate the resilience of Amazon forest to climate change taking into account the ecosystem's multifunctionality and the role of functional diversity in promoting it (or not). For this, we are developing and applying the Dynamic Global Vegetation Model (DGVM) named CAETÊ (Carbon and Ecosystem Functional Trait Evaluation model), a trait-based model that seeks to represent plant functional diversity more reliably through the usage of empirical values (that are variants in space and time) for functional traits. Four variant functional traits compose the focus of the present proposal: specific leaf area, wood density, nitrogen and phosphorous contents on leaves and  $g_1$  (stomatal conductance sensitivity to  $CO_2$  assimilation rate). In this proposal we will develop and improve some formulations of the CAETÊ model: we will change the model's carbon allocation scheme from a constant fraction for each plant compartment to an allometric scheme in order to better represent the biomass spatial distribution, as evidenced by some authors (CHAVE et al., 2004, 2014; DE KAUWE et al., 2014). As specific objectives we intend to answering the following questions: (i) How consistent is the representation of functional diversity, in terms of its different facets (functional identity, richness, evenness, divergence and redundancy), generated by the employed trait-based modeling approach when compared to empirically measured functional diversity in different regions of Amazon basin?; (ii) What is the relationship between the different facets of functional diversity (i.e., functional identity, richness, evenness, divergence and redundancy) generated by the CAETÊ model for Amazon forest and different ecosystem functioning processes (net primary productivity, evapotranspiration and vegetation carbon stock)? Which of these facets is the most determinant for each process? Are the mentioned ecosystem processes better represented

through separate traits or through trait syndromes (i.e., the combination of traits)?; (iii) How are the different functional diversity components (functional identity, richness, evenness, divergence and redundancy) in Amazon forest affected by different levels (from low to high severity) of climate change disturbances (increase of temperature and CO<sub>2</sub> concentration and decrease of precipitation)?; (iv) How resilient, in terms of its resistance and recovery rate, are Amazon forest to the different levels (from low to high severity) of climate change disturbances? That is, how resistant are the different ecosystem functioning processes (net primary productivity, evapotranspiration and vegetation carbon stock) to these disturbances and how long they take to recover? Does functional diversity matters for the resilience of these processes and which of its facet is more important?

**Last modified:** 12-21-2020

# Modeling functional diversity and resilience of the Amazon forest to climate change beyond carbon stocks

Os dados da presente pesquisa serão resultado do desenvolvimento e aplicação de um modelo matemático para representação da vegetação, isto é, um modelo dinâmico de vegetação (DGVM, da sigla em inglês para Dynamic Global Vegetation Model) chamado CAETÊ (CARbon and Ecosystem functional Trait Evaluation model). O foco de desenvolvimento deste modelo será a floresta amazônica. Para tal, serão necessários dados de "input" (itens 1 e 2) a partir dos quais serão gerados dados de "output" (itens 3 e 4). O item 5 discorre sobre a disponibilização do código de modelo utilizado para o desenvolvimento do presente projeto.

**1. Dados climáticos históricos:** Dados climáticos atuais (precipitação, temperatura, umidade relativa, radiação de onda curta e concentração atmosférica de CO<sub>2</sub>) da região amazônica. Estes dados, de resolução temporal diária compreendem o período de tempo de 1980 a 2010 e são disponibilizados pela plataforma pública ISI-MIP2 (Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project 2) coordenada pelo Instituto Potsdam para Pesquisa de Impactos Climáticos e podem ser acessados para *download* através do link: <https://www.isimip.org/>. Já a concentração atmosférica de CO<sub>2</sub> pode ser obtida através da plataforma NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration; <http://co2now.org/images/stories/data/co2-mlo-monthly-noaa-esrl.pdf>). A simulação do modelo a partir de dados climáticos históricos serão utilizados como situação "controle" para comparação com simulações que utilizarão projeções climáticas futuras.

**2. Dados climáticos futuros:** Os mesmos dados climáticos citados no item 1 serão utilizados para simulações dos efeitos das mudanças climáticas na floresta amazônica. A diferença é que para esta situação os dados utilizados serão providos de projeções climáticas futuras feitas a partir de modelos climáticos. Tais dados também estão disponíveis para livre acesso na plataforma ISI-MIP2 (Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project 2; <https://www.isimip.org/>).

**3. Dados resultantes das simulações (ciclos biogeoquímicos):** A partir dos dados de *input* climático acima citados o modelo CAETÊ é capaz de gerar dados referentes aos ciclos biogeoquímicos da região estudada, tais como produtividade fotossintética, respiração autotrófica, produtividade primária líquida, estoque de carbono, entre outros. Estes dados são salvos em formatos netCDF e podem ser visualizados e tratados a partir de softwares GIS (Geographic Information System; e.g. ArcGIS e QGIS). Os resultados a partir das simulações são também salvos em formatos de tabelas .csv, as quais podem ser usadas para análises estatísticas. Após a finalização do presente projeto, estes dados serão armazenados no e, posteriormente, disponibilizados publicamente através do repositório de dados próprio da Unicamp, o Redu (Repositório de Dados da Unicamp).

**3. Dados resultantes das simulações (diversidade funcional):** O modelo CAETÊ também é capaz de gerar dados que podem ser utilizados para cálculo e análise de diversidade funcional. Estes dados são disponibilizados em forma de tabelas .csv que reúnem valores médios de diversos atributos funcionais (e.g. densidade da madeira e área específica foliar) para cada célula de grade simulada. A partir destes valores, análises estatísticas podem ser realizadas através de softwares livres tais como R, o qual possui bibliotecas desenvolvidas exclusivamente para análise de diversidade funcional. Tanto as tabelas quanto os scripts desenvolvidos para a análises estatísticas serão disponibilizados através do repositório de dados da Unicamp, o Redu.

**4. Código do modelo CAETÊ:** o código do modelo CAETÊ desenvolvido para a realização das simulações acima citadas será disponibilizado, ao fim do presente projeto, através da plataforma de hospedagem de código-fonte e de arquivos com controle de versão, o GitHub.

Não será necessário consulta a comissões de Ética em Pesquisa já que o dados do presente projeto não referem-se a humanos, espécies em extinção ou outros que requeiram cuidados especiais com os dados obtidos. Além disso, não será feita coleta de dados em campo como por exemplo amostragem de espécimes.

Não existem restrições, como questões éticas ou jurídicas, que requeiram atenção antes do compartilhamento dos dados obtidos. Os dados crus e tratados poderão ser compartilhados, mediante autorização da solicitação realizada pela parte interessada. A parte interessada ao utilizar os dados disponibilizado deverá informar o Pesquisador Responsável e citá-lo devidamente. Os dados estão disponíveis no repositório de dados da Unicamp (Redu) e na plataforma GitHub.