

# Trabalho de conclusão de curso - UFSCar - 2023

Gabriel de Freitas Pereira

UFSCar

05/09/2023

# Impacto das mudanças climáticas na distribuição da *Bertholletia excelsa*



Gabriel de Freitas Pereira - Graduando de Engenharia Florestal

Karina Martins - Orientadora, Departamento de Biologia, Centro de Ciências Humana e Biológicas, UFSCar

## *Bertholletia excelsa*



**Figura 1:** fotos Karina Martins (1 a 3) e Renata Silva (4)

“Trata-se de uma espécie protegida pela Instrução Normativa IBDF nº 001/80 e consta na lista de espécies ameaçadas de extinção do Código Florestal (Lei Federal no 4771).”

Fonte: Embrapa



Figura 2: fonte <https://www.iucnredlist.org>

## Projeto **EcoGenCast**

Ecologia e genética da castanheira (*Bertholletia excelsa* Bonpl.)  
como subsídio a conservação e uso sustentável da espécie

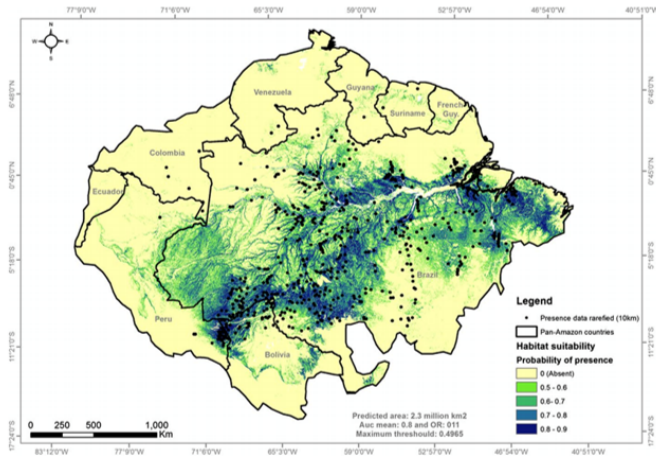
2016 – atualmente



Figura 3: fonte <https://www.embrapa.br/>

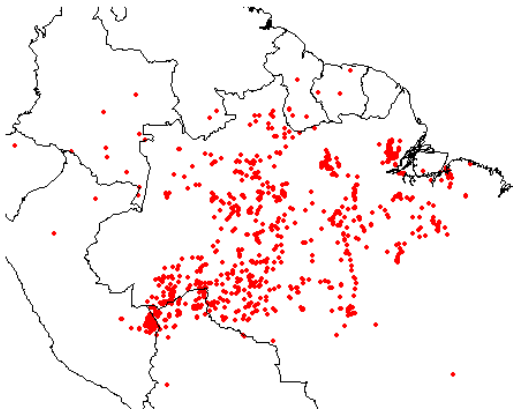
# Objetivos

- Criar um mapa preciso para determinar adequabilidade da espécie;
- Avaliar como os humanos influenciam a disseminação das sementes de castanheira e seu desenvolvimento;
- Prever como as mudanças climáticas afetarão a capacidade de crescimento no futuro e identificar áreas que precisam ser conservadas.



**FIGURE 8** Distribution of suitable habitat for Amazon-nut (*B. excelsum*) in the Pan-Amazon to a probability of presence >0.5 (Max sss threshold) and percent of contribution of the variables in the final model. Dashed red line indicates five biggest fragments volumetric >2 mm in % (18.3%), clay mass fraction % (18.2%), slope (11.9%), and annual potential evapotranspiration (6.9%)

**Figura 4:** Tourne et al. 2019. **Ecology and Evolution.**



**Figura 5:** Registros de ocorrência reunidos da castanheira.



- Tipos de resoluções testadas:
  - 2.5 arcmin. (usada em todos os modelos)
  - 5 arcmin. (descartada no primeiro modelo)
  - 10 arcmin. (descartada no primeiro modelo)
- Tipos de filtragens testadas:
  - Geográfica
  - Geográfica + Ambiental

# Modelo de Distribuição da Espécie (SDM)

- Variações:
  - Pan-Amazônia / Amazônia brasileira
  - Registros de geoglifos e terra-preta
  - 2 cenários futuros
- Combinação de 10 algoritmos, pacote BiodiversityR:  
MAXENT, RF, GBM, GLMSTEP, GLMNET, GAMSTEP,  
MGCV, FDA, SVM e EARTH
- Validação cruzada espacial por blocos:  
pacote blockCV

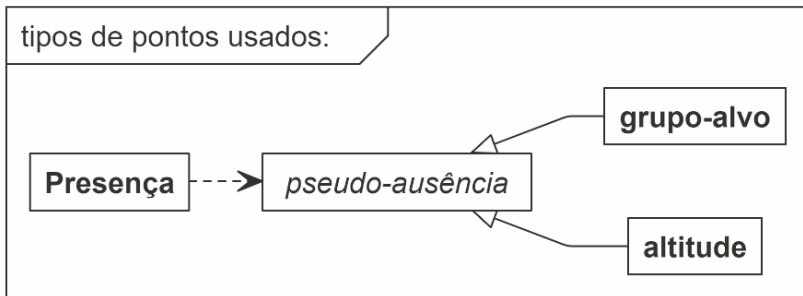


Figura 6: Tipos de pontos considerados nos modelos.

# Variáveis

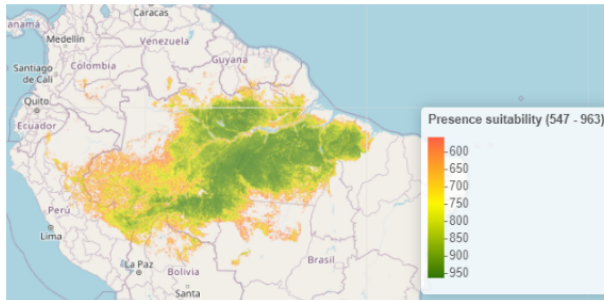
TIPOS		VARIÁVEIS
1	Variáveis climáticas	Temperatura média anual Temperatura média anual no período seco Temperatura média anual no período frio Vapotranspiração Potencial Anual
2	Variáveis edáficas	Conteúdo de argila superficial Conteúdo de argila a 200cm de profundidade Capacidade de troca catiônica superficial Fragmentos volumétricos grosseiros superficiais Fragmentos volumétricos grosseiros à 200cm PH do solo em água Conteúdo de areia superficial Conteúdo de areia a 200cm de profundidade
3	Variáveis topográficas	Elevação Declividade Índice do Poder de Fluxo de Água

Figura 7: Variáveis Tourne et al., 2019.

Variáveis testadas	Variáveis selecionadas por VIF
Evapotranspiração anual Aridez Temperatura média anual (BIO1) Intervalo médio diurno de temperatura (BIO2) Isotermalidade (BIO3) Sazonalidade de temperatura (BIO4) Temperatura máxima do mês mais quente (BIO5) Temperatura mínima do mês mais frio (BIO6) Faixa anual de temperatura (BIO7) Temperatura média do trimestre mais úmido (BIO8) Temperatura média do trimestre mais seco (BIO9) Temperatura média do trimestre mais quente (BIO10) Temperatura média do trimestre mais frio (BIO11) Precipitação anual (BIO12) Precipitação do mês mais úmido (BIO13) Precipitação do mês mais seco (BIO14) Sazonalidade da precipitação (BIO15) Precipitação do trimestre mais úmido (BIO16) Precipitação do trimestre mais seco (BIO17) Precipitação do trimestre mais quente (BIO18) Precipitação do trimestre mais frio (BIO19) Capacidade de troca catiônica Densidade aparente Porcentagem média de partículas de argila Porcentagem média de fragmentos grosseiros Fluxo de terreno Teor de carbono orgânico do solo Índice de pH medido em solução aquosa Declividade Porcentagem média de partículas siltosas Porcentagem média de partículas arenosas Índice da posição topográfica Índice de robustez do terreno Índice do Poder de Fluxo de Água Aspecto do terreno Registros de geoglifos Registros de terra-preta	Intervalo médio diurno de temperatura (BIO2) Isotermalidade (BIO3) Sazonalidade de temperatura (BIO4) Temperatura média do trimestre mais úmido (BIO8) Precipitação do mês mais úmido (BIO13) Sazonalidade da precipitação (BIO15) Precipitação do trimestre mais quente (BIO18) Precipitação do trimestre mais frio (BIO19) Capacidade de troca catiônica Densidade aparente Porcentagem média de partículas de argila Porcentagem média de fragmentos grosseiros Fluxo de terreno Teor de carbono orgânico do solo Índice de pH medido em solução aquosa Declividade Porcentagem média de partículas siltosas Índice do Poder de Fluxo de Água Índice da posição topográfica Aspecto do terreno Registros de geoglifos Registros de terra-preta

Figura 8: Variáveis VIF.

$$\text{AUC} = 0.87$$



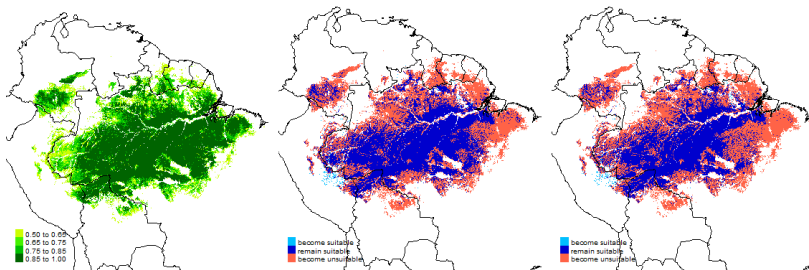
**Figura 9:** Probabilidade de ocorrência da *Bertholletia excelsa* numa escala de 0 a 1000 adequadas para a modelagem à resolução 2.5 arco minutos usando a filtragem geográfica.

$AUC = 0.94$

Geoglyphs and Terra-preta - Environmental Filtering WorldClim 2.1 5 arcmin  
(CMP6)

2050 - SSP245

2050 - SSP585



**Figura 10:** Modelo usando filtragem geográfica + ambiental à resolução 2.5 arco minutos, e suas projeções futuras nos cenários SSP245 e SSP585 para o período médio de 2050.

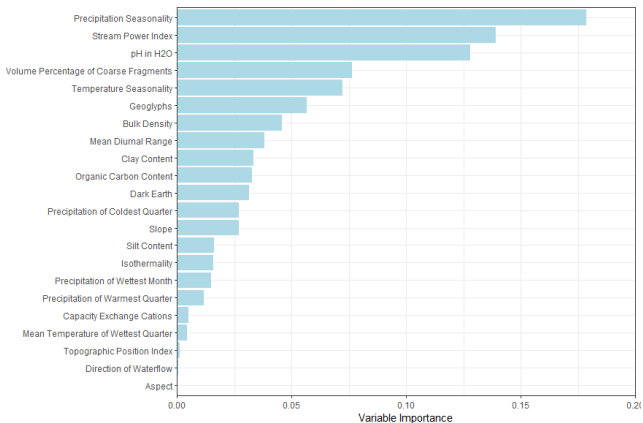


Figura 11: Variáveis que mais impactaram o melhor modelo.



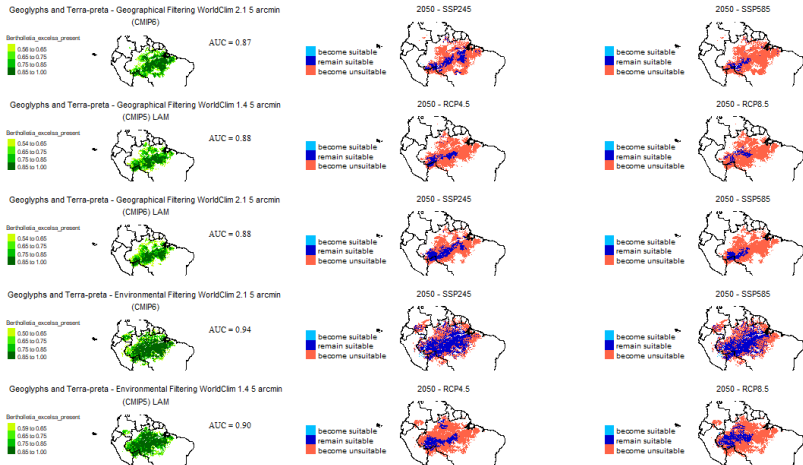


Figura 12: Resultados dos Modelos.

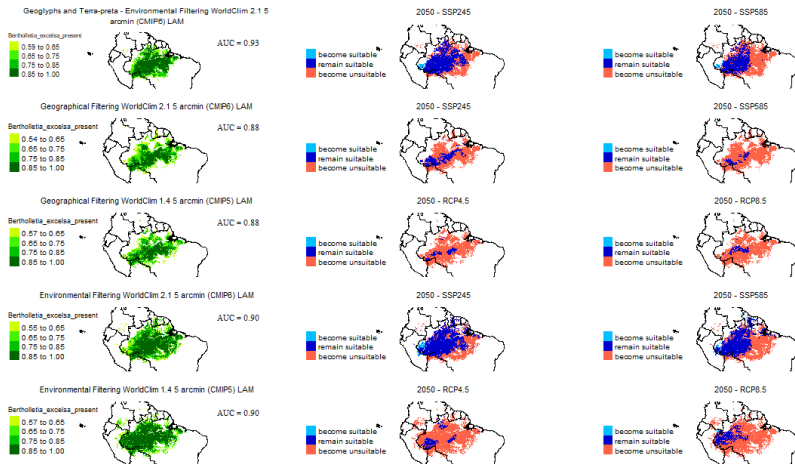


Figura 13: Resultados dos Modelos.

link com todos os resultados

[https://gabrielforest.github.io/maps\\_grid/](https://gabrielforest.github.io/maps_grid/)

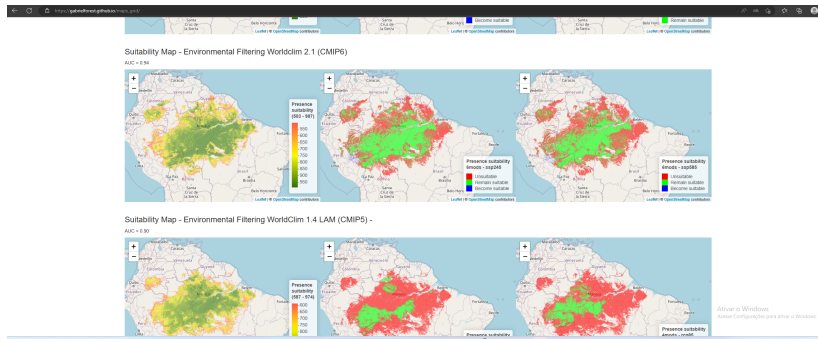


Figura 14: Dashboard com todos os resultados.

Co-autores	Colaboradores com registros de ocorrência da castanheira
Daiana Tourne	Beatriz Ribeiro
Evert Thomas	Daiana Tourne
Tobias Fremout	Daniel Larrea
Viviana Cecarelli	Daniela Borcella
Karina Martins	Daniela Granato
	Dario Amaral
	Diego Souza
	Evert Thomas
	Karina Martins
	Katia Emídio
	Lúcia Wadt
	Lucieta Martorano
	Marcelino Guedes
	Quêzia Leandro
	Raquel dos Santos
	Ricardo Scoles
	Walter Sousa