

LOYRIANE MOURA SOUSA



**LACUNAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE  
QUELÔNIOS (REPTILIA: TESTUDINES) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Belém,  
2023

LOYRIANE MOURA SOUSA

**LACUNAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE  
QUELÔNIOS (REPTILIA: TESTUDINES) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Defesa de Dissertação ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia.

Área de concentração: Biodiversidade e Conservação.

Linha de Pesquisa: Ecologia animal.

**Orientador:** Prof. Dr. Thiago Bernardi Vieira

Belém,

2023

FOLHA DE APROVAÇÃO

LOYRIANE MOURA SOUSA

**LACUNAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE  
QUELÔNIOS (REPTILIA: TESTUDINES) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Defesa de dissertação ao Programa de Pós-Graduação em Zoologia, do convênio da Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zoologia, sendo a COMISSÃO JULGADORA composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr. THIAGO BERNARDI VIEIRA

PPGZOOL/UFPA (Presidente)

PROF. DR. ANDRÉ FELIPE ALVES DE ANDRADE

UFG (Membro externo)

PROF. DR. FERNANDO GERALDO DE CARVALHO

UFG (Membro externo)

Prof. Dr. JOZÉ MAX BARBOSA DE OLIVEIRA JÚNIOR

UFOPA (Membro externo)

PROFA. DRA. KARINA DIAS DA SILVA

UFPA (Membro externo)

Prof. Dr. LEANDRO S. BRASIL

PPGZOOL/UFPA (Membro interno)

## **Sumário**

Resumo:.....	1
Palavras-chave: .....	1
Introdução .....	1
Método .....	3
Área de Estudo .....	3
Espécies utilizadas .....	4
Dados de Ocorrência .....	5
Variáveis ambientais .....	5
Algoritmos.....	6
Avaliação dos modelos.....	7
Identificação da contribuição de cada tipo de unidade.....	8
Identificação das áreas prioritárias e de sua importância .....	8
Resultado.....	9
Discussão.....	17
Referências .....	19
Tabela S01:.....	27

## LACUNAS E ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA A CONSERVAÇÃO DE QUELÔNIOS (REPTILIA: TESTUDINES) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

**Resumo: Introdução** - A biodiversidade está sofrendo uma grande pressão antrópica, sendo perdido antes mesmo de ser conhecida, devido ao aumento desordenado do desenvolvimento social e econômico. A criação das unidades de conservação é feita sem planejamento com base da ciência, sem identificar todas as espécies encontradas no local das UCs e que por conta disso as espécies mais privilegiadas são as terrestres. Enquanto isso as espécies aquáticas têm poucas áreas de proteção. Uma forma de sanar esse problema e selecionar as áreas prioritárias através do Planejamento Sistemático da Conservação, cujo objetivo é identificar áreas mais viáveis para conservação com um gasto financeiro reduzido. Os quelônios, também conhecidos em toda a Amazônia por bicho de cascos, são caçados, pescados e consumidos por inúmeros residentes da Amazônia brasileira. **Objetivo** - Assim, o nosso objetivo é identificar as áreas prioritárias para a conservação de quelônios aquáticos da bacia Amazônica brasileira e a contribuição das UCs, diferenciando as Áreas de Proteção Integral (API) e Áreas de Uso Sustentável (AUS), e das Terras Indígenas (TIs) para a proteção do grupo. **Materiais e Métodos** - Foram feitas busca dos pontos de ocorrência nas coleções digitais. *SpeciesLink* (<https://specieslink.net/>) e *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; [www.gbif.org](http://www.gbif.org)), usamos o banco de dados Hydroatlas contendo 31 variáveis bioclimáticas referentes a hidrologia, hidrografia, clima, para as espécies terrícolas foram usadas as 19 variáveis bioclimáticas que estão disponível no WorldClim disponíveis no banco de dados WorldClim (<http://www.worldclim.org/>), ajustamos os modelos usando quatro algoritmos: Entropia máxima (MXE; Phillips *et al.*, 2017; Phillips *et al.*, 2004), Random Forest (RDF; Prasad *et al.*, 2006), Support Vector Machine (SVM; Guo *et al.*, 2005) Gaussian-Bayesian (Geiger e Heckerman 235–243, 1995). Foi usado o pacote ENMTML no software R para todos os procedimentos de modelagem (Andrade *et al.*, 2020; [https://github.com/andrefaa/ENM\\_TheMetaLand](https://github.com/andrefaa/ENM_TheMetaLand)). Todos os procedimentos descritos foram realizados para todas as espécies presentes e considerando apenas as espécies sob risco de extinção (IUCN) e (ICMBio). **Resultados** - Nossos resultados apontam que as TI detém as maiores médias de contribuição (superior a 50%) das áreas de distribuição das espécies de quelônios na Amazônia brasileira. Uma vez que, as áreas destinadas a proteção com maior grau de importância para a conservação (UPI e UUS) são as áreas que detém as menores porções de distribuição das espécies, menos de 15% combinadas. Porém essas áreas vêm sofrendo eventos de perda de áreas protegidas trata-se de um fenômeno denominado pelos pesquisadores pela sigla PADD. Observamos que as maiores áreas de distribuição de quelônios se encontravam dentro de TI (mais de 40% dos pontos de ocorrência). Através desses resultados podemos observar quais áreas de fato possuem maiores ocorrências e favorecem para serem criadas as UCs, pensando na conservação para todas as espécies de animais, tanto aquático, quanto terrestres. **Discussão** - Encontramos 8.989 pontos para as 17 espécies de quelônios inclusas no trabalho, após a limpeza dos dados e retirada dos pontos sem referência e pontos duplicados permaneceram 3.535 pontos. Observamos que aproximadamente 20% da distribuição geográfica das espécies de quelônios da Amazônia brasileira estão fora de UC's e de TI. Dentre as unidades de conservação (UPI e UUS) observamos nas UUS as maiores porcentagem de áreas de ocorrência das espécies. No entanto, as TI são as áreas que detém as maiores médias de porcentagem de áreas de distribuição, com valores superiores a 50%. Esse mesmo padrão é observado para quase todos os agrupamentos realizados, tanto para habitat quanto ambiente e status de conservação. **Conclusão** - Os pesquisadores têm grandes desafios na hora de tomar decisões com os modelos, devido as conservações que às vezes envolve muitos táxons que são bastantes diferentes um do outro, quando o assunto é relacionado a conservação de um grupo de indivíduos e uma discussão muito complicada, pois envolve muitos fatores, como fatores políticos, biológicos e econômicos, isso diz respeito a muitas decisões e pensamentos diferentes sobre o assunto.

**Palavras-chave:** Unidade de conservação, Terra indígena, biodiversidade, variáveis bioclimáticas, Quelônio.

**Abstract: Introduction** - Biodiversity is under significant anthropogenic pressure, being lost before even being fully understood, due to uncontrolled increases in social and economic development. The establishment of conservation units is often done without science-based planning, failing to identify all species present within these areas. As a result, terrestrial species are often prioritized, while aquatic species have limited protection areas. One solution to this problem is to select priority areas through Systematic Conservation Planning, aiming to identify the most viable conservation areas with reduced financial expenditure. Turtles, also known throughout the Amazon as shelled creatures, are hunted, fished, and consumed by numerous residents of the Brazilian Amazon. **Objective** - Thus, our goal is to identify priority areas for the conservation of aquatic turtles in the Brazilian Amazon basin and the contribution of conservation units, distinguishing between Integral Protection Areas (IPA) and Sustainable Use Areas (SUA), as well as Indigenous Lands (ILs), to the protection of the group. **Materials and Methods** - Occurrence points were searched in digital collections: SpeciesLink (<https://specieslink.net/>) and the Global Biodiversity Information Facility (GBIF; [www.gbif.org](http://www.gbif.org)). We used the Hydroatlas database containing 31 bioclimatic variables related to hydrology, hydrography, and climate. For terrestrial species, we used the 19 bioclimatic variables available in the WorldClim database (<http://www.worldclim.org/>). Models were adjusted using four algorithms: Maximum Entropy (MXE; Phillips et al., 2017; Phillips et al., 2004), Random Forest (RDF; Prasad et al., 2006), Support Vector Machine (SVM; Guo et al., 2005), and Gaussian-Bayesian (Geiger and Heckerman 235–243, 1995). The ENMTML package in R software was used for all modeling procedures (Andrade et al., 2020; [https://github.com/andrefaa/ENM\\_TheMetaLand](https://github.com/andrefaa/ENM_TheMetaLand)). All described procedures were performed for all present species and considering only species at risk of extinction (IUCN) and (ICMBio). **Results** - Our results indicate that Indigenous Lands (ILs) hold the highest contribution measures (greater than 50%) of turtle species distribution areas in the Brazilian Amazon. Protected areas with the highest degree of importance for conservation (IPA and SUA) are the areas with the smallest portions of species distribution, less than 15% combined. However, these areas have been experiencing protected area downsizing events, a phenomenon researchers refer to as PADDD. We observed that the largest turtle distribution areas were within ILs (more than 40% of occurrence points). Through these results, we can observe which areas indeed have the highest occurrences and are favorable for the creation of conservation units, considering the conservation of all animal species, both aquatic and terrestrial. **Discussion** - We found 8,989 points for the 17 turtle species included in the study, after data cleaning and removal of reference less and duplicate points, 3,535 points remained. We observed that approximately 20% of the geographical distribution of turtle species in the Brazilian Amazon is outside conservation units and Indigenous Lands. Among the conservation units (IPA and SUA), we observed in SUAs the highest percentage of species occurrence areas. However, ILs are the areas that hold the highest average percentage of distribution areas, with values exceeding 50%. This same pattern is observed for almost all groupings performed, both for habitat and environment and conservation status. **Conclusion** - Researchers face significant challenges when making decisions with models, due to conservation involving many taxa that are quite different from each other. When it comes to the conservation of a group of individuals, it becomes a very complicated discussion, involving many factors such as political, biological, and economic factors. This pertains to many different decisions and thoughts on the subject.

**Keywords:** Conservation unit, Indigenous lands, biodiversity, bioclimatic variables, turtle.

## **Introdução**

Os quelônios desempenham um papel muito importante socioeconômico na região amazônica. A caça, pesca e a comercialização desses animais são práticas antigas realizadas por diversas comunidades indígenas e ribeirinhas (FONSECA e LOURIVAL, 2001). Dentre essas espécies consumidas, os quelônios amazônicos mais comercializados e utilizados para consumo, são as do gênero *Podocnemis* (CONWAY, 2004). Além de serem considerados importantes para consumo de proteínas, também são extraídos óleo de seus ovos que são utilizados como combustível para iluminação pública existente na época do colonialismo (MURRIETA, 1998). Esses animais exercem um papel muito importante no funcionamento de diferentes serviços ecossistêmicos, especialmente a teia alimentar, dispersão de sementes e ciclagem de matérias orgânicas (MOLL ET AL., 2004; PEZZUTI ET AL., 2018). Os quelônios amazônicos estão cada vez mais ameaçados, pelos fatores de grandes construções de hidrelétricas nos cursos d'água, poluição das águas, aumento das atividades agropecuárias, desmatamento de matas ciliares e várzeas, barramentos de rio, corpos d'água e o consumo e comercialização ilegal desses animais (RODRIGUES, 2005; ALHO ET AL., 2015).

Com isso a biodiversidade mundial está sob pressão antrópica, e em muitos casos, sendo perdida antes mesmo de ser conhecida (CALLISTO ET AL., 2001; KLEINE & TRIVINHO –STRIXINO, 2005). Somada à falta de conhecimento da diversidade taxonômica, observamos as incertezas ou mesmo o total do desconhecimento sobre a distribuição geográfica das espécies (BINI ET AL. 2006; DINIZ-FILHO ET AL. 2010). Essas duas lacunas impõem grandes desafios para a conservação da biodiversidade que são aumentados quando as áreas de interesse econômico se sobrepõem aquelas de grande valor para a conservação biológica (CAMACHO-SANDOVAL & DUQUE, 2001). Deste modo, a falta de conhecimento da distribuição geográfica das espécies, aliada a indisponibilidade de recursos financeiros e a sobreposição com as áreas de interesses econômico são os principais desafios para a conservação (RODRIGUES & GASTON, 2002; NOBREGA & DE MARCO, 2011).

Uma forma de amenizar a perda da biodiversidade é através da implementação de áreas destinadas a conservação (VERÍSSIMO et al., 2011), chamadas de Unidades de Conservação (UC's) no Brasil (Snuc, 2000). São reconhecidos 12 tipos de UC's distribuídas em dois conjuntos; 1. Unidades de Proteção Integral (UPI) com objetivo

principal de manutenção dos ecossistemas, admitindo apenas o uso indireto dos seus recursos naturais; e 2. Unidades de Uso Sustentável (UUS) com o objetivo de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (SNUC, 2000). No Brasil, adicionalmente a essas categorias de UC's, temos as Terras Indígenas (TIs), que são territórios definidos pelo estado como as terras nos quais os povos nativos podem viver no meio natural (CARNEIRO DA CUNHA, 1998). Segundo o artigo 231 da Constituição 1988, essas terras são habitadas em carácter permanente pelos povos indígenas, que podem ser usadas para moradia e para a sua subsistência. Sendo que os povos residentes têm a posse permanente e uso exclusivo de seus recursos (231 DA CONSTITUIÇÃO 1988). Apesar dessas terras não serem consideradas UC's, segundo o SNUC, são consideradas como terras protegidas pelo governo brasileiro.

No entanto, a eficácia das UC 's e das TI's para a conservação da biodiversidade vem sendo questionadas e investigada (DIAS-SILVA ET AL.2021). A localização dessas áreas é definida de forma arbitrária, baseada em interesses econômicos e/ou políticos, geralmente em localidades com baixo interesse econômico ou então com base no conhecimento empírico de pesquisadores e focado para grupos taxonômicos específicos (BRASIL ET AL.2021). Uma forma de sanar esse problema seria definindo a localização das UC 's através do Planejamento Sistemático da Conservação (MARGULES & PRESSEY 2000), cujo objetivo é identificar áreas com alto valor de importância para a conservação da biodiversidade, considerando os princípios de complementariedade e insubstituibilidade dessas áreas (PRESSEY, 1999).

A tendência acelerada de perda de diversidade, devido as mudanças no uso e na cobertura do solo, também são observadas na Amazônia brasileira e para diferentes grupos taxonômicos, como; anfíbios (FERRANTE ET AL., 2019), aves (ROCHA; KAEFER, 2019), insetos aquáticos (DIAS-SILVA ET AL.2021), morcegos (GALETTI et al. 2010) e peixes (VAL, 2019). Sendo que as principais causas das mudanças no uso e na cobertura do solo da Amazônia são a expansão das fronteiras agrícolas, extração de minerais, retirada de madeira e, nos grandes rios, pela construção das hidrelétricas (FREITAS, 2020). Considerando o desmatamento das áreas ribeirinhas e a construção das hidrelétricas como as principais causas da perda da biodiversidade aquática nos rios amazônicos (LAURANCE, 1999; FEAMSIDE, 2005).

Os quelônios, tartarugas, jabutis e cágados, fazem parte da subordem *Cryptorida* e *Pleurodira* (HICKMAN et al., 2016; LI et al., 2008) e vivem em ambientes aquáticos, semiaquáticos e terrestres (BALESTRA et al. 2016, COSTA & BÉRNILS 2018). Possuem hábito alimentares tais como onívoros que podem se alimentar tanto de carnes ou vegetais, os carnívoros que podem se alimentar de carne e os herbívoros são os animais que se alimentam tanto de vegetais é algas. Os quelônios consomem tanto peixe, matéria morta, plantas, frutos, sementes e insetos, sendo assim importantes nas teias alimentares (VOGT, 2008). Além de desempenham papéis ecológicos importantes, como a dispersão de sementes (MOLL; JANSEN, 1995; LIU et al., 2004). Popularmente conhecidos por bichos de cascos na Amazônia brasileira os quelônios são caçados, pescados e consumidos por inúmeros residentes da Amazônia brasileira (VAN DIJK et al., 2014, VOGT, 2008). Sendo considerados um dos vertebrados mais ameaçados de extinção (STANFORD et al., 2018), mais de 50% das 356 espécies de quelônios conhecidas (RHODIN ET AL. 2017) estão listadas em algum grau de ameaça pela IUCN (BUHLMANN et al. 2009, RHODIN et al. 2018).

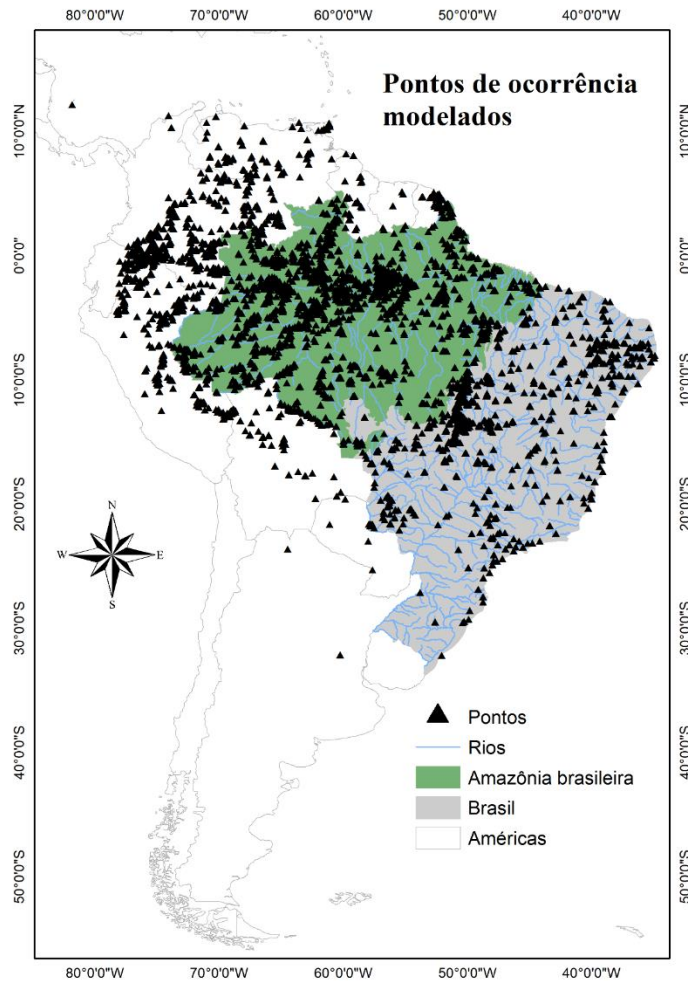
Assim, o nosso objetivo é identificar a contribuição das UC's, diferenciando as Unidades de Proteção Integral (UPI) e Unidade de Uso Sustentável (UUS), e das Terras Indígenas (TIs) para a proteção dos quelônios amazônicos. Uma vez que, mesmo que as TI's não sejam destinadas à conservação da biodiversidade elas possuem total influência neste processo, já que os povos indígenas requerem maior integridade ambiental de suas áreas (BRASIL et al., 2021). Adicionalmente iremos identificar as áreas prioritárias para a conservação de quelônios da bacia Amazônica brasileira e se as UCs e TI estão localizadas sobre as áreas de maior importância. Esses procedimentos serão realizados considerando todas as espécies de quelônios com ocorrência na bacia amazônica brasileira e posteriormente para as diferentes categorias de conservação da IUCN e ICMBio, e para os habitats (aquáticos, semiaquáticos e terrestres) e ambiente (generalistas, lênticos, lóticos e terrícolas).

## **Método**

### **Área de Estudo**

A bacia Amazônica brasileira abrange cerca de 3,8 milhões de quilômetros quadrados, que envolvem sete estados, Acre, Amazonas, Roraima, Rondônia, Mato Grosso, Pará e Amapá (Figura 01). O clima da região é do tipo tropical chuvoso com o

clima quente e úmido em sua maioria, chuvas concentradas nos meses de novembro a março e o período de seca entre maio e setembro (PEEL et al. 2007). Temperatura média anual de 27,9°C durante a estação seca é de 25,8°C na chuvosa (PEEL et al. 2007). O solo da região é uma combinação de diversos fatores geológicos e geomorfológicos com alta concentração de sódio, compondo um solo pobre com uma fina camada de nutrientes formado pela decomposição da matéria orgânica, folhas, flores, animais e frutos (PEEL et al. 2007).



**Figura 01:** Localização geográfica dos estados que junto formam a Bacia Amazônica brasileira e se encontra os pontos de ocorrência dos quelônios encontrados. As linhas azuis representam as drenagens e pretas as divisões políticas da América do Sul.

### Espécies utilizadas

O Brasil é um dos países mais ricos em espécies de quelônios, 36 espécies, com destaque para o bioma Amazônico, com a ocorrência de 17 espécies, 15 aquáticas e duas terrestres (VOGT, 2008; VAN DIJK et al., 2014), esses quelônios são classificados

em hábitos: aquáticos, semiaquáticos e terrestres que são elas: *Rhinoclemmys punctularia* (perema), *Kinosternon scorpioides* (muçua), *Chelus fimbriata* (mata-mata), *Mesoclemmys gibba* (cágado de poças da floresta), *Mesoclemmys nasuta* (cágado de cabeça de sapo), *Mesoclemmys raniceps* (lalá), *Phrynops geoffroanus* (cágado de barbicha), *Phrynops tuberosus* (cágado rajado), *Platemys platycephala* (jabuti macho), *Rhinemys rufipes* (cágado vermelho), *Peltocephalus dumerilianus* (cabeçudo), *Podocnemis erythrocephala* (irapuca), *Podocnemis expansa* (tartaruga da amazônia), *Podocnemis sextuberculata* (pitiú), *Podocnemis unifilis* (tracajá) e as duas espécies terrícolas, *Chelonoidis carbonarius* (jabuti vermelho) e *Chelonoidis denticulatus* (jabuti amarelo). Já para o habitat eles são classificados em generalista, lântico, lótico e terrícola. Todos os procedimentos descritos foram realizados para todas as espécies presentes e considerando apenas as espécies sob risco de extinção (IUCN e ICMBio). Foram divididos por habitat (aquáticos, semiaquáticos e terrestres), ambiente (generalistas, lânticos, lóticos e terrícolass) e classificação da IUCN e ICMBio.

### **Dados de Ocorrência**

Utilizamos os pontos de ocorrência das espécies com ocorrência na bacia amazônica brasileira. A busca por pontos foi feita de 1900 a setembro de 2022 e incluímos todos os pontos de ocorrência localizados dentro e fora do território brasileiro. Consideramos tanto dados publicados em artigos indexados e não indexados, buscas nas bases digitais e consulta a museus e curadores. Inicialmente realizamos buscas dos pontos de ocorrência em coleções digitais. *SpeciesLink* (<https://specieslink.net/>) e *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF; [www.gbif.org](http://www.gbif.org)) utilizando as espécies como palavra-chave. Para a busca da literatura indexada utilizaremos as bases de dados *ISI Web of Knowledge* e *Google Scholar* com as palavras-chave “Podocnemididae”; “Turtles”; “Testudine”. Dados que apresentaram (1) registros de ocorrência sem data e (2) registros sem coordenadas foram excluídos.

### **Variáveis ambientais**

Neste presente estudo, usamos as variáveis hidrológicas que foram adicionadas as variáveis climáticas, fisiografias, de solo e geológicas para fazer as modelagens das espécies aquáticas (FREDERICO et al., 2014; MCGARVEY et al., 2018; PERREIRA et al., 2019). Para as espécies de água doce usamos o banco de dados Hydroatlas (LINKE et al., 2019) contendo 31 variáveis bioclimáticas referentes a hidrologia, hidrografia,

clima, tipos de solo e geologia (PIMENTA et al 2022) com a alta resolução espacial de 1Km. Para as espécies terrícolas foram usadas as 19 variáveis bioclimáticas que estão disponível no WorldClim (<http://www.worldclim.org>) FICK E HIJMANS, 2017). Essas variáveis pertencem a um grupo de variáveis climáticas derivadas de valores de temperatura e precipitação mensais amostrados ao longo de 1960-1990. Para reduzir a multicolinearidade em nosso conjunto de dados, foi realizado uma Análise de Componentes Principais (PCA; LEGENDRE & LEGENDRE 2012) e usamos os valores próprios como variáveis ambientais. Em seguida, selecionamos apenas os eixos que representam uma explicação igual ou superior a 95% (DE MARCO & NÓBREGA 2018), usando esses eixos como variáveis do modelo.

### Algoritmos

Foram feitos os modelos usando quatro algoritmos: Entropia máxima (MXE; PHILLIPS *et al.*, 2017; PHILLIPS *et al.*, 2004), Random Forest (RDF; Prasad *et al.*, 2006), Support Vector Machine (SVM; GUO *et al.*, 2005) e Gaussian-Bayesian (GEIGER E HECKERMAN 235–243, 1995). Para reduzir a incerteza causada pelos diferentes algoritmos, um *ensemble* combinando os mapas de adequação final e com isso foi gerado pelos três algoritmos (MXE, SVM e RDF) (ARAÚJO & NEW 2007; DINIZ-FILHO *et al.*, 2009; MARMION *et al.*, 2009). Os algoritmos RDF e SVM requerem dados de ausência de espécies. Portanto, criaremos 50 pseudoausências com base em um envelope ambiental para alocar pseudoausências apenas em locais considerados inadequados para a ocorrência das espécies (ENGLER *et al.*, 2004). No caso do MXT, os modelos serão ajustados pela diferenciação entre registros de ocorrência e 10.000 pontos de fundo amostrados aleatoriamente em toda a área de estudo, já no (GAU) é para análise de dados de séries temporais observacionais estáticas, intervencionais estáticas e dinâmicas.

Para minimizar as incertezas dos modelos consideramos como modelo final um modelo *ensemble* (VELAZCO et al., 2019, PIMENTA et al 2022). Este modelo consiste na média de adequabilidade dos modelos cujo valor de limiar de Jaccard (Pimenta et al 2022) foram maiores que a média dos limiares para cada espécie (VELAZCO et al., 2019). O limiar de Jaccard foi selecionado com o objetivo de minimizar os erros de omissão e sobreprevisão (comissão) dos modelos (PIMENTA et al 2022).

Adicionalmente, adicionamos a restrição espacial aos modelos, minimizando assim a previsão excessiva (*overprediction*) nos modelos de distribuição (MENDES et

al., 2020, PIMENTA et al 2022). Para isso, criamos um mapa binário de ocorrência, valores de adequabilidade maior que o limiar de Jaccard indicando presença da espécie, e o particionamos em manchas (bacias) com ocorrência da espécie e sem ocorrência da espécie. Posteriormente, apenas as bacias em que a espécie foi predita e possuem o registro da espécie ou bacias em que a espécie foi predita e estão conectadas a bacias com predição e pontos de ocorrência, foram mantidas no mapa de distribuição potencial da espécie (PIMENTA et al 2022). Para a partição do mapa binário consideramos dois métodos; 1) Espécies com mais de 30 pontos de ocorrências – partição do mapa utilizando o método de tabuleiro de xadrez (ANDRADE et al., 2020); 2) Espécies com menos de 30 pontos – Seleção randômica de uma porcentagem dos pontos para modelagem e outra para avaliação, sendo 70% dos pontos selecionados para o modelo e 30% para a avaliação (PIMENTA et al 2022). Todos os procedimentos foram realizados com a função `enmtml` implementado no pacote ENMTL (ANDRADE et al., 2020) para ambiente R (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2010).

### **Avaliação dos modelos**

A avaliação foi feita com as curvas características de operação (ROC), e a eficiência de cada modelo foi avaliada através do teste de análise da Habilidade Estatística Verdadeira - TSS (*True Skill Statistic*), que vem sendo amplamente defendido como uma métrica de discriminação adequada que é independente da prevalência (ALLOUCHE *et al.*, 2006; SHABANI *et al.*, 2018). O TSS é um método intuitivo de medição de desempenho dos MDEs, que calcula valores de sensibilidade (fração positiva verdadeira (TPR) e especificidade (fração negativa verdadeira (TNR), nos quais as previsões são expressas como mapas de presença-ausência. Esse teste restringe um pouco mais a área de ocorrência, levando a um mapa menos inclusivo, considerando erros de omissão na distribuição das espécies (falso negativo) e de comissão (falso positivo), com variação entre -1 e +1 (Sensibilidade + Especificidade) para indicar a capacidade preditiva dos modelos. Modelos com valores de TSS próximos de +1 refletem a boa capacidade preditiva do modelo, modelos com TSS de 0,2 - 0,6 são considerados regulares e/ou moderados e modelos com TSS próximos de 0 e negativos indica, baixa capacidade.

No entanto, os valores de TSS podem ser enganosos quando o número de verdadeiros negativos atribui valores mais altos às espécies com menor prevalência (LAWSON *et al.*, 2014). Para evitar essas deficiências, propomos focar as métricas de

avaliação em três componentes da matriz de confusão: verdadeiros positivos, falsos positivos e falsos negativos, negligenciando os verdadeiros negativos que poderiam inflar os dados, ou seja, buscamos maximizar verdadeiros positivos e minimizar falsos positivos e falsos negativos em relação a verdadeiros positivos (LEROY *et al.*, 2018).

### **Identificação da contribuição de cada tipo de unidade**

Para identificar a contribuição das UC 's e TI's na conservação das espécies de quelônios amazônicos criamos um grid de 0,05° considerando a extensão da bacia amazônica brasileira como limite. Esse grid foi sobreposto aos mapas de distribuição das espécies e os valores de presença e ausência das espécies foram extraídas para esse grid. Posteriormente as células do grid foram sobrepostas ao mapa de UC's e TI, e cada célula foi classificada como UPI e UUS e TIs. Para ser considerada em algumas dessas categorias a célula precisa ter pelo menos 75% de sua área dentro de uma UC ou TI. Células que não atingiram esse critério ou estavam totalmente fora de UC's ou TI foram classificadas como “desprotegidas”. Posteriormente a esses procedimentos calculamos a porcentagem da área de distribuição que estava em UPI, UUS, TI e “desprotegida” (fora dessas áreas de proteção). Com esses dados realizamos uma Análise de Variância de um fator (ANOVA) para identificar se algumas das categorias (UPI, UUS, TI e “desprotegida”) possuem maior porcentagem de área de ocorrência das espécies. Adicionalmente, avaliamos a análise hierárquica da contribuição, iniciando pela avaliação das UC's mais restritivas, UPI, e adicionando as UUS e por fim as TI. Neste sentido utilizamos uma categoria com a porcentagem de área das UPI, uma segunda categoria com a porcentagem de área da UPI somada a UUS e uma terceira categoria com a somatória das porcentagens da distribuição em UPI, UUS e TI. Esse procedimento foi realizado para todas as espécies de quelônios presentes na análise e posteriormente para as espécies classificadas por habitat (aquático, semiaquático e terrestre), espécies de dieta onívora, carnívora, herbívora e tipo de ambiente (generalista, lêntico, lótico e terrícola) e para cada um dos níveis de ameaça, considerando a lista da IUCN e do ICMBio.

### **Identificação das áreas prioritárias e de sua importância**

Para estabelecer as áreas prioritárias para conservação de espécies de quelônios na Amazônia brasileira usamos a abordagem do algoritmo *Zonation* (MOILANEN 2007), que é uma técnica quantitativa que prioriza áreas para conservação (MOILANEN 2012). Sua avaliação é feita por meio da remoção das células, dependendo do objetivo

do trabalho: *Core-area Zonation*, *Additive benefit function* e *Target-based planning*. Aqui, usamos o meta-algoritmo *Additive benefit function* por ser o mais adequado para um maior número de espécies (MOILANEN 2012). Esse procedimento foi realizado para todas as espécies de quelônios presentes na análise e posteriormente para as espécies classificadas por habitat (aquático, semiaquático e terrestre), espécies de dieta generalistas, tipo de ambiente (lêntico, lótico e terrícola) e para cada um dos níveis de ameaça, considerando a lista da IUCN e do ICMBio.

Para avaliar a diferença de importância entre células protegidas e desprotegidas, usamos o teste de randomização de Monte Carlo com 10.000 randomizações. Para isso os mapas de áreas prioritárias foram sobrepostos aos de UC's e TI, e cada célula foi classificada como Unidades de Proteção Integral (UPIs) e Unidade de Uso Sustentável (UUSs) e áreas de Terras Indígenas (TIs). Para ser considerada em algumas dessas categorias a célula precisa ter pelo menos 75% de sua área dentro de uma UC ou TI. Células que não atingiram esse critério ou estavam totalmente fora de UC's ou TI foram classificadas como "desprotegidas". A média de importância para a conservação (calculada pelo algoritmo *Zonation*) foi então calculado para cada uma das classes de áreas protegidas (UPI, UUS e TI), sendo esse valor considerado como o valor médio de importância observado. Posteriormente o mesmo número de células presentes em cada uma das classes foi selecionado aleatoriamente e o valor de importância calculado, gerando assim a importância média aleatória. Esse procedimento de seleção aleatória foi repetido 10.000 vezes e a média desses valores foi considerado como o valor de importância aleatorizado. O cálculo do valor de significância foi dado pelo número de valores aleatório maiores ou iguais ao observado dividido pelo número total de aleatorizações (10.000). Esse procedimento foi repetido para todos os mapas de priorização da conservação e considerando todas as classes como "protegidas" e para cada tipo de UC's e TI separadamente. Os dados de UC's foram obtidos do Ministério do Meio Ambiente (MMA), tanto municipal, estadual e federal (<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>), e as TI's na Fundação Nacional do Índio (FUNAI, <http://www.funai.gov.br/index.php/shape>).

## **Resultado**

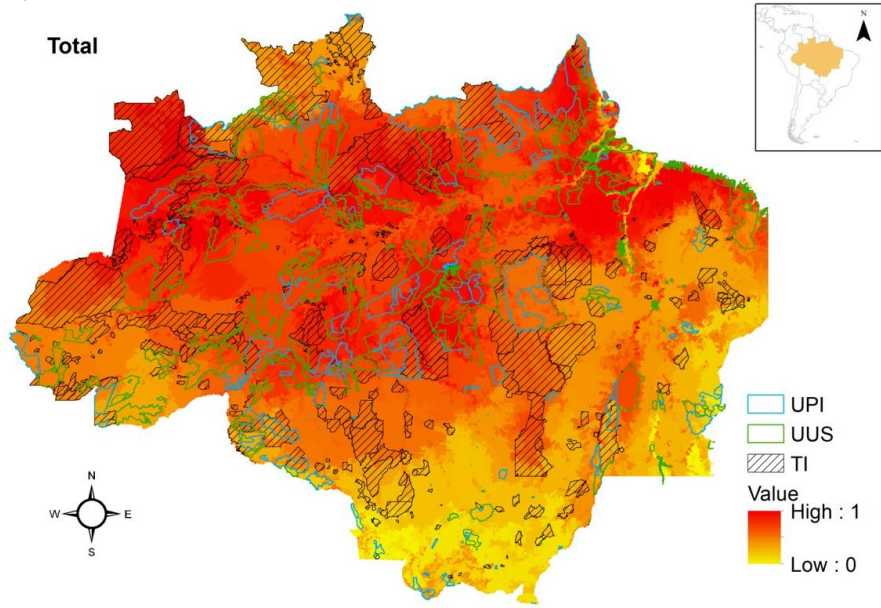
Encontramos 8.989 pontos para as 17 espécies de quelônios inclusas no trabalho (Tabela S01, Figura 01). Após a limpeza dos dados e retirada dos pontos sem referência

e pontos duplicados permaneceram 3.535 pontos (Tabela S01, Figura 01). Todos os modelos apresentaram valores de AUC e TSS superiores a 0,9 (Tabela S02).

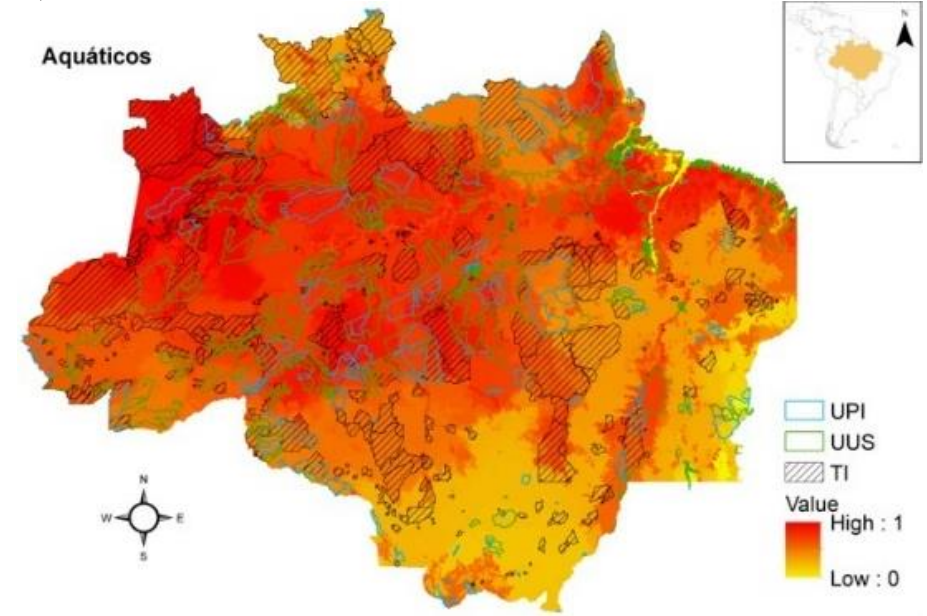
Observamos que aproximadamente 20% da distribuição geográfica das espécies de quelônios da Amazônia brasileira estão fora de UC's e de TI (Tabela 01). Dentre as unidades de conservação (UPI e UUS) observamos nas UUS as maiores porcentagem de áreas de ocorrência das espécies (Tabela 01). No entanto, as TI são as áreas que detém as maiores médias de porcentagem de áreas de distribuição, com valores superiores a 50% (Tabela 01). As UPI foram as que apresentaram menores valores de porcentagem de área de distribuição, com valores inferiores a 10% (Tabela 01). Este padrão, maiores porcentagens de áreas em TI e menores em UC's (UPI e UUS), fica mais evidente na análise de percentual de área de distribuição acumulada, em que, apenas com a adição da TI as espécies atingem valores superiores a 50% de protegida, medias próximo a 80% (Tabela 01).

As áreas com maiores medidas de importância para a conservação das espécies quelônios da Amazônia brasileira ficaram concentradas na porção noroeste e nordeste da bacia amazônica brasileira (Figura 02A). Esse mesmo padrão é observado para quase todos os agrupamentos realizados, tanto para habitat quanto ambiente e status de conservação (Figura 02), com exceção para os de ambiente terrícola (Figura 02H) que apresentou áreas mais importantes a sudeste da bacia e espécies DD (classificação ICMBio) (Figura 02L), com as áreas de maior importância no nordeste da bacia. Com relação à importância das áreas destinadas a proteção (UC's + TI) para a conservação de quelônios observamos que apenas as UPI e as UUS estão sobre áreas com maior importância que o esperado pelo acaso, considerando aqui todas as espécies de quelônios (Tabela 02). Esse mesmo padrão, UC's em áreas com alto valores de importância e TI ao acaso, se repete para alguns agrupamentos como quelônios de habitat aquático e semiaquático, de ambiente generalista e lântico, classificados como LC pela IUCN e classificados como LC e NT pelo ICMBio (Tabela 02). Para os demais grupos a distribuição das áreas se apresentou diferença entre as espécies, com exceção dos quelônios terrestres, em que as áreas de maior importância estão fora de qualquer área destinada a proteção (Tabela 02).

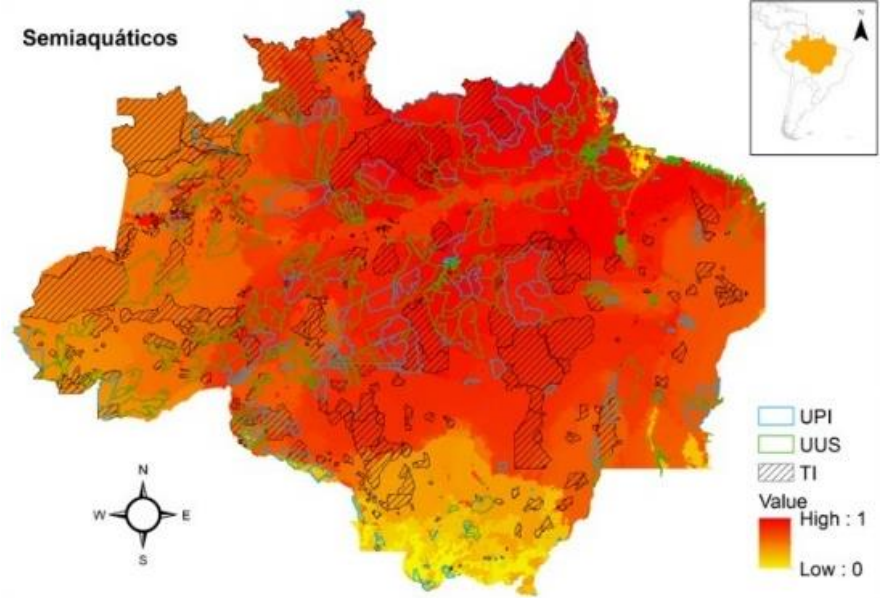
A)



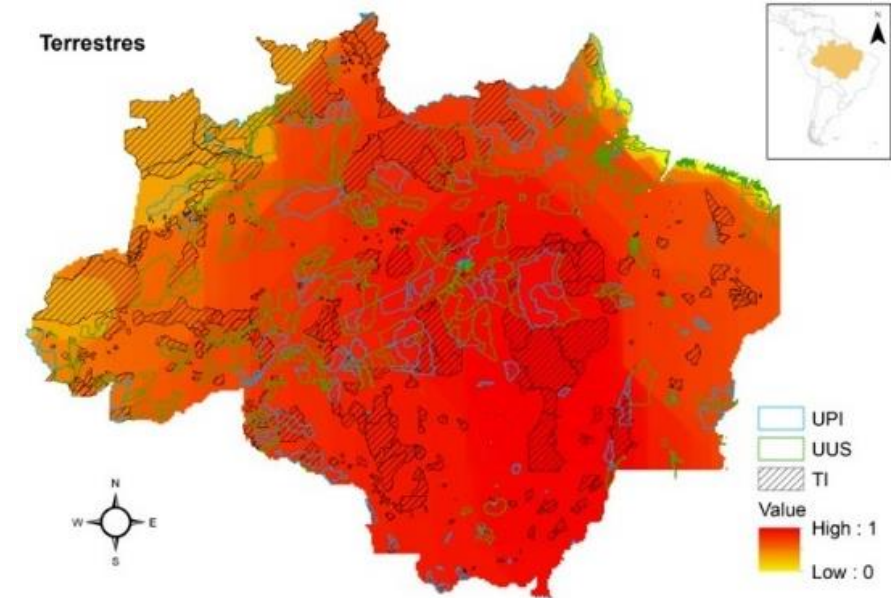
B)



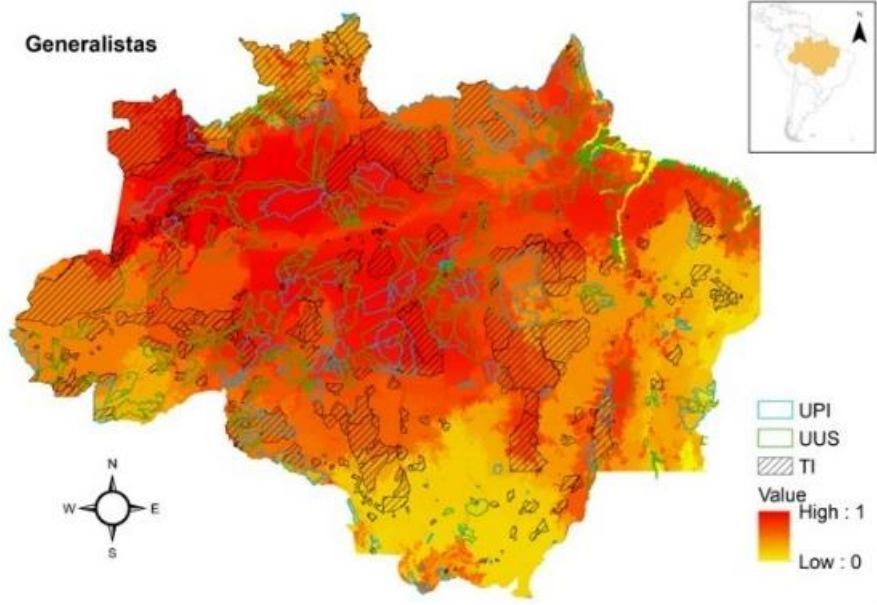
C)



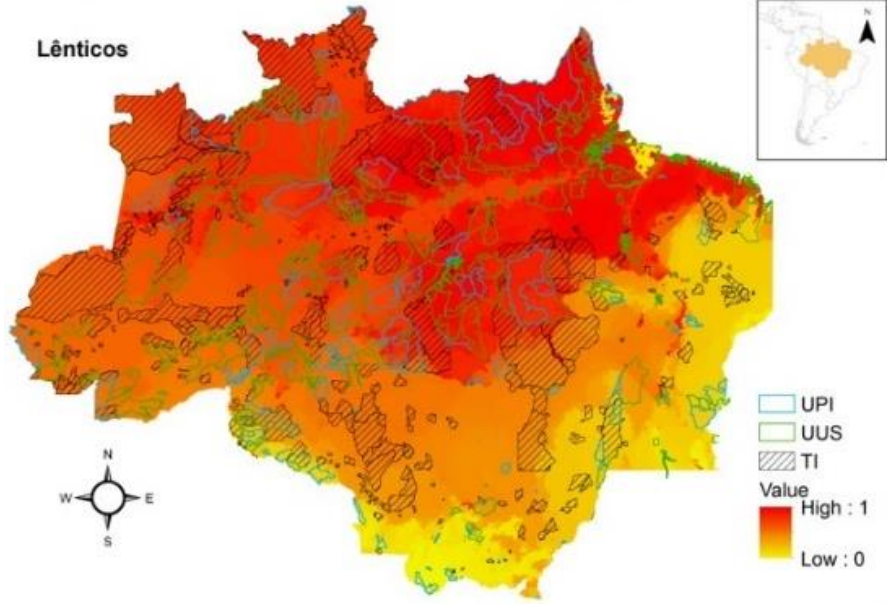
D)



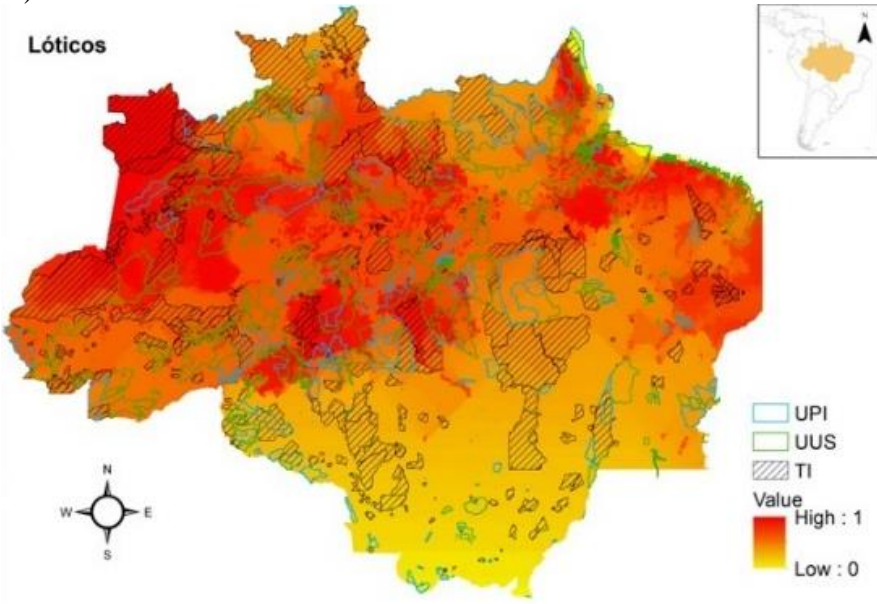
E)



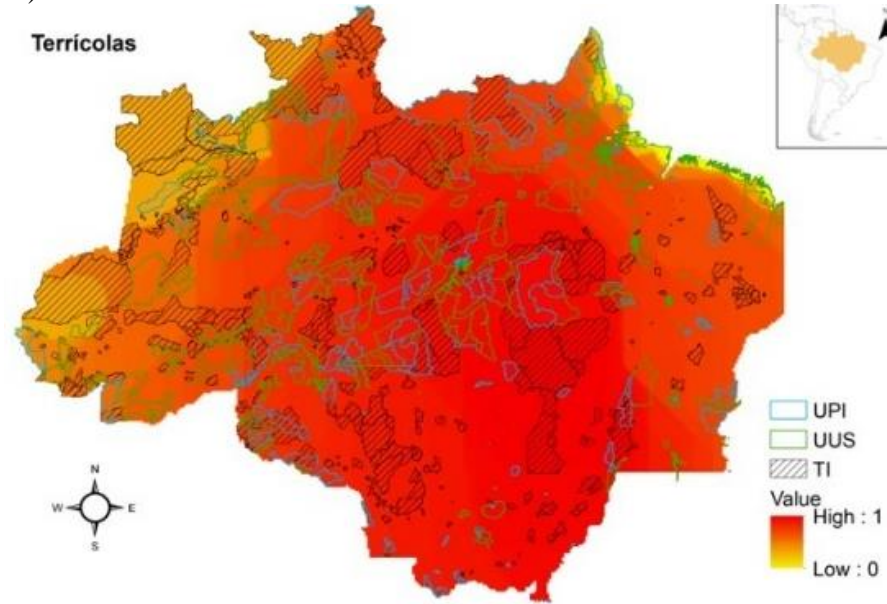
F)



G)

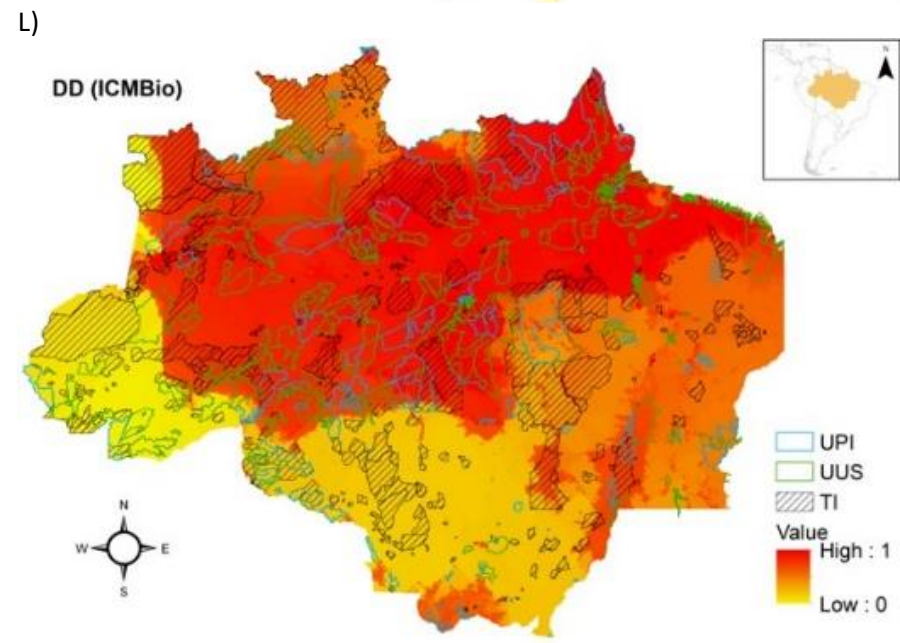
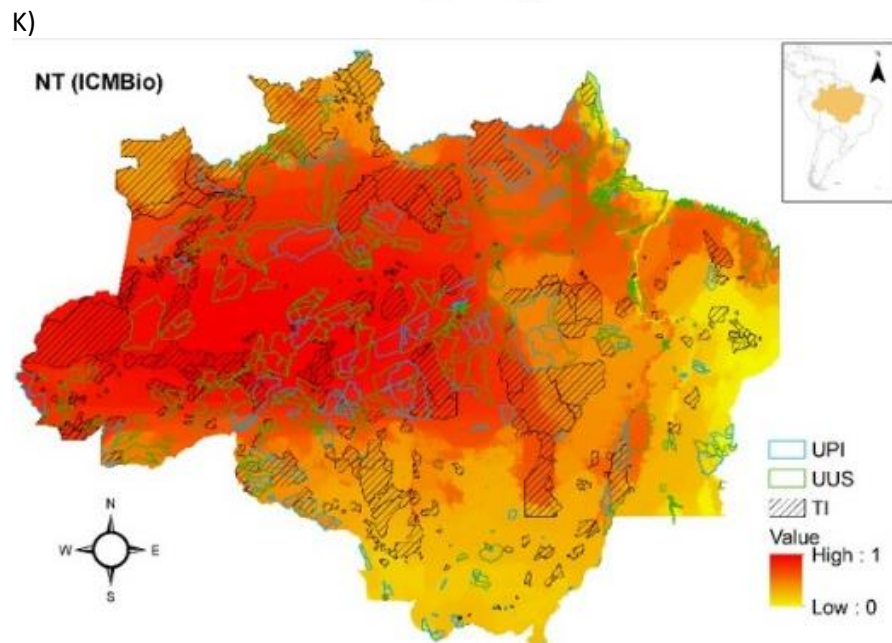
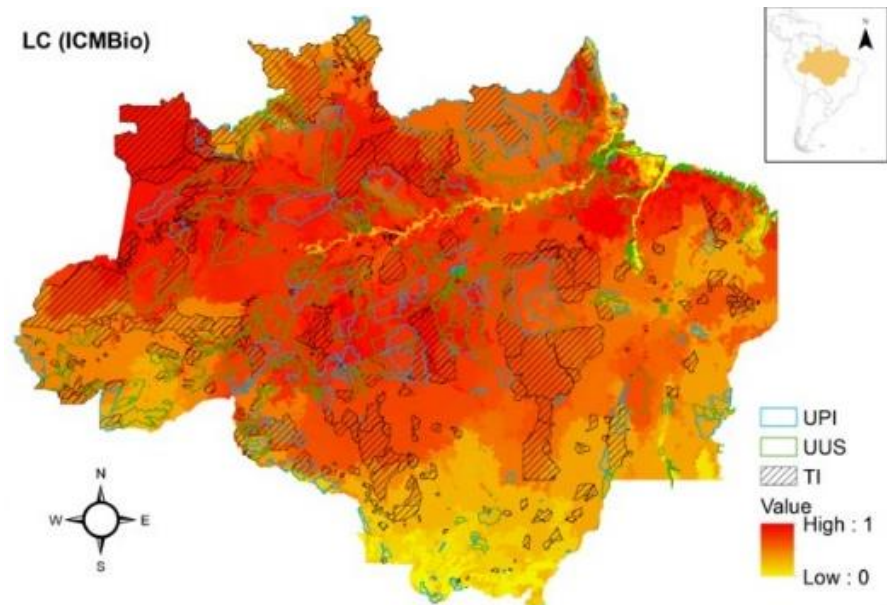
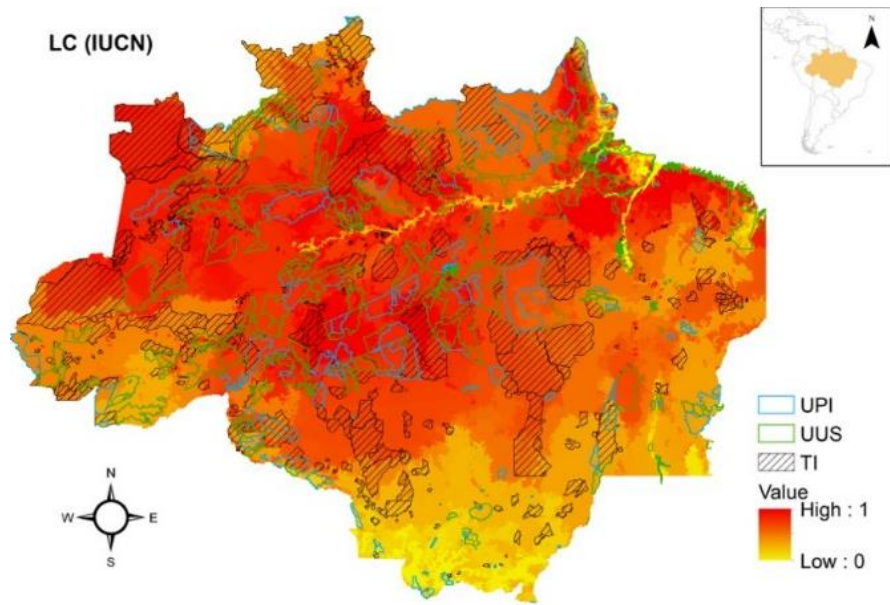


H)



I)

J)



**Figura 02:** Áreas prioritárias para a conservação de quelônios com distribuição na Amazônia brasileira. A –Todas as Espécies; B – Hábitat Aquático; C – Hábitat Semiaquático; D – Hábitat Terrestre; E – Ambiente Generalista; F - Ambiente Lêntico; G – Ambiente Lótico, H – Ambiente Terrícola; I – LC (Classificação IUCN); J - LC (Classificação ICMBio); K - NT (Classificação ICMBio) e L - DD (Classificação ICMBio);

**Tabela 01:** Análise de Variância (ANOVA) entre Porcentagem (Perc) e Porcentagem Acumulada (Perc Acc) da área de distribuição das espécies de quelônios com ocorrência para a bacia amazônica brasileira em relação ao tipo de unidade de conservação. As análises foram para a área de distribuição total, por hábitat, ambiente e grau de conservação segundo a IUCN e o ICMBio. e suas ocorrências nas UCs, TIs e fora dessas unidades. Fora – Fora de UC's ou TI; TI – Terra Indígena; UPI – Unidade de Proteção Integral; UUS - Unidade de Uso Sustentável; Mean – Média; F – F de Fisher; df – Graus de Liberdade; p – probabilidade de erro tipo um; LC – Menos Preocupante; VU – Vulnerável; NT – Quase Ameaçada; IUCN - *International Union for Conservation of Nature*; ICMBio – Instituto Chico Mendes de Biodiversidade.

		Tipos	N	Mean	SD	F <sub>(df,df)</sub>	P	
Todas as Espécies	Perc	Fora	17	0,200	0,013	598 <sub>(3,32.9)</sub>	< .001	
		TI		0,536	0,036			
		UPI		0,093	0,023			
		UUS		0,172	0,034			
	Perc Acc	Fora	17	0,200	0,013	8807 <sub>(3,34.7)</sub>	< .001	
		UPI		0,088	0,014			
		UPI + UUS		0,265	0,037			
		UPI + UUS + TI		0,800	0,013			
Hábitat	Aquático	Perc	10	Fora	0,195	0,014	303 <sub>(3,18.9)</sub>	< .001
				TI	0,539	0,044		
				UPI	0,089	0,017		
				UUS	0,178	0,030		
	Perc Acc	Fora	10	0,195	0,014	4404 <sub>(3,19.4)</sub>	< .001	
		UPI		0,089	0,017			
		UPI + UUS		0,267	0,045			
		UPI + UUS + TI		0,805	0,014			
Semiaquático	Perc	5	Fora	0,205	0,009	237 <sub>(3,7.49)</sub>	< .001	
			TI	0,530	0,025			
			UPI	0,105	0,035			
			UUS	0,160	0,049			
	Perc Acc	Fora	5	0,206	0,009	4588 <sub>(3,8.62)</sub>	< .001	
		UPI		0,087	0,011			
		UPI + UUS		0,264	0,031			
		UPI + UUS + TI		0,795	0,009			
Ambiente	Generalista	Perc	9	Fora	0,201	0,013	284 <sub>(3,15.9)</sub>	< .001
				TI	0,544	0,036		
				UPI	0,094	0,030		
				UUS	0,161	0,035		
	Perc Acc	Fora	9	0,201	0,013	4937 <sub>(3,17.4)</sub>	< .001	
		UPI		0,085	0,014			

		UPI + UUS		0,256	0,031			
		UPI + UUS + TI		0,799	0,013			
IUCN	Lêntico	Fora		0,203	0,009			
		Perc	TI	4	0,534	0,027	271 <sub>(3,6,22)</sub>	< .001
			UPI		0,086	0,011		
			UUS		0,178	0,024		
			Fora		0,203	0,009		
		Perc Acc	UPI	4	0,086	0,011	3672 <sub>(3,6,43)</sub>	< .001
			UPI + UUS		0,263	0,036		
			UPI + UUS + TI		0,797	0,009		
		LC	Fora		0,200	0,014		
			Perc	TI	9	0,534	0,031	337 <sub>(3,16,3)</sub>
			UPI		0,099	0,028		
			UUS		0,168	0,042		
			Fora		0,200	0,014		
		Perc Acc	UPI	9	0,089	0,013	4259 <sub>(3,17,3)</sub>	< .001
		UPI + UUS		0,266	0,038			
		UPI + UUS + TI		0,800	0,014			
ICMBio	VU	Fora		0,196	0,018			
		Perc	TI	4	0,542	0,059	65.4 <sub>(3,6,40)</sub>	< .001
			UPI		0,087	0,020		
			UUS		0,176	0,028		
			Fora		0,196	0,018		
		Perc Acc	UPI	4	0,087	0,020	1007 <sub>(3,6,49)</sub>	< .001
			UPI + UUS		0,263	0,048		
			UPI + UUS + TI		0,804	0,018		
	ICMBio	LC	Fora		0,200	0,015		
			Perc	TI	12	0,541	0,038	364 <sub>(3,22,7)</sub>
			UPI		0,093	0,027		
			UUS		0,166	0,037		
			Fora		0,200	0,015		
		Perc Acc	UPI	12	0,086	0,014	5050 <sub>(3,23,8)</sub>	< .001
			UPI + UUS		0,259	0,038		
			UPI + UUS + TI		0,800	0,015		
NT		Perc	Fora		0,204	0,009		
				TI	3	0,542	0,006	2022 <sub>(3,4,40)</sub>
			UPI		0,084	0,007		
		UUS		0,171	0,009			
	Perc Acc	Fora		0,204	0,009			
			UPI	3	0,084	0,007	2916 <sub>(3,4,34)</sub>	< .001
		UPI + UUS		0,254	0,016			
		UPI + UUS + TI		0,796	0,009			

**Tabela 02:** Valores observados (Obs) e aleatorizados (Aleat) de importância para a conservação de quelônios com distribuição na Amazônia brasileira. Os valores foram calculados para fora de UC's e TI (Fora), considerando todas as UC's e TI conjuntamente (UC's + TI) e para cada um dos tipos de UC's (UPI – Unidade de Proteção Integral; UUS - Unidade de Uso Sustentável) e para Terra Indígena (TI). p – probabilidade de erro tipo um segundo o teste de randomização de Monte Carlo; LC – Menos Preocupante; VU – Vulnerável; NT – Quase Ameaçada; IUCN - *International Union for Conservation of Nature*; ICMBio – Instituto Chico Mendes de Biodiversidade.

		Fora			UC's + TI			UPI			UUS			TI		
		Obs	Aleat	p	Obs	Aleat	P	Obs	Aleat	p	Obs	Aleat	p	Obs	Aleat	p
Todas as Espécies		0,845	0,846	0,569	0,868	0,846	<b>0,000</b>	0,899	0,846	<b>0,000</b>	0,916	0,846	<b>0,000</b>	0,847	0,846	0,198
Hábitat	Aquático	0,828	0,846	1,000	0,855	0,846	<b>0,000</b>	0,882	0,846	<b>0,000</b>	0,887	0,846	<b>0,000</b>	0,839	0,846	1,000
	Semiaquático	0,846	0,846	0,506	0,847	0,846	0,190	0,875	0,846	<b>0,000</b>	0,909	0,846	<b>0,000</b>	0,824	0,846	1,000
	Terrestre	0,861	0,846	<b>0,000</b>	0,809	0,846	1,000	0,845	0,846	0,554	0,845	0,846	0,555	0,788	0,846	1,000
Ambiente	Generalista	0,842	0,846	0,979	0,861	0,846	<b>0,000</b>	0,887	0,846	<b>0,000</b>	0,912	0,846	<b>0,000</b>	0,842	0,846	0,973
	Lêntico	0,829	0,846	1,000	0,854	0,846	<b>0,000</b>	0,882	0,846	<b>0,000</b>	0,898	0,846	<b>0,000</b>	0,835	0,846	1,000
	Lótico	0,777	0,846	1,000	0,806	0,846	1,000	0,844	0,846	0,725	0,841	0,846	0,829	0,784	0,846	1,000
	Terrícola	0,861	0,846	<b>0,000</b>	0,809	0,846	1,000	0,845	0,846	0,552	0,845	0,846	0,557	0,788	0,846	1,000
IUCN	LC	0,846	0,846	0,397	0,863	0,846	<b>0,000</b>	0,888	0,846	<b>0,000</b>	0,909	0,846	<b>0,000</b>	0,844	0,846	0,782
ICMBio	LC	0,840	0,846	0,995	0,857	0,846	<b>0,000</b>	0,879	0,846	<b>0,000</b>	0,897	0,846	<b>0,000</b>	0,841	0,846	0,995
	NT	0,834	0,846	1,000	0,859	0,846	<b>0,000</b>	0,888	0,846	<b>0,000</b>	0,900	0,846	<b>0,000</b>	0,840	0,846	1,000
	DD	0,708	0,846	1,000	0,724	0,846	1,000	0,812	0,846	1,000	0,856	0,846	<b>0,027</b>	0,666	0,846	1,000

## **Discussão**

Nossos resultados apontam que as TI detêm as maiores métricas de contribuição (superior a 50%) das áreas de distribuição das espécies de quelônios na Amazônia brasileira. Quando geramos os mapas de áreas prioritárias para a conservação de quelônios amazônicos, observamos que as TI estão sobre áreas aleatórias e que as áreas de proteção são as que possuem maior grau de importância. Esses resultados tendem a reforçar o déficit de proteção do grupo. Uma vez que, as áreas destinadas a proteção com maior grau de importância para a conservação (UPI e UUS) são as áreas que detêm as menores porções de distribuição das espécies, menos de 15% combinadas.

Devido esses grandes acontecimentos, a estratégia utilizada para a conservação das espécies de quelônios amazônicos foi o estabelecimento de estratégias de manejo, dependente da participação ativa de moradores locais, através da proteção de praias de desova e do estabelecimento de áreas de reserva onde os animais adultos não podem ser capturados, (BENSUSAN, 2015). Porém essas áreas vêm sofrendo eventos de perda de áreas protegidas trata-se de um fenômeno denominado pelos pesquisadores pela sigla PADDD (Protected Areas downgrading, downsizing and degazettement), que consiste em três processos diferentes: redução dos limites, eliminação total das áreas protegidas, que se referem as pressões sofridas por essas áreas. (MASCIA; PAILLER, 2011). No Brasil, os fatores que motivam essa ocorrência são as atividades antrópicas, áreas rurais, autorização legal para as construções agrícolas e grandes hidrelétricas (WWF, 2018). Esses eventos vêm ocorrendo com maior frequência no bioma Amazônia desde 2008, onde das 156 UC's registradas, 46 delas sofreram o evento PADDD de 1988 a 2018 (WWF, 2018), afetando 7,3 milhões de há (BERNARD; PENNA, 2014). Vale ressaltar que o PADDD não passou por nenhum estudo técnico prévio que relate o real impacto sobre as Áreas de Proteção e muito menos por consulta à sociedade civil (Bernard; Penna, 2014).

As regiões tropicais são muito diversificadas, e a falta de conhecimento taxonômico (Déficit Lineliano) está intimamente relacionada com a falta de conhecimento dos fatores que atuam afetando a distribuição geográfica da fauna ao longo desse domínio heterogêneo (Déficit Wallaceano) (WHITTAKER ET AL. 2005) Com isso, torna-se impossível mensurar ou representar todas as espécies, tanto terrestres quanto aquáticas. Com isso as escolhas de modelagens podem ter um papel muito

importante na determinação da área prioritária ou região. Com o Planejamento sistemático de conservação (SPC), que tem como objetivo de auxiliar as partes interessadas com essas tomadas de decisões com os protocolos para a conservação (COWLING E PRESSEY, 2003; MARGULES E PRESSEY, 2000). Um dos grandes gargalos do planejamento para a conservação, são as lacunas das distribuições das infinitas espécies e suas distribuições geográficas, que são poucas conhecidas. (WHITTAKER ET AL. 2005)

Observamos que as maiores áreas de distribuição de quelônios se encontravam dentro de TI (mais de 40% dos pontos de ocorrência). Sabe-se que os indígenas têm os quelônios como sua maior fonte de alimentação (FONSECA e LOURIVAL, 2001), consumindo desde animais adultos, juvenis e seus ovos (item mais consumido) (referência). As espécies aquáticas, *Podocnemis expansa* (tartaruga da Amazônia) e a *Podocnemis unifilis* (Tracajá), por apresentarem maior abundância, maior distribuição e tamanho corporal, são os animais mais consumidos (FONSECA e LOURIVAL, 2001). Espécies de quelônios terrestres também são bastante consumidos por essas populações, como por exemplo (*Chelonoidis carbonarius*, *Chelonoidis denticulatus*) (MEDEM, F.: CASTAÑO, O.V.; LUGO-R, M. 1979). Porém, a falta de fiscalização adequada, o consumo e o comércio ilegal desses quelônios, tanto dentro das TIs quanto das Áreas de Proteção, principalmente na fase de desova, onde esses animais encontram-se vulneráveis nos tabuleiros, praias, barrancos e agrupados próximos a locais de nificação, são as principais ameaças para essas espécies em toda a Amazônia brasileira.

Já com as unidades de conservação obtivemos uma porcentagem bem menor que as TIs, as UUS foram as que ficaram com a segunda maior porcentagem que foram 17% de ocorrência de quelônios nessas áreas. As UPIs foram encontramos uma menor ocorrência desses de quelônios, que foram 9%, obtivemos poucos pontos de ocorrência com coordenadas geográficas, não se sabe se é por essas áreas serem de difícil acesso ou por ter poucas pesquisas realizadas nesses locais. Através desses resultados podemos observar quais áreas de fato possuem maiores ocorrências e favorecem para serem criadas as UCs, pensando na conservação para todas as espécies de animais, tanto aquático, quanto terrestres. quando se trata de TI, podem ser feitos trabalhos de manejo para melhor sobrevivência desses quelônios e a conscientização dos povos tradicionais sobre a importância dessas espécies para a natureza e para a sua subsistência. Contudo,

os órgãos de fiscalização precisam estabelecer medidas adequadas para impedir as vendas ilegais e consumo desordenado desses quelônios, principalmente na época de desova.

## **Conclusão**

Os pesquisadores têm grandes desafios na hora de tomar decisões com os modelos, devido as conservações que às vezes envolve muitos táxons que são bastantes diferentes um do outro, devidos isso precisa ter muita cautela na hora de usar esses modelos, pois esses modelos de distribuição são correlacionados os requisitos biológicos das espécies a partir dos dados selecionados. Pois dependendo do nicho ecológico da espécie, os modelos podem produzir previsões realistas e biológicas que tendem a variar muito. Portanto, esses modelos utilizados para tomar essas decisões, exigem muita atenção às características biológicas das espécies, pós na maioria das vezes são grupo de espécie diferente ou apenas uma espécie. Quando o assunto é relacionado a conservação de um grupo de indivíduos e uma discussão muito complicada, pois envolve muitos fatores, como fatores políticos, biológicos e econômicos, isso diz respeito a muitas decisões e pensamentos diferentes sobre o assunto.

## **Referências**

- IBGE. (2021). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. In: Cidades. Recuperado em 01 de dezembro, 2021, de <https://cidades.ibge.gov.br/>
- Allouche, O. et al. 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic (TSS). – J. Appl. Ecol. 43: 1223–1232.
- ALHO, C. J.; REIS, R. E.; AQUINO, P. P. Amazonian freshwater habitats experiencing environmental and socioeconomic threats affecting subsistence fisheries. *Ambio*, v.44, n.5, p.412-425, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0610-z>
- ANDRADE, A. F. A.; VELAZCO, S. J. E.; De MARCO Jr, P. 2020. ENMTML: an R package for a straightforward construction of complex ecological niche models. *Environ. Model Softw.* 125, 104615. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2019.104615>.
- ANDERSON, E. P.; OSBORNE, T.; MALDONADO-OCAMPO, J. A.; MILLSNOVOA, M.; CASTELLO, L.; MONTOYA, M.; ENCALADA, A. C.; JENKINS, C. Energy development reveals blind spots for ecosystem conservation in the Amazon Basin. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2019, vol. 17, nº 9, p. 521-529. DOI: .

- ARAÚJO, M. B. And NEW, M. 2007. Ensemble forecasting of Species distributions. *Trends in Ecology&Evolution*, 22, 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.09.010>.
- BARVE, N.; BARVE, V.; JIMÉNEZ-VALVERDE, A.; LIRA-NORIEGA, A.; MAHER, S.P.; PETERSON, A.T.; SOBERÓN, J.; VILLALOBOS, F. 2011. The crucial role of the accessible area in ecological niche modeling and species distribution modeling. *Ecol. Model.* 222, 1810–1819. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2011.02.011>
- BALESTRA, R.A.M., VALADÃO, R.M., VOGT, R.C., BERNHARD, R., FERRARA, C.R., BRITO, E.S., ARIAS, R.B., MALVÁSIO, A., LUSTOSA, A.P.G., SOUZA, F.L., DRUMMOND, G.M., BASSETTI, L.A.B., COUTINHO, M.E., FERREIRA-JUNIOR, P.D., CAMPOS, Z.M., MENONÇA, S.H.S.T., ROCHA, J.M.N. & LUZ, V.L.F. Roteiro para Inventários e Monitoramentos de Quelônios Continentais. *BioBrasil* 6(1):114-152.
- BINI LM, DINIZ-FILHO JAF, RANGEL TFLVB et al (2006) Challenging Wallacean and Linnean shortfalls: knowledge gradients and conservation planning in a biodiversity hotspot. *Divers Distrib* 12:475–482. <https://doi.org/10.1111/j.1366-9516.2006.00286.x>
- BRASIL, L. S.; ANDRADE, A. F. A.; RIBEIRO, B. R.; SPIGOLONI, Z. A.; JUEN, L.; DE MARCO, P. 2021. A niche-based gap analysis for the conservation of odonate species in the Brazilian Amazon. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.*;31:1150–1157. <https://doi.org/10.1002/aqc.3599>.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em: . Acesso em: 10 fev. 2015
- CARNEIRO DA CUNHA, Manuela (org.). História dos índios no Brasil. 2 ed. São Paulo: Companhia das Letras; Secretaria Municipal de Cultura; FAPESP, 1998.
- COSTA, H.C. & BÉRNILS, R.S. 2018. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas. *Herpetologia Brasileira* 7(1):11-57.
- Coe, M. T., Costa, M. H., & Howard, E. A. (2008). Simulating the surface waters of the Amazon River basin: impacts of new river geomorphic and flow parameterizations. *Hydrological Processes: An International Journal*, 22(14), 2542-2553. doi: 10.1002/hyp.6850
- CONGDON, J. D.; DUNHAM, A. E.; VAN LOBEN SELS, R. C. Delayed Sexual Maturity and Demographics of Blanding’s Turtles (*Emydoidea blandingii*): Implications for Conservation and Management of Long-Lived Organisms. *Conservation Biology*, 1993.

- CONWAY, K. M. Human use of two species of river turtles (*Podocnemis* spp.) in lowland Eastern Bolivia. Tese de Doutorado, Universidade da Florida, USA. 2004
- DIAS-SILVA, K., VIEIRA, T.B., MOREIRA, F.F.F. *et al.* Protected areas are not effective for the conservation of freshwater insects in Brazil. *Sci Rep* **11**, 21247 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00700-0>
- DINIZ-FILHO, J. A. F.; BINI, L. M.; RANGEL, T. F.; LOYOLA, R. D.; HOF, C.; NOGUÉS-BRAVO, D.; ARAÚJO, M. B. 2009. Partitioning and mapping uncertainties in ensembles of forecasts of species turnover under climate change. *Ecography*, **32**, 897–906. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2009.06196.x>.
- DINIZ-FILHO JAF, NABOUT JC, BINI LM *et al* (2010) Ensemble forecasting shifts in climatically suitable areas for *Tropidacris cristata* (Orthoptera: Acridoidea: Romaleidae). *Insect Conserv Divers* **3**:213–221. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00090.x>
- ENGLER, R. *et al.* 2004. An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data. *J. Appl. Ecol.* **41**: 263-274.
- ESRI. 2014. ArcGIS Ver. 10.1. Geographical Information System. Environment System Research Institute Inc., Redlands, California.
- FEARNSIDE, P. M. Dams in the Amazon: Belo Monte and Brazil's hydroelectric development of the Xingu river basin. *Environmental Management*, v. 38, n. 1, p. 16-27, 2006.
- FERRARA, C. R. *et al.* Quelônios Amazônicos: Guia de identificação e distribuição. Manaus: Wildlife Conservation Society, 2017.
- FONSECA, G. A. B.; LOURIVAL, R. F. F. Análise de sustentabilidade do modelo de caça tradicional, no pantanal Nhecolândia, Corumbá, MS. In: GARAY, I.; DIAS, B. (Ed.). *Conservação da Biodiversidade em Ecossistemas Tropicais*. Petrópolis: Vozes, p. 150-156. 2001.
- FREDERICO, R. G.; ZUANON, J.; DE MARCO, P. 2018. Amazon protected areas and its ability to protect stream-dwelling fish fauna. *Biological Conservation*, **219**, 12–19. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.032>.

- FREIRAS, C. R. (2020). O barato que sai caro: contra-política ambiental e saúde humana. In: Young, C. E. F. & Mathias, J. F. C. M (Org.). Covid-19, meio ambiente e políticas públicas (pp. 102-111). São Paulo: Hucitec. Disponível em: [http://www.huciteceditora.com.br/\\_imagens/\\_downloads/Covid19%20Meio%20Ambiente%20e%20Políticas%20Publicas.pdf](http://www.huciteceditora.com.br/_imagens/_downloads/Covid19%20Meio%20Ambiente%20e%20Políticas%20Publicas.pdf)
- GALETTI M, PARDINI P, DUARTE JMD SILVA VMF, ROSSI A AND PERES CA (2010) Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. *Biota Neotropica* 10(4):47-52.
- GEIGER D, HECKERMAN D (1995) Aprendizagem de redes gaussianas. In: Anais da décima conferência sobre incerteza em inteligência artificial, 235–243, Seattle, Washington, EUA, 29–31 de julho de 1994
- GUO, Q.; KELLY, M.; GRAHAM, C. H. 2005. Support vector machines for predicting distribution of Sudden Oak Death in California. *Ecological Modelling*, 182(1): 75–90. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2004.07.012>.
- GAFFNEY, E. A phylogeny and classification of the higher categories of turtles. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 155, n. 5, p. 387, 1975.
- HICKMAN, C. P. et al. *Princípios integrados de zoologia*. 16. ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.
- INPE. (2021a). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. PRODES. Recuperado em 20 de setembro, 2021 de <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=6>
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA & 121 INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. 2015. Portaria conjunta nº 122 1, de 4 de abril de 2015 (Aprova o Plano de Ação Nacional para Conservação dos Quelônios Amazônicos - PAN 123 Quelônios Amazônicos, estabelece seus objetivos geral e específicos, ações, prazo de execução, abrangência e formas de 124 implementação e supervisão).
- LATRUBESSE, E. M. (2008). Patterns of anabranching channels: The ultimate end-member adjustment of mega rivers. *Geomorphology*, 101(1-2), 130-145. doi: 10.1016/j.geomorph.2008.05.035

- LAWSON, C. R.; HODGSON, J. A.; WILSON, R. J.; RICHARDS, S. A. 2014. Prevalence, thresholds and the performance of presence-absence models. *Methods in Ecology and Evolution*, 5, 54–64.
- LEE, D. N.; PAPEŞ, M.; VAN DEN BUSSCHE, R. A. 2012. Present and Potential Future Distribution of Common Vampire Bats in the Americas and the Associated Risk to Cattle. *PLoS ONE*, 7(8): e42466. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042466>.
- LEGENDRE, P. AND LEGENDRE, L. 2012. *Numerical ecology*. Elsevier.
- LEROY, B.; DELSOL, R.; HUGUENY, B.; MEYNARD, C. N.; BARHOUMI, C.; BARBET-MASSIN, M.; BELLARD, C. 2018. Without quality presence-absence data, discrimination metrics such as TSS can be misleading measures of model performance. <https://doi.org/10.1101/235770>.
- LISÓN, FULGENCIO AND CALVO, J. F. 2013. Ecological niche modelling of three pipistrelle bat species in semiarid Mediterranean landscapes. *Acta Oecologica*, v. 47, p. 68-73.
- LI, W. AND GUO, Q. 2013. How to assess the prediction accuracy of species presence-absence models without absence data? *Ecography*, 36, 788–799.
- LI, C. et al. An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. *Nature*, v. 456, n. 7221, p. 497–501, 2008.
- LOVICH, J. E. et al. Where have all the turtles gone, and why does it matter? *BioScience*, v. 68, n. 10, p. 771–781, 2018.
- IU, H.; PLATT, S. G.; BORG, C. K. Seed dispersal by the Florida box turtle (*Terrapene carolina bauri*) in pine rockland forests of the lower Florida Keys, United States. *Oecologia*, v. 138, p. 539-546, 2004.
- MIRANDA, K.F.; AMARAL NETO, M.; SOUSA, R.P.; COELHO, R.F. Manejo Florestal Sustentável em Áreas Protegidas de uso comunitário na Amzônia. **Sociedade e Natureza**, Uberlândia-MG, v.32, p.778-792, 2020.
- MARMION, M.; PARVIAINEN, M.; LUOTO, M.; HEIKKINEN, R. K.; THUILLER, W. 2009. Evaluation of consensus methods in predictive Species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, 15,59–69. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2008.00491.x>.

- MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, C. A. Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. *Science*, v. 319, p. 169-172, 2008.
- MOILANEN, A. 2012. Planning impact avoidance and biodiversity offsetting using software for spatial conservation prioritisation. *Wildlife Research*, v. 40, n. 2, p. 153-162.
- MENDES, P.; VELAZCO, S. J. E.; DE ANDRADE, A. F. A.; DE MARCO, P. 2020. Dealing with overprediction in species distribution models: how adding distance constraints can improve model accuracy. *Ecol. Model.* 431, 109180. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2020.109180>.
- MEDEM, F.; CASTAÑO, O.V.; LUGO-R, M. 1979. Contribución al conocimiento sobre la reproducción y el crecimiento de los “morrocayos” (*Geochelone carbonaria*)
- MOILANEN, A. 2007. Landscape zonation, benefit functions and target-based planning: unifying reserve selection strategies. *Biological Conservation*, v. 134, n. 4, p. 571-579.
- MOLL, D.; JANSEN, K. P. Evidence for a role in seed dispersal by two tropical herbivorous turtles. *Biotropica*, v. 27, p. 121-127, 1995.
- MOLL, D.; MOLL, E. O. The ecology, exploitation, and conservation of river turtles. New York: Oxford University Press, 2004, 393 p.
- Muscarella, R. et al. 2014. ENMEVAL: an R package for conducting spatially independent evaluations and estimating optimal model complexity for maximum entropy ecological niche models. – *Methods Ecol. Evol.* 5: 1198–1205.
- PAIVA, P. F. P. R.; RUIVO, M. L. P.; SILVA JÚNIOR, O. M.; MACIEL, M. N. M.; BRAGA, T. G. M.; ANDRADE, M. M. N.; SANTOS JUNIOR, P. C.; ROCHA, E. S.; FREITAS, T. P. M.; LEITE, T. V. S.; GAMA, L. H. O. M.; SANTOS, L. S.; SILVA, M. G.; SILVA, E. R. R.; FERREIRA, B. M. Deforestation in protect areas in the Amazon: a threat to biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, 2019, vol. 29, p. 1-38. DOI.
- PEEL, M. C., FINLAYSON, B. L., AND MCMAHON, T. A.: Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633–1644, <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>, 2007.
- PHILLIPS, S. J.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E. 2004. A maximum entropy approach to species distribution modeling. Twenty-First International Conference on Machine Learning - ICML '04, 83. <https://doi.org/10.1145/1015330.1015412>.

- PHILLIPS, S. J.; ANDERSON, R. P.; DUDÍK, M.; SCHAPIRE, R. E.; BLAIR, M. E. 2017. Opening the black box: an open-source release of Maxent. *Ecography*, 40(7): 887–893. <https://doi.org/10.1111/ecog.03049>.
- PRASAD, A. M.; IVERSON, L. R.; LIAW, A. 2006. Newer Classification and Regression Tree Techniques: Bagging and Random Forests for Ecological Prediction. *Ecosystems*, 9(2): 181–199. <https://doi.org/10.1007/s10021-005-0054-1>.
- FERRANTE, L. & FEARNSIDE, P. M. 2019. Brazil’s new president and ‘ruralists’ threaten Amazonia’s environment, traditional peoples and the global climate. *Environmental Conservation*, 46: 261-263. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0376892919000213>
- ROBERTS, D. R. ET AL. 2017. Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical or phylogenetic structure. – *Ecography* 40: 913–929.
- RODRIGUES, A. S., ANDELMAN, S. J., LONG, J., MARQUET, P. A., PILGRIM, J. D., PRESSEY, R. WALLER, R. W. (2001). *Global gap analysis: Towards a representative network of protected areas (Advances in Applied Biodiversity Science, Number 5)*. Washington, DC: Conservation International
- RODRIGUES, M. T. The conservation of Brazilian reptiles: challenges for a megadiverse country. *Conservation biology*, v.19, n.3, p.659-664, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2005.00690.x>
- ROCHA, D. G.; KAEFER, I. L. What has become of the refugia hypothesis to explain biological diversity in Amazonia? *Ecology and Evolution*, v. 9, p. 4302–430, 2019.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM., R: A language and environment for statistical computing. [2.12.1]. 2010. Vienna, Austria, R Foundation for Statistical Computing.
- SANAIOTTI, T. M., 1991. *Ecologia de paisagem: savanas amazônicas*. In: A. L. VAL, R. FIGLIUOLO & E. FOLDBERG (Ed.): *Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas*: v. 1: 77-81. INPA, Manaus.
- SØRENSEN, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. *Biologiske Skrifter/Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, 1–34.
- SGARBI, F. A.; UHLIG, A.; SIMÕES, A. F.; GOLDEMBER, J. An assessment of the socioeconomic externalities of hydropower plants in Brazil. *Energy Policy*, 2019, vol. 129, p. 868-879. DOI: .

- SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação; Lei 9.985 de 18 de julho de 2000; Ministério do Meio Ambiente.
- SHABANI, F.; KUMAR, L.; AHMADI, M. 2018. Assessing accuracy methods of species distribution models: AUC, specificity, sensitivity and the True Skill Statistic. 18, n. 1.
- STANFORD, C. et al. Turtles in trouble: The world's 25+ most endangered tortoises and freshwater turtles - 2018. Ojai, CA: Turtle Conservation Coalition, 2018.
- VELAZCO, S. J. E.; RIBEIRO, B. R.; LAURETO, L. M. O.; DE MARCO, P. 2020. Overprediction of species distribution models in conservation planning: A still neglected issue with strong effects. *Biological Conservation* 252 (2020) 108822. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108822>.
- VERÍSSIMO, A. et al. Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira: avanços e desafios. Belém: Imazon; São Paulo: ISA, 2011. 87 p
- VOGT, R. C. 2008. Tartarugas da Amazônia. Wust ediciones, Peru. 104pp.
- VOGT, R. C. Tartarugas da Amazônia. Lima, Peru, 2008. 104 p
- DIJK, P. P.; IVERSON, J.; RHODIN, A.; SHAFFER, H.; Bour, R. Turtle Taxonomy Working Group. Turtles of the World. 7th Ed. Annotated Checklist of Taxonomy, Synonymy, Distribution with maps, and Conservation Status. *Chelonian Research Monographs*, n. 5, v. 7, p. 329-479, 2014.
- PRESSEY, R.L. Applications of irreplaceability analysis to planning and management problems. *Parks*. V. 9, nº. 1, 1999.
- VAL, A. L. Fishes of the Amazon: diversity and beyond. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 91, Suppl 3, 2019. DOI: 10.1590/0001-3765201920190260.
- VOGT, R. C. Tartarugas da Amazônia. Lima, Peru, 2008. 104 p.
- WHITTAKER RJ ET AL., 2005. Conservation Biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, 11:3-23. [http:// dx.doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x](http://dx.doi.org/10.1111/j.1366-9516.2005.00143.x)

**Tabela S01:** Número de indivíduos e guilda trófica segunda coletas de dados digitais e artigos com pontos de ocorrência de espécie de quelônios na América do Sul e Central, entre março e agosto de 2022.

CRYPTODIRA

Geoemydidae

*Rhinoclemmys punctularia* Semiaquático Generalista LC LC Perema 63 (DAUDIN, 1801)

Kinosternidae

*Kinosternon scorpioides* Semiaquático Generalista LC LC Peito-de-mola, muçua 179 (LINNAEUS, 1766)

Testudinidae

*Chelonoidis carbonarius* Terrícola Terrícola VU LC Jabuti-vermelho, jabuti-piranga 305 (SPIX, 1824)

*Chelonoidis denticulatus* Terrícola Terrícola NT LC Jabuti-amarelo, jabuti-tinga 384 (LINNAEUS, 1766)

PLEURODIRA

Chelidae

*Chelus fimbriata* Aquático Lântico LC LC Mata-mata 491 (SCHNEIDER, 1783)

*Mesoclemmys gibba* Semiaquático Lântico LC LC Cágado-de-poças-da-floresta 190 (SCHWEIGGER, 1812)

*Mesoclemmys nasuta* Semiaquático Lântico DD DD Cágado-da-cabeça-de-sapo-comum 17 (SCHWEIGGER, 1812)

*Mesoclemmys raniceps* Aquático Generalista LC LC Cágado-de-Cabeça-de-Sapo / lalá 111 (GRAY, 1856)

*Phrynops geoffroanus* Aquático Generalista LC LC Cangapara, cágado-de-barbicha 312 (SCHWEIGGER, 1812)

*Phrynops tuberosus* Aquático Lótico LC LC Cágado-de-barbicha, cágado-rajado 68 (PETERS, 1870)

*Platemys platycephala* Semiaquático Lântico LC LC Jabuti-machado 192 (SCHNEIDER, 1792)

*Rhinemys rufipes* Aquático Lótico LC LC Cágado-vermelho 34 (SPIX, 1824)

Podocnemididae

*Peltocephalus dumerilianus* Aquático Generalista VU LC Cabeçudo 29 (SCHWEIGGER, 1812)

*Podocnemis erythrocephala* Aquático Generalista VU DD Irapuca 169 (SPIX, 1824)

*Podocnemis expansa* Aquático Generalista CR NT Tartaruga-da-Amazônia 470 (SCHWEIGGER, 1812)

*Podocnemis sextuberculata* Aquático Generalista VU NT Iaçá / pitiú 148 CORNALIA, 1849

*Podocnemis unifilis* Aquático Generalista EN NT Tracajá / zé-prego 373 TROSCHER, 1848

Total

3.535