ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>

Distribuição potencial de *Vouacapoua americana* Aubl. na Amazônia brasileira e o impacto da mudança no uso do solo

Gustavo Carvalho Spanner¹, Raírys Cravo Herrera², Wellington de Pinho Alvarez³, Lucas de Oliveira Lima⁴, Adriano José Nogueira Lima⁵

¹ Doutorando, Programa de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia - INPA / Coordenação de Dinâmica Ambiental (CODAM) – Laboratório de Manejo Florestal (LMF), Av. André Araújo, 2936, Campo III- Petrópolis, Manaus - AM, 69067-375. (92) 99243-1033. gustavo.spanner@gmail.com (autor correspondente). ² Dra. em Fisiologia vegetal, Professora Associada III, Programa de pós-graduação em Biodiversidade e Conservação – PPGBC, Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará - UFPA, R. Cel. José Porfírio, 2515, CEP 68.372-040, Altamira, Pará. (93) 2122-0500. rairys@ufpa.br. ³ Dr. em Geografia, Professor Adjunto I, Faculdade de Geografia, Campus Universitário de Altamira, Universidade Federal do Pará - UFPA, R. Cel. José Porfírio, 2515, CEP 68.372-040, Altamira, Pará. (93) 2120-0500. wvalvarez@ufpa.br. ⁴ Discente do Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Federal do Pará - Campus Altamira, Laboratório de Estudo das Dinâmicas Territoriais na Amazônia – LEDTAM. ⁵ Dr. em Ciências de Florestas Tropicais, Programa de pós-graduação em Ciências de Florestas Tropicais, Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia - INPA / Coordenação de Dinâmica Ambiental (CODAM) – Laboratório de Manejo Florestal (LMF), Av. André Araújo, 2936, Campo III- Petrópolis, Manaus - AM, 69067-375. adriano@inpa.gov.br.

Artigo recebido em 21/08/2020 e aceito em 19/04/2021

RESUMO

A modelagem preditiva tem sido usada para analisar a distribuição geográfica das espécies com base em variáveis de condicionamento. O objetivo deste trabalho foi descrever uma potencial distribuição de *Vouacapoua americana* para o território amazônico, verificando se a espécie está sob pressão antrópica nos locais de ocorrência. Foram utilizados dados de ocorrência da espécie, utilizando registros em herbários e variáveis climáticas derivadas de precipitação e temperatura. Os modelos foram gerados usando o algoritmo de entropia máxima e validados a partir de matrizes de confusão e da área sob a curva. Os dados secundários sobre o uso da terra, desmatamento, pastagens e incêndios florestais foram processados no open gis QGIS 3.14 gis. A espécie foi encontrada no norte da América do Sul. Um total de 294 focos de calor e 98.521 km² de pastagens foram encontrados em áreas endêmicas de *Vouacapoua americana* na Amazônia brasileira. Obsevou-se que a espécie recebe pressão antrópica, sendo necessária a realização de políticas públicas de conservação da biodiversidade.

Potential distribution of *Vouacapoua americana* Aubl. in the Brazilian Amazon and the impact of the change in land use

ABSTRACT

Predictive modelling has been used to analyze species geographic distribution based on conditioning variables. The objective of this work was to describe a potential distribution of *Vouacapoua americana* to the Amazonian territory, checking if the species is under anthropogenic pressure in the occurrence sites. Data on the occurrence of the species were used, using records in herbariums and climatic variables derived from precipitation and temperature. Models were generated using the maximum entropy algorithm and validated from confusion matrices and the area under the curve. Secondary data on land use, deforestation, pastures and forest fires were processed in the open gis QGIS 3.14. The species was found in northern South America. A total of 294 foci of calories and 98,521 km² of pastures were found in endemic areas of the *Vouacapoua americana* in the Brazilian Amazon. The result is that the species receives anthropogenic pressure, making it necessary for public policies to conserve biodiversity.

Introdução

Vouacapoua americana Aubl. é uma espécie arbórea endêmica da floresta amazônica. Sendo uma das espécies madeireiras mais requisitadas na Amazônia (Pereira, 2017), atualmente encontra-se em perigo de extinção. Isto tem haver com a superexploração no passado, a exploração ilegal no presente e o avanço de atividades econômicas para seus habitats, tal

como ocorre na área impactada pela UHEBM na Volta grande do Xingu (Campos et al., 2019).

Por isso, é considerada criticamente em perigo pela International Union for Conservation of Nature (IUCN) desde 1998 devido a sua superexploração (Varty; Guadagnin, 1998). Em 2014, a espécie foi incluída na lista da flora brasileira ameaçada de extinção na classificação em perigo, ficando sua exploração proibida

(Brasil, 2014). Por efeito, a susceptibilidade de uma espécie à extinção é associada a diversas características, como a distribuição (endemismo e distribuição restrita), a biologia (grande porte, predação e baixa taxa reprodutiva) e impactos antrópicos, como a caça, antropização de habitats, desmatamento, fragmentação e alterações climáticas. Neste sentido, informações sobre as peculiaridades dessa espécie podem ser aplicadas para apoiar a elaboração e implementação de planos de conservação efetivos, bem como definir áreas prioritárias para a conservação da espécie.

Deste modo, os Modelos de Distribuição de Espécies (MDEs) possuem grande utilidade na descoberta de padrões de distribuição potencial, uma vez que relacionam a distribuição de pontos e conjuntos multivariados sobre o ambiente da espécie (Figueiredo; Figueiredo, 2019).

Sobre isso, destaca-se de forma preocupante a formação de pastagem para criação extensiva de gado em áreas onde há ocorrência da *Vouacapoua americana*, uma vez que a fronteira agropecuarista avança em direção ao norte do arco do desmatamento (Becker, 2005), especialmente sobre arquipélago do Marajó e nos baixos cursos do rio Xingu e Anapu. Este avanço é potencializado pelo enfraquecimento fiscalizatório federal, por meio da diminuição de mecanismos de vigilância ambiental (Barros et al, 2020), o qual resultou no vertiginoso aumento do

desmatamento na Amazônia legal brasileira (INPE, 2020).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi descrever a distribuição potencial de *V. americana* para o território amazônico, verificando se a mesma encontra-se sob pressão antrópica a partir da inserção de atividades econômicas em suas áreas de ocorrência, confirmando a hipótese de que *V. americana* está em risco por pressão de atividades antrópicas.

Material e métodos

Os MDEs foram gerados utilizando pontos de ocorrência/coordenadas geográficas de *V. americana* extraídos da base de dados Global Biodiversity Information Facility (GBIF) (<http://www.gbif.org/>). Foram utilizadas camadas ambientais extraídas do banco de dados do Worldclim (<http://www.worldclim.org/>), com resolução espacial de 30 arc-segundos, aproximadamente 1km, sob o sistema de coordenadas geográficas World Geodetic System (WGS) 1984 (Tabela 1). As camadas ambientais utilizadas foram variáveis bioclimáticas derivadas de precipitação e temperatura obtidas de Hijmans et al. (2005) que realizaram a interpolação espacial dos dados obtidos a partir de estações climatológicas pelo mundo entre o período de 1950-2000.

Tabela 1. Variáveis bioclimáticas utilizadas na elaboração dos modelos de distribuição potencial. Fonte: Wordclim (2017).

NOME	DESCRIÇÃO
BIO 1	Temperatura média anual
BIO 2	Varição Diurna da Temperatura (Tmax-Tmin)
BIO 3	Isotermalidade ((bio2/bio7)(*100))
BIO 4	Sazonalidade da temperatura
BIO 7	Amplitude térmica anual (bio5-bio6)
BIO 12	Precipitação média anual
BIO 13	Precipitação do mês mais chuvoso
BIO 14	Precipitação do mês mais seco
BIO 15	Sazonalidade da precipitação (coeficiente de variação)

O modelo foi gerado por meio do *software* Maxent versão 3.3.3k que tem implementado o algoritmo de máxima entropia, o qual é reconhecido como um dos mais eficazes para distribuição de espécies (Carvalho et al., 2019). Os dados foram particionados em dois conjuntos independentes para fazer a calibração e validação

dos modelos, utilizando 70% dos dados para a calibração e 30% para a validação.

Foi selecionado um valor de limite de corte (*threshold*) para a transformação dos dados gerados de adequabilidade ambiental, em probabilidades (0 – 100), para valores binários (presença-ausência, 0 e 1), em que 0 representa a

ausência e 1 a presença da espécie. O *threshold* utilizado foi o “*maximum training sensitivity plus specificity*” (LIU et al, 2005) pois tenta equilibrar os erros de omissão e sobre previsão, reduzindo as incertezas sobre os modelos (Barreiro, 2014). Essa transformação é um pré-requisito para muitas aplicações reais (Liu et al., 2013) e para a obtenção da matriz de confusão.

Foi construído uma matriz de confusão a partir dos verdadeiros positivos (a), falsos positivos (b), verdadeiros negativos (c) e (d) falsos negativos; onde os verdadeiros positivos e os falsos negativos são o conjunto de pixels em que a presença e ausência foi corretamente prevista pelo modelo, respectivamente; os falsos positivos são aqueles pixels em que a espécie não foi encontrada, porém o modelo previu a presença e os verdadeiros negativos representam o número de células em que a espécie foi encontrada, porém o modelo previu ausência. Adicionalmente, partir da matriz de erro/confusão foi obtida as métricas de precisão geral, sensibilidade, especificidade e *True Skill Statistic* (TSS) para avaliar a precisão dos modelos (Allouche et al., 2006), considerando Precisão geral, Sensitividade, Especificidade e *True Skill Statistic*.

A precisão geral é a taxa de *pixels* corretamente classificada pelo modelo. A sensibilidade é a probabilidade de classificação certa de uma presença; a especificidade é a probabilidade de uma ausência ser classificada corretamente pelo modelo. O TSS considera todas as informações da matriz de confusão (Allouche et al., 2006). Também foi utilizado o valor da Área sob a Curva (AUC) para avaliar o modelo. Essa métrica varia de 0 a 1, onde o perfeito ajuste do modelo é dado por 1; 0,5 implica em um poder preditivo não melhor que se fosse um modelo construído ao acaso e valores abaixo de 0,5 resultam em modelos piores do que se fossem construídos ao acaso (Elith, 2006). O teste binomial foi empregado para avaliar a significância dos modelos. O teste tem sua construção baseada na taxa de omissão e área predita, possuindo a capacidade de determinar se os modelos predizem as localidades melhor do que se fossem construídos usando pontos (coordenadas) aleatórios (Phillips et al., 2006).

Afim de analisar a espacialidade da *V. americana*, bem como identificar possível pressão antrópica em sua área de ocorrência e adjacência foi realizado download de dados matriciais de pastagens antropogênicas no Brasil ano de 2017 na plataforma web do Laboratório de Processamento e Geoprocessamento de Imagens (LAPIG) da Universidade Federal de Goiás, o qual foi convertido para vetor para partir da

ferramenta r.to.vetor do box Gress em ambiente Qgis 3.14. Para justaposição de dados de uso, foi realizado *download* de dados vetoriais de uso do solo no Brasil no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Na plataforma terrabrailis do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foi realizado *download* de dados vetoriais do desmatamento acumulado no ano de 2019. Na plataforma web imazongeo do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON) foi obtido o arquivo vetorial das fronteiras madeireiras na Amazônia Brasileira. Os focos de calor foram obtidos no BD queimas, plataforma de monitoramento de focos de calor do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os eventos pontuais baixados são de 01/01/2019 a 31/12/2019. Os dados Lapig, Terrabrasilis e IBGE foram recortados para os limites da Amazônia legal no soft Qgis 3.14, ferramenta recorte.

Tomando o resultado da distribuição da *V. americana* como aspecto para governança e proteção, considerando de forma hipotética que sua ocorrência determinaria a formação de unidade de conservação. A partir disso foi realizado *buffer* no raio de 3 km a partir dos locais de ocorrência, a fim de verificar a existência de pastagens antropogênicas e queimadas nestes locais, os resultados são apresentados no mapa 02. Valor foi obtido tendo por referência o limite da área de amortização definida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) na resolução 428 de 17 de dezembro de 2010 para unidade de conservação sem plano de manejo.

Resultados e discussão

Registramos 61 ocorrências de *V. americana*, o país com maior ocorrência foi o Brasil (Figura 1). Obteve-se boa acurácia do modelo a partir das métricas extraídas da matriz de confusão e da Área sob a Curva (AUC). Foi alcançado 90% e 87% de presenças e ausências preditas corretamente pelo modelo, respectivamente. A precisão geral do modelo foi de 0,86 e TSS de 0,77. A sensibilidade foi de 0,90 e a especificidade de 0,87. Os valores encontrados através da AUC para o treino e teste foram de 0,96 e 0,91, respectivamente. Nível de Corte obtido foi 0,126 e p-valor de Teste Binomial igual a 3,19E-0,5.

A contribuição relativa de cada variável para o modelo preditivo da distribuição potencial de *V. americana* pode ser encontrada na Figura 2. As três principais variáveis: precipitação no mês mais chuvoso, variação da temperatura diurna e precipitação no mês mais seco responderam por uma explicação de 92,4%.

Figura 1. Distribuição geográfica potencial de *V. americana* na América do Sul gerada através do algoritmo Maxent.

Figura 2. Contribuição relativa das variáveis bioclimáticas para o modelo de distribuição geográfica potencial de *V. americana* na Amazônia brasileira gerada através do algoritmo Maxent.

O perigo de extinção de *V. americana* parece ser relacionado à sua alta valorização econômica devido as características anatômicas (Souza et al., 2011) e estéticas. É classificada como criticamente em perigo desde 1998 pela IUCN (Varty; Guadagnin, 1998) e recentemente foi

decretada em perigo no Brasil devido a sua exploração excessiva (BRASIL, 2014).

Não encontramos estudos que tratem sobre aspectos relacionados a distribuição geográfica da espécie. O acapu ocorreu potencialmente ao Nordeste da América do Sul. Corroboramos com Varty e Guadagnin (1998) que

descreveram a sua ocorrência no Suriname, Guiana, Guiana Francesa e Brasil, com maior número neste último. Por estar ameaçada de extinção, os países onde registram-se ocorrência devem criar e adotar planos de conservação focando nessa espécie ou em um conjunto de espécies ameaçadas de extinção, garantindo quando possível o manejo, uma vez que a criação de unidades de conservação não acarreta em proteção automática (Coelho; Resende, 2016). O Brasil, especialmente, deve fornecer mais atenção a essa questão, uma vez que possui a maior parte da distribuição da espécie. Em suas áreas de ocorrência verificam-se poucas unidades de conservação.

A distribuição geográfica do *V. americana* na Amazônia brasileira ocorre principalmente nos platôs dissecados ocupados por vegetação arbórea na transamazônica, bem como nos planaltos residuais setentrionais e orientais da Amazônia, além de tabuleiros do arquipélago do Marajó. De tal forma que, sua dispersão geográfica aparentemente está condicionada a áreas de terra firme, sob as quais, destaca-se solos lateríticos nos planaltos, nos tabuleiros de classes gleissolos não excessivamente hidratados.

Nas áreas onde há maior probabilidade de encontrar indivíduos de *V. americana*, há forte pressão para exploração madeireira, a qual de

modo geral ocorre de forma ilegal e distinta das explorações realizadas a partir da aprovação de planos de manejo (Locks; Matricardi, 2019). Castelo et al (2020), demonstra que o avanço da fronteira madeireira, tem importância significativa para ocupação no interior da Amazônia.

Tal processo garante significativo incremento de atividades econômicas, especialmente a pecuária extensiva de corte, como aponta os dados LAPIG (2017) e IBGE (2016). Isso resulta do amplo e complexo processo de dominialidade territorial promovido pelo governo federal sobre a Amazônia e posto em prática a partir de 1970 com o II Plano de Desenvolvimento Nacional (Alvarez, 2020). Pinho e Cardoso (2016) chamam este momento histórico de terceiro período de colonização da Amazônia, sendo, portanto, um momento do processo de invasão, apropriação e violência (Andrade, 2017).

Neste sentido, a continua ocupação e exploração territorial, pode comprometer a distribuição da espécie, uma vez que o incremento de atividades econômicas altera a dinâmica de uso do solo, bem como modifica características da paisagem, podendo significar alterações singulares em habitats onde a *V. americana* ocorre. Os resultados da ocupação e uso nas áreas de ocorrência da espécie, a partir dos 3 km podem ser vistos na Tabela 2.

Tabela 2. Uso e explorações em áreas de ocorrência de *V. americana* Aubl. em raio de 3 Km.

Tipo de exploração	Área em Km ²	Ano	Total %
Pastagem	98,521	2017	29,63
Desflorestamento	1,176	2019	0,35
Floresta	233,871	2016	70,02
Total	332,392	-	100
Outras áreas*	716,172	2016	-

*Áreas onde não há exploração definida, ou área não mapeada no ano de 2019.

Fonte: IBGE, IMAZON, INPE, LAPIG, Adaptado pelo autor.

A referida tabela demonstra que o raio de 3 km a partir da ocorrência de *V. americana* apresenta perda florestal de 29,98 %, quando somadas pastagem e desflorestamento. Esses resultados apontam alterações significativas na paisagem, uma vez que a perda de floresta altera quantidade de radiação solar incidente sobre o solo (Tricart, 1977), porquanto a perda de floresta altera o albedo local (Ataide et al., 2020), bem

como contribui para erosão acelerada, significando maior perturbação antropogênica em horizontes orgânicos e minerais (Costa et al., 2020), (Lepsch, 2010) reduzindo a umidade do solo nos horizontes superficiais (Fernandes et al., 1999). A ocupação das áreas de ocorrência da *V. americana* e a incidência de queimadas podem ser vistas na figura 3.

Figura 3. Queimadas em áreas de ocorrências de *V. americana* em 2019.

Na figura 3, destacam-se os 98,521km² de pastagem antropogênica na Amazônia brasileira em 2017, sendo este importante vetor de ocupação das áreas de ocorrência da *V. americana*. Além das pastagens, foi verificado 294 focos de calor no ano de 2019, concentrados na área de ocupação consolidada (Becker, 2005) nos baixos cursos do Xingu, Tocantins e Guamá. Fato grave, uma vez Spanner, G.C., Herrera, R.C., Alvarez, W.P. de, Lima, A.J.N..

que a área de referência é apenas 3km de raio a partir das ocorrências de *V. americana*.

Por efeito, Aragão et al. (2020) ao confirmar o aumento de queimadas na Amazônia em 2019-2020, apontando que estas são resultantes do desflorestamento. De maneira geral, as queimadas são determinantes para aumento

progressivo das áreas de pastagem (Almeida et al., 2016; Veloso, 2018).

Associado a isso, destaca-se as fronteiras madeireiras, principalmente, a fronteira estuariana e a nova que se estendem do baixo Amazonas, baixo Tocantins e alcança os planaltos amapaenses, os quais avançam para os territórios onde a *V. americana* ainda não sofre grande pressão antropogênica.

Não obstante, a modelagem da distribuição de espécies tem se mostrado uma ferramenta valiosa em questões que envolvem a utilização e conservação de recursos naturais, principalmente a biodiversidade, e tem sido aplicada a outras espécies que ocorrem na América do Sul, especificamente na Amazônia como *Calophyllum brasiliensis*, *Carapa guianensis* e *Virola surinamensis* (Prates-Clark et al., 2008).

Sugerimos para estudos futuros o refinamento da escala de análise e a inserção de novas fontes de dados de ocorrência da espécie, além da utilização de outras camadas ambientais, como variáveis topográficas (Figueiredo et al., 2015). Bem como, variáveis obtidas a partir de sensoriamento remoto, que caracterizem aspectos da vegetação indicando diferenças sutis em locais climaticamente homogêneos (Saatchi et al., 2008).

É necessário investigar a distribuição da espécie em cenários de mudanças climáticas, aliadas com informações sobre o uso futuro do solo. Isso é justificado, uma vez que a espécie pode perder grande parte da sua distribuição por estar localizada em ambientes com altas taxas de desmatamento.

Conclusões

Vouacapoua americana ocorre ao nordeste da América do Sul, no Brasil, Suriname, Guiana e Guiana Francesa, com maior distribuição no primeiro país.

Sazonalidade da temperatura e precipitação do mês mais chuvoso foram as principais variáveis que determinaram a distribuição da espécie.

Uma parte da área de ocorrência de *V. americana* é ocupada para uso na forma de pasto. A *V. americana* está sob pressão antropogênica na Amazônia brasileira, tendo seus habitats desflorestados e queimados, bem como são ocupados por pastagens.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Pará - UFPA, Campus de Altamira; e à Fundação Amazônia de amparo à estudos e

pesquisas - FAPESPA pelo financiamento do projeto de pesquisa referente ao Edital 05/2014.

Referências

- Allouche, O.; Tsoar, A.; Kadmon, R., 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). *Journal of Applied Ecology*, 43, 1223 – 1232.
- Almeida, C. A., Coutinho, A. C., Mora, J. C. D., Adami, M., Venturieri, A., Diniz, C. G., Dessay, N., Durieux, L. 2016. High spatial resolution land use and land cover mapping of the Brazilian Legal Amazon in 2008 using Landsat-5/TM and MODIS data. *Acta Amazonia* 3, 291 – 302.
- Alvarez, W. P., 2020. Amazônia de domínio da união: expressões da ordem-desordem na exploração do potencial paisagístico na bacia do Jaurucu, baixo rio Xingu – Pará. Tese (Doutorado em Geografia). Belém, UFPA.
- Andrade, F. M. R., 2017. Natureza Amazônica e Educação Ambiental: identidades, saberes docentes e representações sociais. *Revista Científica RUNAE* 1, 51-70.
- Aragão, L. E. O. C., Silva Junior, C. H. L., Anderson, L. O., 2020. O desafio do Brasil para conter o desmatamento e as queimadas na Amazônia durante a pandemia por COVID-19 em 2020: implicações ambientais, sociais e sua governança. INPE, 1-34. Disponível em: https://www.socioambiental.org/sites/blog.socioambiental.org/files/nsa/arquivos/dematamento_fogo_covid19_aragao_et_al.pdf. Acesso em 14 dez. 2020.
- Fernandes, F.A.; Cerri, C.C.; Fernandes, A.H.B.M. 1999. Alterações na matéria orgânica de um Podzol Hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no Pantanal Mato-Grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34: 1943-1951.
- Ataide, W. L. S., Oliveira, F. A., Pinto, A. D., 2020. Balanço de radiação, energia e fechamento do balanço em uma floresta prístina na Amazônia oriental. *Revista Brasileira de Geografia Física* 13, 2603-2627.
- Barreiro, I. M. J., 2014. Uso de modelagem de distribuição potencial como ferramenta para encontrar espécies pouco amostradas. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação da Biodiversidade). Santa Cruz, UESC. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/5314/PIETCZAK%2C%20CAROLINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 ago. 2020.

- Barros, M. J. B., Canto, O., Coelho, F. L. A., 2020. Fronteira agrícola e conflitos territoriais nas amazônias brasileiras: a expansão do agronegócio da soja e seus efeitos no planalto de Santarém, Pará-Amazônia-brasil. *Ciência Geográfica* 2, 893-911.
- Becker, B. 2005. Geopolítica da Amazônia. *Estudos Avançados*, 19, 71-86. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v19n53/24081.pdf> / . Acesso em: 16 fev. 2020.
- Brasil., 2010. CONAMA. Resolução nº 428. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=641> . Acesso em 10 de jan. 2020.
- Campos, K. M., Herrera, R. C., Lima, L. O., Prates, H. U. S., Garcia, M. G., 2019. OCORRÊNCIA DE *Vouacapoua americana* Aubl. e *Virola surinamensis* Warb. em áreas impactadas pela UHE Belo Monte. *Interespaço* 5, 1-11.
- Carvalho, M. C., França, L. C. J., Lopes, I. L., Araújo, L. A., Mello, J. M., Godime, L. R., 2019. Algoritmos de aprendizagem de máquina na modelagem da distribuição potencial de habitats de espécies arbóreas. *Pesquisas Agrárias e Ambientais* 7, 600-606.
- Castelo, B., Adami, M., Santos, R. B. N., 2020. Fronteira Agrícola e a política de priorização dos municípios no combate ao desmatamento no estado do Pará, Amazônia. *Estudos: sociedade e agricultura* 2, 434-457.
- Coelho, G. L. N.; Carvalho, L. M. T.; Gomide, L. R. 2016. Modelagem preditiva de distribuição de espécies pioneiras no Estado de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 2, 207 – 214. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2016000300002> . Acesso em: 14 ago. 2020.
- Coelho, H. A., Rezende, E. N, 2016. A efetiva implantação das unidades de conservação ambiental por meio da desapropriação. *Revista do Direito Público, Londrina* 11, 65-195.
- Costa, D. F.; Alvarez, W. P. ; Herrera, J. A., 2020. Susceptibilidade erosiva em bacia: hidrográfica na Amazônia: exploração da paisagem e soterramento de nascentes na sub-bacia do Jaurucu em Brasil Novo, Pará. *Revista Venozelana de Geografia* 1, 88-98.
- Elith, J.; Graham, C. H.; Anderson, R. P.; Dudik, M.; Ferrier, S.; et al. 2006. Novel methods improve prediction of species distribution from occurrence data. *Ecography*, v. 29, 129 – 151.
- Figueiredo, S. M. M., Figueiredo, Evandro, O., 2019. Modelagem de distribuição de espécies arbóreas por classe diamétrica no sudoeste da Amazônia. *Scientia Florestalis* 47, 644-654.
- Hijmans, R. J.; Cameron, S. E.; Parra, J. L.; Jones, P. G.; Jarvis, A. 2005. *International Journal of Climatology* 25, 1965 – 1978.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2020. A estimativa da taxa de desmatamento por corte raso para a Amazônia legal em 2019 é de 9.762km². Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5294. Acesso em: 17 abr. 2020.
- Lepsch, I. F. 2010. *Formação E Conservação Dos Solos*. São Paulo: Oficina do texto.
- Liu, A.; White, M.; Newell, G. 2013. Selecting thresholds for the application of species occurrence with presence-only data. *Journal of Biogeography*, 40, 778-789.
- Liu, C.; Berry, P. M.; Dawson, T. P.; Pearson, R. G. 2005. Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions. *Ecography*, 28, 385- 393.
- Locks, C. J., Matricardill, E. A. T., 2019. Estimativa de impactos da extração seletiva de madeiras na Amazônia utilizando dados LIDAR. *Ciência Florestal* 2, 481-495.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente., Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-de-especiesfauna-ameacada/flora.html> Acesso em 08 dez. 2018.
- Pereira, A. G., 2017. Morfometria de frutos, sementes, desenvolvimento pósseminar, plântulas e de plantas jovens e fisiologia de sementes de *Vouacapoua americana* Aubl. (Leguminosae). Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas/Botânica Tropical). Belém, Universidade Federal Rural da Amazônia/Museu Paraense Emílio Goeldi .
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., Schapire, R. E., 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231-259. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438000500267X> . Acesso em: 20 dez. 2020.
- Pinho, G. F., Cardoso, A. C. D., 2016. O legado das colonizações da Amazônia oriental: redes de aglomerados rurais ou redes protourbanas?. *PARC Pesq. em Arquit. e Constr.* 7, 35-45.
- Prates-Clark, C. C.; Saatchi, S. S.; Agosti, D. 2008. Predicting geographical distribution model of high-value timber trees in the Amazon Basin using remotely sensed data. *Ecological Modelling*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/223721461_Predicting_geographical_distribution_

- models_of_high-value_timber_trees_in_the_Amazon_Basin_using_remotely_sensed_data . Acesso em: 19 jan. 2017
- Saatchi, S.; Buermann, W.; Ter Steege, H.; Smith, T. B. 2008. Modeling distribution of Amazonian tree species and diversity using remote sensing measurements. *Remote Sensing of Environmental* 5, 180-198. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425708000254> . Acesso em: 22 dez. 2020.
- Tricart, J. 1977. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN.
- Varty, N., Guadagnin, D.L. 1998. *Vouacapoua americana*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T33918A9820054 1, 25-34. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33918A9820054.en>. Acesso em 08 April 2020.
- Veloso, G. A., 2018. *Produtividade primária bruta e biomassa em pastagem no bioma cerrado: uma análise a partir dos modelos sebal/casa e mod17 no estado de goiás*. Tese (Doutorado). Goiania, Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Socioambientais (Iesa).