

The text that follows is a TRANSLATION
O texto que segue é uma TRADUÇÃO

Albernaz, A.L., M.C. Thalês, M. Gordo, D. Lagroteria, T.V. Sobroza,
W.E. Magnusson, P.M. Fearnside, L. Jerusalinsky, R.B. de Azevedo,
R.B. Castro, D. Campista, W.R. Spironello & M. Noronha. 2026.

**Conservação de um primata amazônico
ameaçado: Áreas prioritárias para o sauí-
de-coleira (*saguinus bicolor*) em Manaus,
Brasil** [Tradução]

Please cite the original article:

Favor citar o trabalho original:

Albernaz, A.L., M.C. Thalês, M. Gordo, D. Lagroteria, T.V. Sobroza,
W.E. Magnusson, P.M. Fearnside, L. Jerusalinsky, R.B. de Azevedo,
R.B. Castro, D. Campista, W.R. Spironello & M. Noronha. 2026.

**Conservation of an endangered Amazonian
primate: Priority areas for the pied tamarin
(*Saguinus bicolor*) in Manaus, Brazil.**

Journal for Nature Conservation 89: Art.
127069. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.127069>.

[Published online 4 September 2025]

DOI: 10.1016/j.jnc.2025.127069

ISSN: 1618-1093

Copyright: Elsevier B.V.

The original publication is available at:

A publicação original está disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2025.127069>

Free Share Link until 24 October 2025: <https://authors.elsevier.com/c/1ljGK5liTFVbRa>

CONSERVAÇÃO DE UM PRIMATA AMAZÔNICO AMEAÇADO: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA O SAUIM-DE-COLEIRA (*Saguinus bicolor*) EM MANAUS, BRASIL

Título resumido: Áreas para a conservação do sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*)

Ana Luisa Albernaz ^a, Marcelo Cordeiro Thalês ^b, Marcelo Gordo ^c, Diogo Lagroteria ^d, Tainara V. Sobroza ^e, William E. Magnusson ^f, Philip M. Fearnside ^g, Leandro Jerusalinsky ^h, Renata Bocorny de Azevedo ⁱ, Rodrigo Baia Castro ^j, Dayse Campista ^k, Wilson Roberto Spironello ^l, Maurício Noronha ^m.

^a Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil, ORCID 0000-0001-9299-4361, anakma@museu-goeldi.br

^b Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará, Brasil, ORCID 0000-0003-3944-6846, mcthaless@museu-goeldi.br

^c Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, Brasil, ORCID 0000-0001-5230-9091, projetosauim@gmail.com

^d Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Amazônica, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Manaus, Amazonas, Brasil, ORCID 0000-0002-6140-1591, diogo.faria@icmbio.gov.br

^e Universidade Federal do Amazonas, ORCID 0000-0003-4081-276X, tv.sobroza@gmail.com

^f Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ORCID 0000-0003-1988-3950, wemagnusson@gmail.com

^g Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, ORCID 0000-0003-3672-9082, philip.fearnside@gmail.com

^h Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ORCID 0000-0003-0744-1987, leandro.jerusalinsky@icmbio.gov.br

^{eu} Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Primatas Brasileiros, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ORCID 0000-0003-3132-908X, renata.azevedo@icmbio.gov.br

^{eu} Museu Paraense Emílio Goeldi, ORCID 0000-0001-8436-5418, rodrigocastro7@yahoo.com.br

^k Instituto Sauim-de-coleira, ORCID 0009-0003-1321-8199, daysecampista@gmail.com

^l Instituto Nacional da Mata Atlântica, ORCID 0000-0002-3971-3417, wrspironello@gmail.com

^m Instituto Sauim-de-coleira, ORCID 0009-0008-7089-486X

Correspondência :

Ana Luisa Albernaz, e-mail: anakma@museu-goeldi.br, celular +55 91 98129-7596

Museu Paraense Emílio Goeldi, campus de pesquisa, Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia. Avenida Perimetral 1901, Bairro Terra Firme, Belém, PA, Brasil, CEP 66077-830.

Título: CONSERVAÇÃO DE UM PRIMATA AMAZÔNICO AMEAÇADO: ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA O SAUIM-DE-COLEIRA (*Saguinus bicolor*) EM MANAUS, BRASIL

Título resumido: Áreas para a conservação do sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*)

RESUMO

O sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*), uma espécie emblemática da região de Manaus, está ameaçado pelo crescimento da cidade e de sua área periurbana. Nosso estudo visa identificar áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade em Manaus e arredores, a maior cidade da Amazônia brasileira e lar de mais de 2 milhões de pessoas. A distribuição geográfica do sauim-de-coleira, um primata criticamente ameaçado de extinção que é símbolo da conservação na região, foi usada para definir os limites da área de estudo. Tratamos a zona urbana separadamente devido às maiores barreiras à conservação ali existentes e realizamos um planejamento sistemático de conservação para a zona rural. Após definir alvos de biodiversidade e variáveis e pesos para uma superfície de custos (dificuldade de proteção), o mapa de áreas prioritárias foi gerado usando o software de suporte à decisão MARXAN. A conectividade foi fortalecida usando a ferramenta LinkageMapper. Embora as áreas protegidas já cubram cerca de 20% da área de estudo, a maior parte está em categorias de proteção parcial e ainda está perdendo vegetação. Os resultados priorizam 56,1% da área de distribuição do sauim-de-coleira, incluindo zonas urbanas e rurais. A análise do cenário atual é preocupante, pois demonstra que grande parte dos esforços para a criação de áreas protegidas não é tão eficaz quanto poderia ser. A conservação do sauim-de-coleira, assim como de outros primatas ameaçados, depende de uma melhor compreensão da necessidade de aumentar a área destinada à sua proteção, aprimorar o monitoramento e restaurar a vegetação onde for possível.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia, planejamento sistemático de conservação, ameaçada criticamente, conservação urbana, MARXAN

INTRODUÇÃO

As mudanças ambientais nas últimas décadas deixaram clara a necessidade de desenvolver estratégias voltadas para desacelerar sua taxa e reduzir ou compensar alguns de seus efeitos. A ocorrência de secas extremas, que têm o potencial de espalhar incêndios (Costa et al., 2024), e o excesso de chuvas, que pode levar a inundações, estão causando danos significativos ao ambiente natural e às populações humanas, criando uma necessidade urgente de estratégias para reduzir os impactos sobre a biodiversidade. Medidas de conservação, incluindo o estabelecimento de áreas protegidas e a implementação de estratégias para reduzir a taxa de mudança ou seus efeitos adversos, são essenciais para evitar maiores perdas de biodiversidade e a deterioração da qualidade de vida tanto para humanos quanto para a vida selvagem.

Uma das principais estratégias para reduzir ou compensar os efeitos negativos das mudanças ambientais é o estabelecimento de áreas protegidas, idealmente baseadas em um planejamento cuidadoso de conservação (Brooks et al., 2004). Nas últimas décadas foi feito um progresso considerável nessa área. A mudança de paradigma iniciada pela introdução do conceito de complementaridade (Kirkpatrick, 1983) foi seguida pelo surgimento de outros conceitos-chave, incluindo os de persistência (Cowling et al.,

1999), custos de conservação (Naidoo et al., 2006), compactação (Possingham et al., 2000) e o desenvolvimento de softwares de suporte à decisão para facilitar análises abrangentes (Ball et al., 2009; Moilanen et al., 2009; Pressey et al., 2009).

Dois métodos principais são usados no contexto do planejamento sistemático de conservação: a abordagem do conjunto mínimo e a abordagem da cobertura máxima. Na abordagem do conjunto mínimo, os alvos (espécies, ambientes ou processos) e suas respectivas quantidades são especificados. Em seguida, um conjunto de áreas é selecionado para maximizar o alcance desses alvos a um custo mínimo (Wilson et al., 2009). O software de suporte à decisão mais comumente usado com base nessa abordagem é o MARXAN (Ball et al., 2009). Na abordagem da cobertura máxima, os principais alvos a serem conservados e seus respectivos pesos são definidos, mas não há quantidades específicas a serem alcançadas na solução. O mapa final consiste em zonas concêntricas que diminuem em importância para a conservação com base no número e no peso dos alvos. Dependendo do contexto de conservação, uma área maior ou menor pode ser protegida, guiada pela importância calculada dos locais. “Zonation” é a principal ferramenta usada para dar suporte a essa abordagem (Moilanen et al., 2009). A utilização de um sistema de suporte à decisão baseado em metas explícitas, como no caso da abordagem do conjunto mínimo, facilita a avaliação, por parte dos países ou regiões, do quão perto estão de atingir a meta global três de Kunming-Montreal, definida na COP 15 da Convenção sobre a Diversidade Biológica, de conservar e gerir efetivamente 30% das áreas de importância fundamental para a biodiversidade e as funções e serviços ecossistêmicos (CDB, 2022). Devido à relativa facilidade de monitoramento das metas, a abordagem do conjunto mínimo é geralmente adotada para políticas públicas, como evidenciado pelos mapas de áreas prioritárias para conservação do Brasil (MMA, 2023).

O planejamento sistemático da conservação, embora abranja muitas abordagens diferentes, geralmente tem dois objetivos principais: aumentar a representatividade da biodiversidade em áreas protegidas e reduzir as ameaças diretas à biodiversidade, aumentando assim suas chances de persistência (Margules & Pressey, 2000). Espécies diretamente ameaçadas de extinção são, portanto, prioridades naturais para a conservação, assim como regiões que experienciam altas taxas de mudanças ambientais.

A Amazônia brasileira é uma região relativamente bem conservada, mas a perda e a degradação de habitat não são distribuídas uniformemente na região. Uma das áreas mais degradadas é a cidade de Manaus, capital do Amazonas, o maior estado em área na Amazônia brasileira. A cidade abriga 2,07 milhões de pessoas (IBGE, 2025), cerca de metade da população do estado. O desmatamento está avançando, dentro e ao redor do município de Manaus, e simulações indicam que a área desmatada aumentará em 74% e a área urbana aumentará em 503% até 2100 em comparação com essas áreas em 2017 (Santos et al., 2022). No entanto, essas projeções são conservadoras porque não consideram a reconstrução planejada da rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho), o que aumentaria a migração de pessoas para Manaus (Fearnside, 2022).

O recente aumento da fumaça proveniente de incêndios acidentais e criminosos e de secas severas consecutivas (Guimarães et al., 2025) evidenciaram a necessidade de proteção e gestão ambiental mais eficazes na cidade e no entorno. A região de Manaus passou por uma urbanização significativa nas últimas três décadas, com inúmeras áreas verdes sendo substituídas por infraestrutura e desenvolvimento imobiliário, o que também aumentou a pressão de ocupação em áreas rurais (Santos et al., 2022).

O sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*) é uma espécie endêmica do município de Manaus e dos municípios vizinhos de Rio Preto da Eva e Itacoatiara. A espécie ocupa uma área de aproximadamente 8.300 km² (Lagroteria et al., 2024), abrangendo áreas urbanas e rurais de Manaus e Rio Preto da Eva, e áreas rurais de Itacoatiara. A espécie é encontrada em florestas tropicais secundárias de terras baixas, pântanos e bordas florestais (Baker, 2012). As principais ameaças à espécie são a perda de habitat devido à agricultura, pecuária e expansão urbana (Coelho et al., 2018; Gordo et al., 2013, 2017), mas também a potencial competição com a espécie congênere *Saguinus midas* (Gordo et al., 2017; Lagroteria et al., 2024; Röhe, 2006; Sobroza et al., 2021). *S. midas* é uma espécie mais flexível com uma capacidade competitiva supostamente superior (Lagroteria et al., 2024; Röhe, 2006; Sobroza et al., 2021a,b). Sua distribuição geográfica parece estar se expandindo, o que pode reduzir ainda mais a distribuição já limitada de *S. bicolor*. Devido à sua pequena distribuição e alto nível de ameaças, a IUCN listou o sauim-de-coleira como "Criticamente Ameaçado" e como um dos 25 primatas mais ameaçados do mundo durante os períodos de 2018–2020 e 2023–2025 (Mittermeier et al., 2024; Schwitzer et al., 2019). Além de estar listada como criticamente ameaçada de extinção, estudos anteriores mostraram que a espécie está sub-representada nas atuais áreas protegidas, que são insuficientes para garantir sua sobrevivência a longo prazo (Campos et al., 2017; Coelho et al., 2018).

O sauim-de-coleira é uma espécie-bandeira de Manaus e tem sido alvo de inúmeras campanhas ambientais, resultando na criação de pelo menos três áreas protegidas com seu nome popular em português: REVIS Sauim-de-Coleira, REVIS Sauim-Castanheira e APA Sauim-de-Manaus. Pesquisas sobre a ecologia da espécie também contribuíram para o desenho e a criação de corredores ecológicos urbanos e para uma melhor proteção das áreas verdes urbanas (Coelho et al., 2017). Com base nos resultados encorajadores obtidos até o momento, acreditamos que tanto a espécie quanto o meio ambiente em Manaus e arredores podem se beneficiar do desenvolvimento de um plano de conservação objetivo para a região.

Aqui apresentamos os resultados do trabalho realizado por um grupo de pesquisadores com diversas especialidades e formações (planejamento de conservação, SIG, ecologia, primatologia) para identificar áreas prioritárias para a conservação desse primata, que é uma das ações demandadas pelo Plano de Ação Nacional para a conservação do Sauim-de-coleira (ICMBIO, 2024). O estudo foi baseado no arcabouço teórico do planejamento sistemático de conservação, que se baseia no uso de informações espacialmente explícitas sobre alvos e custos de conservação para definir as áreas onde as ações de conservação têm a melhor chance de sucesso (Margules & Pressey, 2000; Naidoo et al., 2006). Embora a formulação de alvos seja reconhecida como subjetiva, sua explicitude é considerada valiosa porque fornece um meio de medir o valor de conservação de diferentes áreas durante o processo de seleção (Margules & Pressey, 2000). Como o engajamento das partes interessadas também é uma parte relevante do planejamento sistemático, o estudo incluiu uma oportunidade para o envolvimento público antes de definir o mapa final. Embora o foco principal seja o sauim-de-coleira, nosso processo de planejamento também foi criado para aumentar a representatividade de outras espécies e ambientes dentro e ao redor de Manaus.

MÉTODOS

Todas as decisões, começando pela definição da área de estudo, foram tomadas coletivamente durante oito reuniões virtuais com a presença da maioria dos autores.

Com base na experiência do grupo e na literatura disponível, definimos os alvos e como representar espacialmente cada um deles. Decidimos coletivamente sobre as principais ameaças e atribuímos pesos a elas para criar a superfície de custo. A justificativa para cada decisão foi revisitada na reunião subsequente para garantir que todos os participantes tivessem a oportunidade de contribuir e que o processo de tomada de decisão fosse transparente e inclusivo.

Área de estudo

Os limites da área de estudo foram definidos com base na distribuição do sauim-de-coleira proposta por Röhe (2006), com a adição uma faixa de amortecimento de 10 km ao norte para permitir alguma futura extensão da área de distribuição que poderia resultar dos estudos em andamento. Em todas as outras direções, os limites são naturalmente definidos por rios (Fig. 1). A área abrange partes dos municípios de Manaus, Rio Preto da Eva e Itacoatiara, no estado do Amazonas.

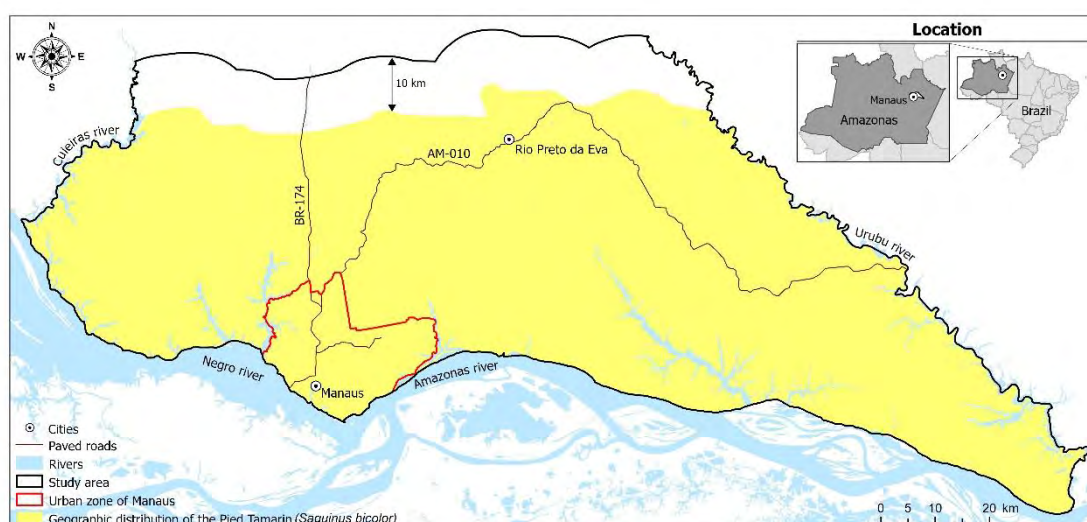


Figura 1. Área de estudo, com base na distribuição do sauim-de-coleira (*Saguinus bicolor*) proposta por Rohe (2006) mais uma área de amortecimento de 10 km ao norte e os limites da zona urbana de Manaus.

A área de estudo inclui a área urbana de Manaus e, como essa zona urbana tem uma escala mais fina e requer diferentes ações e estratégias de conservação, tratamos essa área separadamente e não aplicamos a ela a abordagem de planejamento sistemático. Como o estabelecimento de áreas protegidas é mais restrito na zona urbana, a prioridade para essa zona é a conservação de todas as áreas verdes remanescentes, incluindo a vegetação primária e secundária.

Os limites da zona urbana foram definidos de acordo com o Plano Diretor do Município de Manaus (IMPLURB, 2021). As áreas verdes foram identificadas usando a classificação MapBiomas com resolução de 30 m (MapBiomas, 2022). Florestas primárias e secundárias foram combinadas em uma única classe. Para evitar a priorização de manchas de vegetação muito pequenas e isoladas, consideramos apenas áreas verdes maiores que 1 ha. Para a zona urbana, compilamos as informações

disponíveis sobre áreas protegidas e analisamos sua eficácia na prevenção da perda de cobertura vegetal. Conforme recomendado no seminário público (veja a seção “contribuições e envolvimento das partes interessadas” abaixo), incluímos no mapa final da cidade as áreas de preservação permanente (APPs) definidas pela lei brasileira nº 12.651/2012, mais conhecida como “Código Florestal”. Dados espaciais para APPs eram oferecido por a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS, 2024).

Para aplicar o planejamento sistemático de conservação, criamos um shapefile de unidades de planejamento composto por hexágonos de 100 ha que circundavam a zona urbana e incluíam a distribuição geográfica conhecida do sauí-de-coleira, além de uma faixa de amortecimento de 10 km ao norte (Fig. 2). Os limites das áreas protegidas foram inseridos na camada de unidades de planejamento, mas apenas as áreas de proteção integral, terras indígenas ou as zonas definidas como "preservação" ou "conservação" dentro das áreas protegidas de uso sustentável receberam o status de "protegidas". As demais zonas ou áreas que não são de proteção integral receberam o status "inicial" no arquivo de entrada do MARXAN. Esse status foi concedido porque sua proteção efetiva poderia ser alcançada mais facilmente se fossem priorizadas na solução final gerada pelo algoritmo. Excluímos a zona urbana dessa camada.

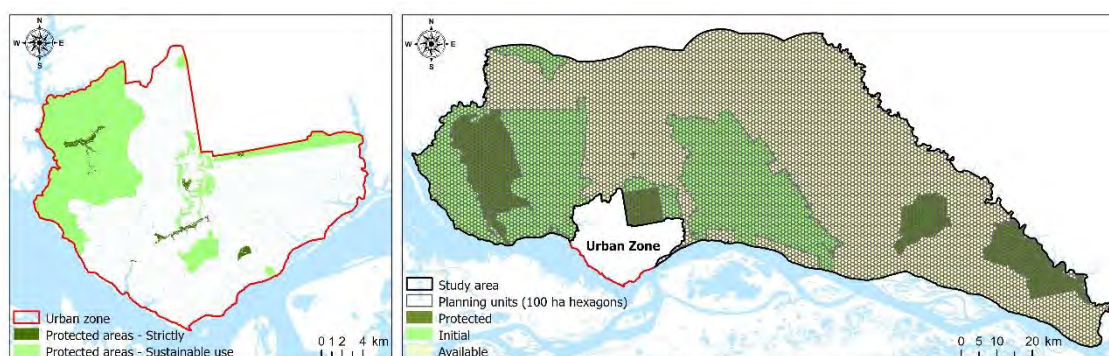


Figura 2. Esquerda: detalhe da zona urbana, com áreas protegidas. Direita: área de estudo como um todo, mostrando as unidades de planejamento e seu status como “protegida”, “inicial” ou “disponível”.

Preparação de dados - Metas

Neste estudo, adotamos o conceito de alvos com base em (Margules & Pressey, 2000). Os alvos são os atributos a serem conservados, cada um com uma quantidade explícita que queremos atingir com o plano. Em seguida, conduzimos nossas discussões iniciais para identificar as principais características de interesse: primeiro, as outras espécies endêmicas da área que poderiam potencialmente se beneficiar de ações para conservar o sauí-de-coleira; e, segundo, áreas com diferentes composições ambientais, porque áreas com diferentes tipos de vegetação, geomorfologia e proximidade com a água podem abrigar espécies diferentes. Sua inclusão como alvos pode, portanto, aumentar a representatividade da biodiversidade, bem como a disponibilidade de recursos que alguns desses ambientes fornecem ao sauí-de-coleira.

A disponibilidade de dados espaciais foi um requisito para a inclusão de cada espécie-alvo, o que excluiu alguns táxons indicados que haviam sido descobertos recentemente em Manaus e municípios vizinhos, nomeadamente *Eugenia kerianthera* (Souza et al., 2015) e uma *Monodelphis* sp. (Pavan et al., 2014). Apenas alguns pontos de observação estão disponíveis, impossibilitando a avaliação completa de sua distribuição geográfica no momento. No entanto, mesmo que não explicitamente incluídas, essas espécies provavelmente se beneficiarão do aumento da proteção na área de estudo. Todas as espécies e tipos de vegetação alvo são descritos em detalhes abaixo (Fig. 3, Tabela 1).

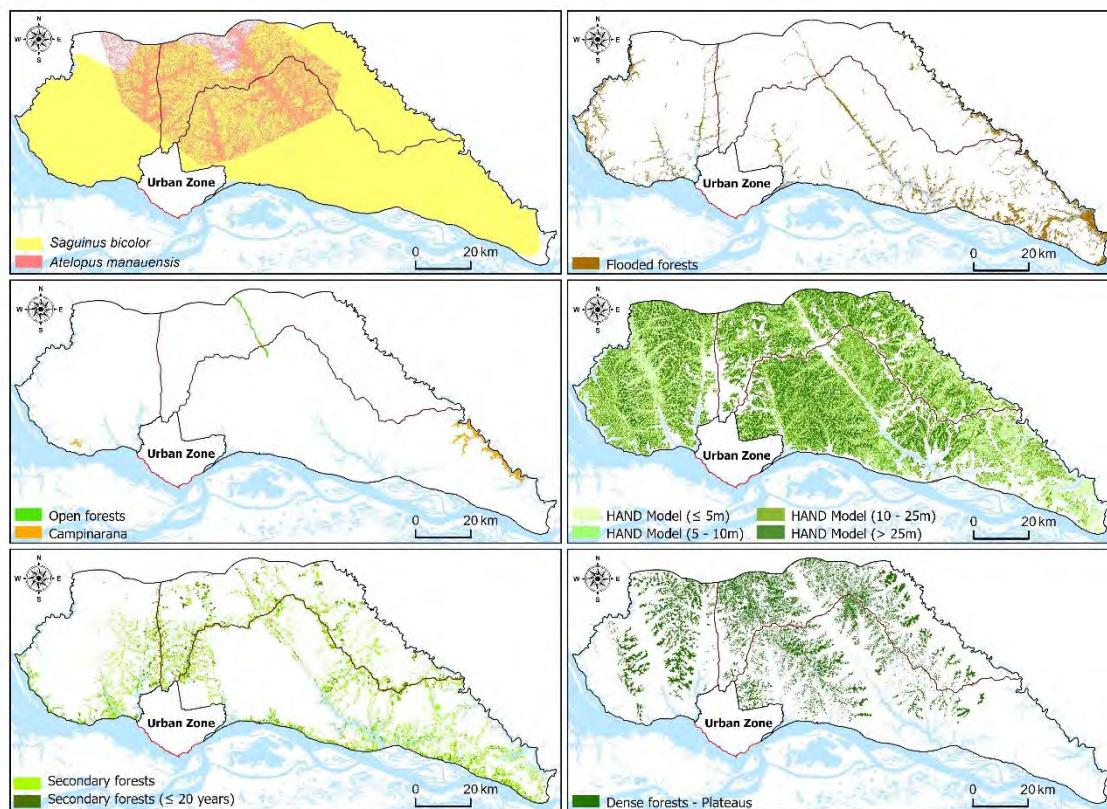


Figura 3. Distribuição espacial dos alvos selecionados.

Saguinus bicolor

Os limites de distribuição do sauí-de-coleira, foco principal deste estudo, foram atualizados com base na nova Extensão de Ocorrência proposta por (Lagroteria et al., 2024). A maior parte da nova Extensão de Ocorrência (98,8%) estava dentro da nossa área de estudo delimitada, de modo que o polígono de distribuição final possui uma área de 826.991 ha. A meta de conservação para o sauí-de-coleira foi estabelecida em 50% de sua área de distribuição.

Atelopus manauense

Este pequeno sapo também é uma espécie de distribuição restrita e endêmica da região de Manaus, com aproximadamente metade de sua distribuição sobrepondo-se à área de distribuição do sauí-de-coleira. Sua inclusão como alvo aumenta a representatividade das áreas prioritárias. Como a ocorrência desta espécie é limitada a ambientes próximos

à água, foi recomendado focar apenas nestes ambientes dentro da área de distribuição da espécie. Para este propósito, os pontos de ocorrência registrados por Jorge et al. (2020) foram digitalizados e sobrepostos em um modelo Height Above the Nearest Drainage (HAND) (Nobre et al., 2011) para obter seu valor para cada ponto. O resultado foi uma média de 3,06 m, DP 5,98. Para sermos conservadores, no sentido de incluir uma área de habitat maior que possa ser usada pela espécie, usamos a média ± 2 DP, o que resultou na inclusão de todos os pixels com valores <15 m no modelo HAND. Como a espécie não é apenas endêmica, mas também tem uma disponibilidade de habitat muito limitada, a meta para essa espécie também foi definida em 50% da área de distribuição resultante.

Florestas inundadas

Florestas inundáveis são ambientes de alta produtividade que abrigam uma variedade de espécies economicamente e ecologicamente valiosas na Amazônia brasileira (Castello & Macedo, 2016). Devido às consideráveis flutuações nos níveis de água ao longo do ano, esses ecossistemas abrigam espécies que se adaptaram a essa mudança sazonal significativa, e que nem sempre são encontradas em outros habitats (Wittmann et al., 2017). Ainda não está claro se o sauí-de-coleira utiliza esse ambiente e, em caso afirmativo, com que frequência. No entanto, devido à natureza distinta dessas florestas inundáveis e à sua função como berçário para inúmeras espécies aquáticas, consideramos crucial incluí-las como alvos.

Dado que esses ambientes são estratificados ao longo de faixas na interface terra-água, é provável que mais de uma de suas subclassificações esteja representada em uma única unidade de planejamento. Assim, todas as classes presentes na área de estudo foram agrupadas e consideradas relevantes para a representação. As subclasses da base de dados incluídas foram arbusto não inundável, floresta inundável, floresta não inundável e floresta inundável. O banco de dados foi fornecido pelo Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera-LBA (Hess et al., 2015) e a meta foi de 80%.

Floresta aberta e Campinarana

Os tipos de vegetação são geralmente considerados como alvos de conservação porque fornecem um habitat para diversas espécies de plantas e animais. Portanto, diferentes tipos de vegetação, como campinaranas e florestas abertas, ajudam a aumentar a representatividade da biodiversidade. No caso do sauí-de-coleira e outros vertebrados, é comum que eles utilizem diferentes tipos de vegetação para obter diferentes recursos (Gordo, 2012). Consequentemente, os tipos de vegetação desempenham papel importante na manutenção da diversidade e disponibilidade de alimentos. O banco de dados utilizado para os tipos de vegetação foi o do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, um arquivo vetorial com resolução espacial de 250 metros (IBGE, 2023b). Para cada tipo de vegetação, definimos uma meta de 30% da área, correspondente à recomendada pelo arcabouço global de biodiversidade Kunming-Montreal.

Florestas Densas

A floresta densa ocupa a maior parte da distribuição geográfica do sauí-de-coleira e, dado que esta espécie utiliza uma variedade de tipos de vegetação, considerou-se relevante diferenciar a vegetação dentro desta classe do IBGE. A base escolhida para esta diferenciação foi o estudo de Schietti et al. (2014), que mostra que a vegetação

responde à distância vertical da drenagem, conforme representada pelo modelo HAND (Nobre et al., 2011). De acordo com seus resultados, quatro classes foram definidas: (1) < 5 m; (2) 5,001-10 m; (3) 10,001-25 m; (4) >25 m. Como pouco suporte foi encontrado na literatura para diferenciar as metas para esses ambientes, uma meta geral de 30% foi atribuída a cada tipo de vegetação.

Florestas secundárias

O sauíim-de-coleira utiliza florestas secundárias para suas atividades normais e também para obter recursos alimentares (Egler, 1992; Gordo, 2012). Por esse motivo e devido à importância das florestas secundárias para a conectividade entre ambientes, foi proposto estabelecer metas específicas para essas florestas. Como áreas mais maduras têm maior chance de permanência e melhor estrutura, foi estabelecida uma meta de 40% para áreas com mais de 20 anos e uma meta de 30% para áreas com menos de 20 anos ou de idade indeterminada. Os limites das florestas secundárias foram obtidos do TerraClass 2020 (INPE, 2023b), que possui uma boa classificação geral desse ambiente, e as idades das florestas secundárias foram derivadas do banco de dados MapBiomas (MapBiomas, 2022), que detalha os anos de conversão.

Planaltos

Os planaltos foram incluídos como alvo específico porque essas áreas, de baixa declividade e com altitude relativamente alta, abrigam espécies especializadas e são ambientes altamente ameaçados tanto pelo desmatamento quanto pela agricultura mecanizada (Soares-Filho et al., 2004). A definição espacial dos planaltos foi construída cruzando as florestas densas (do banco de dados do IBGE), com declividade menor que 8% e altitude maior que 75 m, do banco de dados Forest and Buildings Removed Copernicus DEM-FABDEM 1.0 (Hawker & Neal, 2021). Uma meta de 50% foi estabelecida para as áreas de planalto.

Tabela 1: Síntese de alvos, incluindo tipos, nomes e quantidades.

Tipo	Nome	Alvo (%)
Espécie	<i>Saguinus bicolor</i>	50
Espécie	<i>Atelopus manauense</i>	50
Vegetação	Florestas inundadas	80
Vegetação	Campinarana	30
Vegetação	Vegetação aberta	30
Vegetação	Floresta densa - HAND até 5 m	30
Vegetação	Floresta densa - HAND 5 - 10 m	30
Vegetação	Floresta densa - HAND 10 - 25 m	30
Vegetação	Floresta densa - HAND > 25 m	30
Vegetação	Floresta secundária - > 20 anos	40
Vegetação	Floresta secundária - < 20 anos	30
Vegetação	Planaltos - floresta densa	50

Preparação de dados - Custos

A incorporação de uma superfície de custos é um passo importante no planejamento sistemático de conservação, pois ajuda a selecionar áreas com menos conflitos com os

esforços de conservação (Naidoo et al., 2006; Wilson et al., 2009). O raciocínio é que áreas com alto impacto geralmente têm baixo valor de conservação e exigem investimentos para recuperação ou controle da degradação, o que nem sempre é bem-sucedido. Aqui, usamos a superfície de custos para selecionar áreas que, dadas as contribuições iguais para os alvos, estão expostas a menos ameaças que poderiam comprometer o sucesso da conservação. Para construir uma superfície de custos, identificamos as principais ameaças à persistência de ambientes naturais na região de interesse e atribuímos pesos entre 1 e 10 para refletir o impacto relativo de cada uma dessas ameaças. Presumimos que a probabilidade de perda ou degradação causada por essas ameaças aumenta os custos de gestão da conservação (Naidoo et al., 2006). As principais ameaças listadas são apresentadas nas seções a seguir, juntamente com a descrição dos dados espaciais usados para representá-las (Fig. 4, Tabela 2).

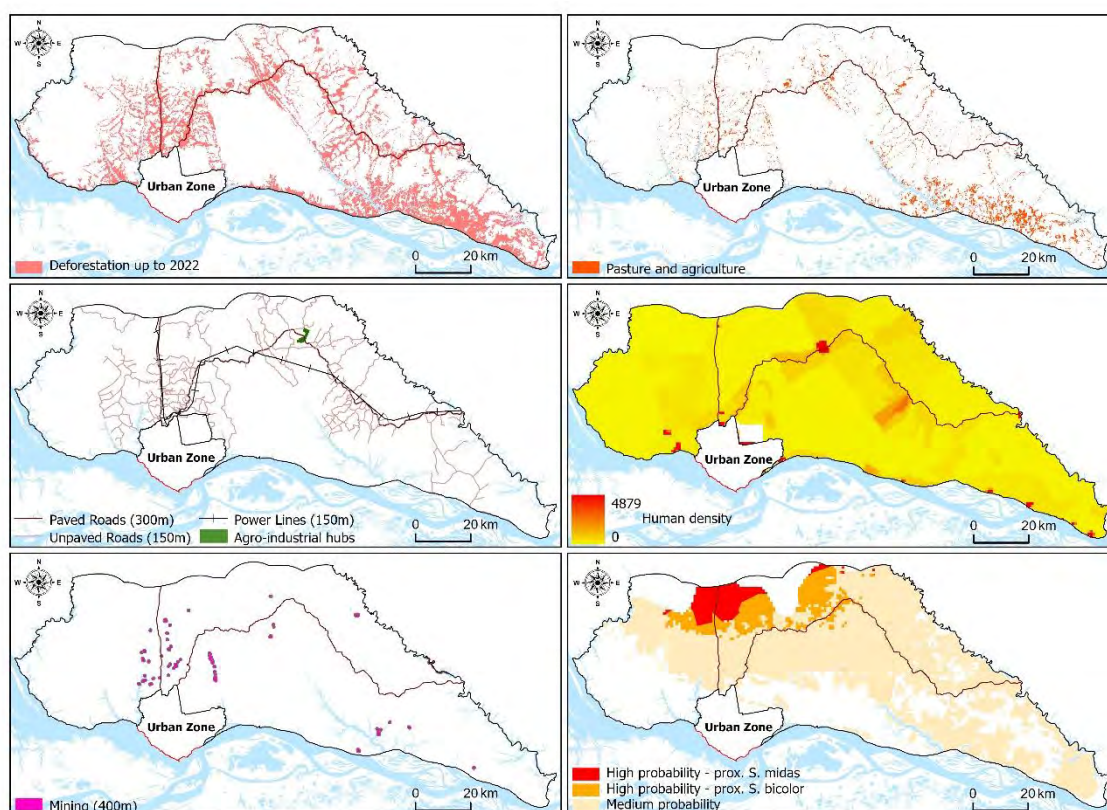


Figura 4. Distribuição espacial das principais ameaças que constituem a superfície de custos

Desmatamento até 2022

A perda e a fragmentação de habitat, associadas tanto à urbanização quanto à expansão agrícola, estão entre as principais ameaças à população de sauim-de-coleira. O desmatamento é, portanto, uma das principais causas do declínio populacional e tem sido identificado como a maior ameaça à espécie. O banco de dados raster do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES) (INPE, 2023a) foi escolhido como base para representar o desmatamento.

Pastagens e agricultura

O estabelecimento de pastagens e agricultura após o desmatamento consolida a mudança no uso da terra e dificulta que a área se torne habitat para a espécie em um futuro próximo. O banco de dados escolhido para representar essas áreas foi o TerraClass raster (INPE, 2023b).

Estradas e rodovias

Geralmente, há uma correlação entre o acesso por estradas e rodovias e o desmatamento (Aguiar et al., 2007; Laurance et al., 2002). No entanto, embora a abertura de estradas geralmente seja um precursor da conversão florestal, consideramos que seja uma ameaça separada porque representa alguns riscos adicionais, especialmente para a fauna (Gordo et al., 2013; Ree et al., 2015). O efeito das estradas no desmatamento e na mortalidade de animais depende da qualidade do acesso que elas fornecem: rodovias e estradas pavimentadas, administradas pelo governo federal ou estadual, têm um efeito mais forte do que estradas secundárias, que geralmente não são pavimentadas (Bennett, 2017). As estradas pavimentadas foram presumidas ter um impacto até 300 m de distância, enquanto as estradas não pavimentadas foram presumidas ter um impacto até 150 m de distância (Laurance et al., 2002). Nosso banco de dados de estradas foi uma combinação das bases de dados do IBGE (2023a) e do Banco de Dados Geográficos do Exército (BDGEx) (2024).

Linhas de transmissão

Semelhante às estradas, as linhas transmissão de energia elétrica abrem a vegetação, reduzem a densidade do dossel e a continuidade do habitat para animais arbóreos e facilitam o acesso para atividades econômicas mais intensivas. O banco de dados selecionado para linhas de transmissão foi desenvolvido por Hyde et al. (2018).

Polo agroindustrial

O governo do Estado do Amazonas adotou uma política de criação de parques agroindustriais para estimular o desenvolvimento econômico. O primeiro foi criado no entorno da cidade de Rio Preto da Eva, que está dentro da área de distribuição geográfica do sauí-de-coleira. Como essa política conflita com a possibilidade de criação de áreas protegidas e também é um potencial fator de desmatamento, perda de habitat e fragmentação, decidimos incluir essa área na superfície de custos. A localização do parque agroindustrial foi fornecida pela Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA).

População humana

As pessoas produzem alimentos e bens para adquirir outros produtos que elas não podem produzir. Mesmo quando não estão produzindo, caçar ou extrair outros recursos da floresta são práticas comuns que levam à degradação florestal (Bogoni et al., 2023; Costa et al., 2023; Wilkie et al., 2011). Quando as florestas estão muito degradadas e não há mais recursos disponíveis, elas geralmente são convertidas para outros usos. Este é um processo comum em toda a Amazônia (Putz & Redford, 2010). Por esse motivo, consideramos a maior densidade humana como um conflito potencial com a criação de áreas protegidas e a incluímos como um custo. O banco de dados usado para representar a densidade humana foi o mapa de luzes noturnas do Centro de Dados e Aplicações Socioeconômicas (SEDAC, 2020).

Mineração

Consideramos a mineração na área como uma ameaça de altíssima intensidade, mas com uma extensão espacial relativamente pequena. Dados oficiais da Agência Nacional de Mineração (ANM, 2023) foram utilizados como informação espacial sobre mineração. Dentro do banco de dados, foram selecionadas áreas requeridas e as já licenciadas. Como essas áreas são muito pequenas, mas os danos se estendem além das áreas exploradas, optou-se por inserir na superfície de custos uma faixa de proteção de 400 m ao redor de cada área. A definição dessa distância foi baseada em observações de campo da degradação ao redor de projetos de mineração locais.

Saguinus midas

Devido ao risco de *S. midas* expandir sua área geográfica às custas do sauim-de-coleira (Lagroteria et al., 2024; Röhe, 2006; Sobroza et. al, 2021a, 2021b), também incluímos parte da área geográfica de *S. midas* como um custo. Ou seja, outros fatores sendo constantes, recomenda-se que áreas ideais para conservação do sauim-de-coleira não sejam ocupadas por *S. midas* ou tenham baixa probabilidade de serem ocupadas por *S. midas*. Para representar a probabilidade de áreas serem ocupadas por *S. midas*, usamos os resultados de um estudo de modelagem preditiva (Lagroteria et al., 2024). Seu modelo gerou duas classes, "áreas com alta probabilidade de invasão" e "áreas com média probabilidade de invasão". Sobreposamos os pontos de ocorrência do estudo de Lagroteria et al. (2024) sobre essas classes e notamos que, em algumas delas, havia apenas ocorrências de *Saguinus midas*, mas em outras havia apenas ocorrências de *Saguinus bicolor*. Com base nessas observações, decidimos reclassificar as áreas de "alta probabilidade" em duas novas classes com base na proximidade das ocorrências. Usamos polígonos de Thiessen para avaliar pontos mais próximos de ocorrências de *S. midas* ou *S. bicolor*. Em seguida, atribuímos pesos diferentes a áreas que foram modeladas como tendo alta probabilidade de invasão de *S. midas*, mas que atualmente estão mais próximas de ocorrências de *S. bicolor*, e a áreas que foram modeladas como tendo alta probabilidade de invasão de *S. midas* e que estão mais próximas de ocorrências de *S. midas*. Um peso menor foi atribuído a áreas que foram modeladas como tendo "probabilidade média" de invasão.

Tabela 2. Síntese dos custos: tipos e respectivos pesos.

Tipo	Peso
Desmatamento	10
Pastagens e Agricultura	9
Estradas e rodovias pavimentadas	8
Estradas não pavimentadas	6
Linhas de transmissão	4
Polo agroindustrial	8
População Humana	5
Mineração	4
<i>S. midas</i> – alta probabilidade e proximidade ocorrências de <i>S. Midas</i>	6
<i>S. midas</i> – alta probabilidade e proximidade ocorrências de <i>S. bicolor</i>	3
<i>S. midas</i> - probabilidade média de ocupação	2

Integração de dados e suporte à tomada de decisões

Calculamos a área correspondente de cada alvo dentro de cada unidade de planejamento e juntamos todas as tabelas resultantes em uma única tabela contendo a identificação das unidades de planejamento e a área correspondente para cada alvo. Após organizar os shapefiles para criar a superfície de custos, extraímos as informações de cada componente de custo para cada unidade de planejamento. Em seguida, reescalamos os valores resultantes para cada componente antes da ponderação e da soma. A superfície de custos resultante é representada por um único valor para cada unidade de planejamento.

Formatação e uso do MARXAN

Utilizamos o ArcMarxan Toolbox versão 2.0.2 (Apropos Information Systems) para criar a pasta e arquivos de entrada. Selecionamos o algoritmo Simulated Annealing with Adaptive Improvement e definimos os parâmetros para executar o MARXAN diretamente em sua interface “Inedit”. O Boundary Length Modifier (BLM) foi habilitado para promover a compactação das áreas selecionadas. O parâmetro para o BLM foi ajustado com base nos resultados de simulações preliminares (Ardrón et al., 2010). Também fizemos algumas análises preliminares para garantir que os valores de custos fossem numericamente capazes de minimizar a área total da solução, melhorando a eficiência da solução (Wilson et al., 2009). Em seguida, multiplicamos os valores de custos por 30 para melhorar o efeito de minimização. Também especificamos que uma meta seria considerada não atingida se a proporção alcançada na solução fosse menor que 0,95 dos valores que haviam sido definidos. Após definir todos os parâmetros e valores, 5.000 soluções foram geradas para obter a melhor solução.

Aumentando a conectividade

Embora grandes áreas estivessem conectadas, algumas permaneceram isoladas. Para criar o mapa final, buscamos os melhores caminhos para conectar áreas isoladas usando a ferramenta “linkage pathways” da extensão Linkage Mapper Tools for ArcGIS (Gallo et al., 2020). Para esta análise, consideramos grupos de unidades de planejamento selecionadas pelo MARXAN como áreas núcleo e convertimos a superfície de custo para usá-la como raster de resistência. Utilizamos o método de ponderado por custo e distância euclidiana para gerar os caminhos de menor custo. Os corredores finais criados por buffers dos caminhos resultantes foram de 400 m de largura.

Contribuição e envolvimento das partes interessadas

Após obter uma versão preliminar do mapa, organizamos um seminário público para apresentar a justificativa, os métodos e os resultados do estudo, bem como para permitir perguntas e sugestões. Enviamos cerca de cem convites a cidadãos, agricultores, pesquisadores e instituições como órgãos ambientais e ONGs. O seminário também foi divulgado na mídia, incluindo jornais, rádio e televisão.

RESULTADOS

Área urbana

A área urbana de Manaus abrange 48.612 ha, dos quais 17.550 ha (36%) ainda estão cobertos por vegetação e 14.327,5 ha (29,5%) estão sob algum tipo de proteção. No entanto, quase toda (95,7%) da área com status de proteção está em categorias menos restritivas, enquanto apenas 4,3% são de proteção integral. Como resultado, 48% da vegetação dentro das áreas protegidas já foi perdida, reduzindo a quantidade de habitat disponível para o sauíim-de-coleira (Tabela 1).

Tabela 1. Áreas protegidas dentro dos limites urbanos: categorias (RVS = Refúgio de Vida Silvestre, RPPN = Reserva Natural Particular, RESERVA = Reserva Ducke (parte), PAREST = Parque Estadual, CEU = Corredor Ecológico Urbano, PARMUN = Parque Municipal, APA = Área de Proteção Ambiental); área total ocupada pela categoria dentro dos limites urbanos; área ainda vegetada dentro das áreas protegidas em hectares e porcentagem de vegetação remanescente dentro de cada categoria de área protegida.

Categoria	Proteção	Área total (ha)	Área Vegetada (ha)	Vegetação (%)
CEU	proteção integral	394,61	309,71	78,5
PAREST	proteção integral	52,72	46,28	87,8
PARMUN	proteção integral	65,13	50,46	77,5
RESERVA	proteção integral	10,19	9,16	89,9
RVS	proteção integral	95,45	95,29	99,8
APA	uso sustentável	13.555,52	6.928,35	51,1
RPPN	uso sustentável	265,99	254,67	95,7

A vegetação desprotegida totaliza 9.967 ha. Embora 55% das manchas vegetadas sejam fragmentos de até 5 ha em áreas altamente urbanizadas, há seis manchas com mais de 500 ha de vegetação contínua, especialmente nas porções leste e norte da zona urbana (Fig. 5). As prioridades resultantes dentro da área urbana, compostas por espaços verdes e áreas de preservação permanente, somam 20.365,9 ha, ou 41,8%.

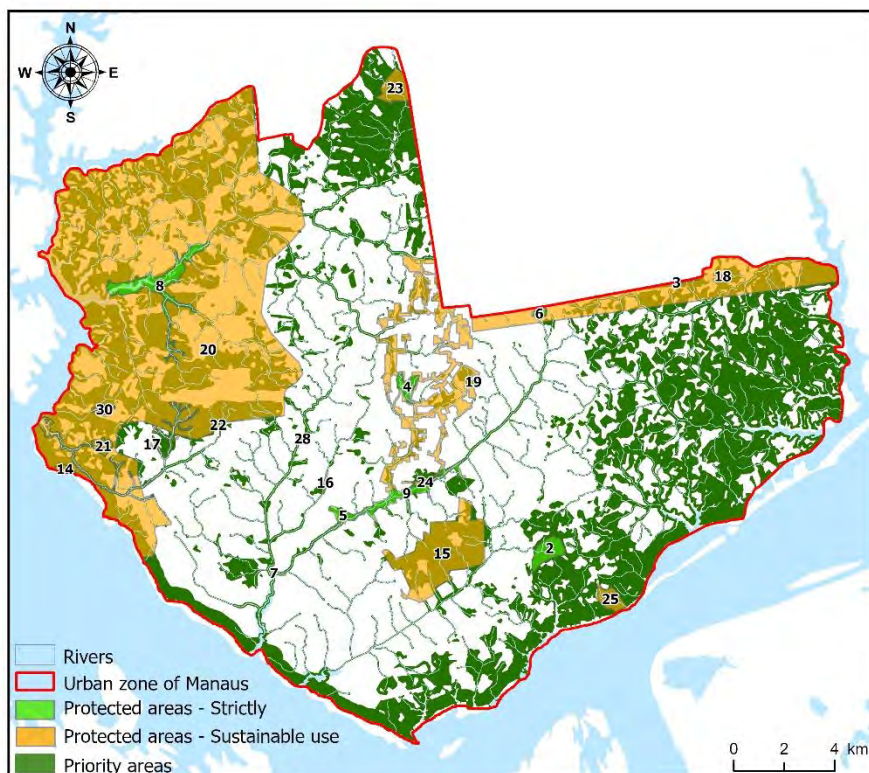


Figura 5. Áreas prioritárias (incluindo áreas verdes e de preservação permanente - APPs) e áreas protegidas na zona urbana de Manaus. Os nomes das áreas protegidas numeradas encontram-se no material suplementar.

Área rural

O shapefile das unidades de planejamento para a aplicação do planejamento sistemático tinha uma área total de 838.418 ha. A superfície de custos composta refletiu o peso relativo das principais ameaças, como estradas e desmatamento, bem como as áreas com alta probabilidade de invasão com ocorrência registrada de *S. midas*. Algumas das unidades de planejamento de menor custo estavam em áreas já protegidas (Figura 6).

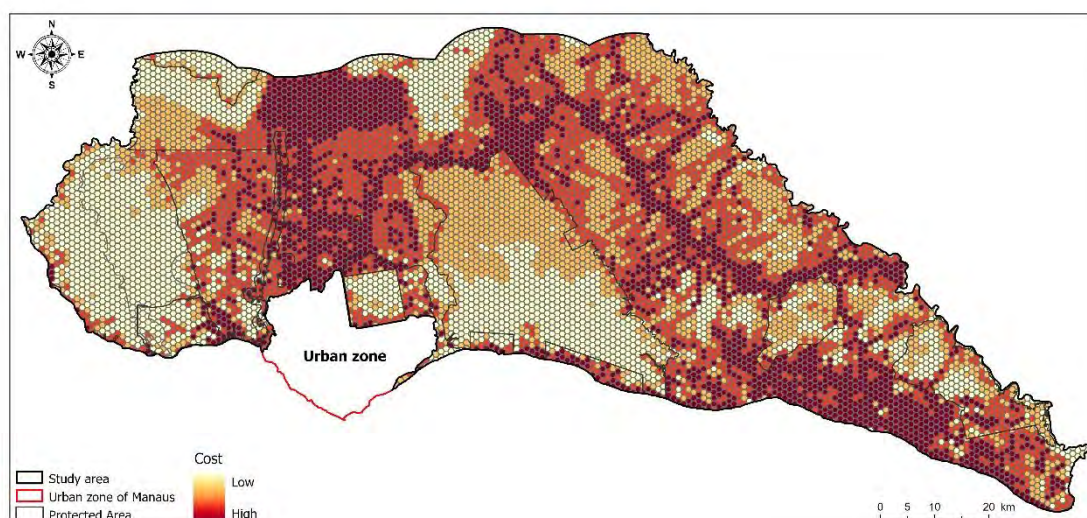


Figura 6. Área de planejamento sistemático, com superfície de custo baseada nas principais ameaças e contorno das áreas já protegidas.

Todas (100%) das metas foram atingidas pela melhor solução (menor pontuação). O conjunto de áreas selecionadas cobriu 55,4% da área total. Mais da metade das unidades de planejamento selecionadas (60,4%) já estavam sob algum grau de proteção ou pertenciam ao Exército Brasileiro. Por outro lado, algumas partes das áreas já protegidas ou terras do Exército não foram incluídas na melhor solução (Tabela 2 e Figura 7).

Tabela 2. Proporção de áreas selecionadas e não selecionadas sob diferentes categorias de proteção

Status	Selecionado ha (%)	Não selecionado ha (%)
Protegido	185.803,9 (22,2)	31.891,7 (3,8)
Exército	94.396,5 (11,3)	9.939,6 (1,2)
Desprotegido	183.971,1 (21,9)	332.415,6 (39,6)
TOTAL	464.171,6 (55,4)	374.246,9 (44,6)

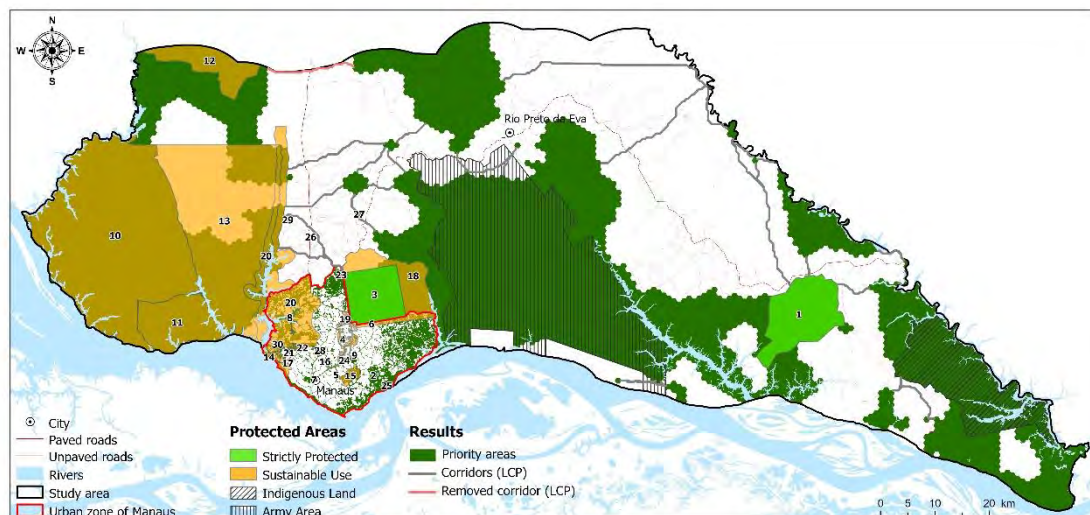


Figura 7. Áreas prioritárias para a conservação do sauim-de-coleira (compostas por áreas e corredores selecionados (Caminhos de Menor Custo), Áreas Protegidas (Proteção Integral e Uso Sustentável) e Área do Exército. Os nomes das áreas protegidas numeradas estão no material suplementar.

A melhor solução gerou 18 manchas variando em tamanho de 32 a 199.698 ha (média 25.787, DP 57.513 ha). Todas as manchas maiores continham áreas protegidas. A maioria delas pode ser conectada usando o Linkage Mapper (Fig. 7). Como estamos preocupados com a possível expansão da distribuição geográfica de *S. midas*, excluímos uma ligação que permitiria a conexão através da área de alto potencial e ocorrência confirmada dessa espécie. Incluindo os corredores finais de 400 m de largura, a área prioritária aumenta para 477.223,7 ha. Juntas, as áreas prioritárias urbanas e rurais cobrem 497.589,6 ha ou 56,1% da área de estudo.

Contribuição e envolvimento das partes interessadas

Setenta pessoas compareceram ao seminário público, incluindo representantes de todos os principais grupos de interesse. A principal sugestão foi incluir as áreas de preservação permanente no mapa de prioridades para a área urbana, conforme detalhado acima.

Outras considerações relevantes também foram levantadas. Os participantes reconheceram o seminário como uma oportunidade para entender melhor as necessidades de conservação e concordaram que ações urgentes são necessárias, dado o crescente impacto das mudanças ambientais na vida humana. No entanto, moradores do recém-criado "Refúgio de Vida Silvestre Sauim-de-Coleira" (Lagroteria et al., 2025) expressaram preocupação com a criação desta área de proteção integral, que foi estabelecida sem uma comunicação clara das atividades econômicas permitidas e sem planejamento ou apoio para uma transição econômica. Eles apontaram que precisam de apoio para a transição de sua principal atividade econômica. Um morador disse que a produção de carvão vegetal era sua principal atividade antes do estabelecimento da área protegida, o que não é permitido em uma área de proteção integral.

DISCUSSÃO

Nossa análise revelou que cerca de um terço da zona urbana é coberta por algum tipo de proteção formal. No entanto, também revelou que quase todas as áreas protegidas se enquadram em categorias de proteção parcial e que algumas dessas categorias sofreram uma perda significativa de vegetação, entre outros impactos. O aeroporto de Manaus, por exemplo, com todo o seu ruído e asfalto, está localizado em uma Área de Proteção Ambiental (APA), o que demonstra o baixo nível de proteção em algumas áreas formalmente protegidas. Embora os *sauins-de-coleira* possam se comunicar e viver em áreas ruidosas (Sobroza, 2024; Sobroza et al., 2024), o impacto potencial dessa atividade humana no bem-estar a longo prazo e no sucesso reprodutivo das espécies não é claro. Em algumas situações extremas, como a do aeroporto, seria difícil reverter a situação, mas em outras partes da mesma área protegida (APA Tarumã/Ponta Negra), bem como em outras áreas já protegidas dentro da zona urbana, a recuperação da vegetação deve ser promovida para aumentar o habitat disponível para a fauna e a flora locais, incluindo o *sauim-de-coleira*. Além disso, é crucial tomar medidas para proteger os 20% de áreas verdes restantes dentro da área urbana que atualmente não estão formalmente protegidas, preferencialmente em categorias de uso mais restritivo.

Inicialmente não realizamos análises formais para promover a conectividade na matriz urbana por dois motivos: a relativa dificuldade de planejar corredores em áreas densamente ocupadas e o fato de a legislação brasileira já estabelecer que a vegetação ripária deve ser protegida. No entanto, essa legislação foi flexibilizada nos últimos anos, e a vegetação ao longo dos corpos d'água agora pode ser convertida para utilidade pública ou interesse social (Azevedo-Santos et al., 2023). Isso tem sido explorado pelo setor imobiliário, que está convertendo e ocupando a maioria das zonas ripárias. Portanto, os participantes do seminário público recomendaram a inclusão de áreas de preservação permanente (APPs) exigidas pelo Código Florestal no mapa urbano para enfatizar a necessidade de proteger esses ambientes, tanto por seu papel na proteção de fontes de água, fornecendo áreas de infiltração, como por manter a conectividade para a biota.

Para áreas rurais, a definição de metas tem sido o principal desafio. Embora haja um corpo substancial de literatura sobre a ecologia do *sauim-de-coleira*, apenas um número limitado de estudos abordou especificamente seu uso de diferentes habitats em nível populacional (Kinap et al., 2021; Vidal & Cintra, 2006). Ambos os estudos foram conduzidos na mesma área (Reserva Ducke), mas com resultados diferentes: enquanto o primeiro (Kinap et al., 2021) revelou que o platô era o habitat mais usado, o segundo (Vidal & Cintra, 2006) encontrou *sauins-de-coleira* usando áreas com todas as inclinações e nenhuma variação sazonal no uso. A área de uso média de grupos de *sauim-de-coleira* em florestas contínuas foi estimada em cerca de 100 ha (Gordo et al., 2011), enquanto em áreas urbanas eles têm áreas de uso entre oito e 65 ha, incluindo florestas primárias e secundárias em diferentes estágios sucessionais, bem como campinaranas (florestas de areia branca) e igapós (florestas inundadas) (Egler, 1992; Gordo et al., 2017). A maior parte dos estudos concentra-se em áreas urbanas ou na Reserva Ducke, o que dificulta saber se há variações nos parâmetros populacionais ou nos padrões de uso do habitat entre diferentes áreas ou contextos paisagísticos. A falta de dados mais detalhados sobre ecologia espacial dificulta a definição de um alvo que leve em consideração as necessidades específicas da espécie.

Na última atualização do Mapa Brasileiro de Prioridades para Conservação, Uso

Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade para o Bioma Amazônia (MMA, 2023), foi estabelecida uma meta de 100% para todas as espécies de mamíferos com distribuição inferior a 10.000 km², como é o caso do sauim-de-coleira. No entanto, não consideramos viável propor um mapa de prioridades baseado em uma meta superior a 50% para o sauim-de-coleira devido a restrições geográficas e políticas. Atualizações no processo de planejamento sistemático da conservação recomendam a inclusão de novas etapas relacionadas à implementação de ações de conservação e à manutenção e monitoramento de áreas protegidas (Adams et al., 2019; McIntosh et al., 2017). Para o sauim-de-coleira, a revisão e o monitoramento serão críticos para determinar se as ações foram bem-sucedidas na conservação da espécie e se ela ainda precisa de maior proteção. Além disso, houve mudanças recentes na distribuição geográfica proposta para a espécie (Lagrotteria et al., 2024), e estudos em andamento podem levar a novas mudanças - seja uma expansão devido a ocorrências em novas áreas ou uma redução devido à expansão de *S. midas*.

A única outra espécie endêmica incluída em nosso estudo como alvo foi o sapo *Atelopus manauensis*. A inclusão desta espécie aumentou a biodiversidade representada no mapa final, tornando-o uma ferramenta de política pública mais robusta. Aproximadamente metade da área de distribuição deste sapo se sobrepõe à do sauim-de-coleira; apenas essa parte foi incluída em nosso planejamento. Planos de conservação futuros focados nesta espécie ou que considerem uma área expandida devem levar em conta toda a distribuição do sapo.

A disponibilidade de pontos de ocorrência para *Atelopus manauensis* nos permitiu refinar as informações espaciais desta espécie, indicando sua proximidade com a água. No entanto, outras informações de habitat em escala mais fina, como pH e conectividade entre poças, que influenciam a ocorrência da espécie (Jorge et al., 2020), não puderam ser mapeadas na escala deste estudo. Apesar da extensão limitada da área de distribuição sobreposta (aproximadamente 300.000 ha) e da área restrita ao redor da água onde a espécie foi observada, definimos uma meta de 50% da área porque a maior parte de seu habitat já está nominalmente protegida pelas áreas de preservação permanente (APPs, veja acima).

As metas restantes foram baseadas na variação ambiental, incluindo combinações de vegetação, topografia e presença ou proximidade de água. Além de melhorar a representação da biodiversidade, sua inclusão contribui para a resiliência no contexto de um futuro incerto. Gradientes ambientais facilitam migrações de curto alcance em resposta à mudança, permitindo que as espécies persistam (Pressey et al., 2003, 2007). A maior parte das metas ambientais foi definida em 30%, em acordo com a Decisão Montreal-Kunming (CBD, 2022). As exceções foram devido a um grau relativamente maior de ameaça da extração de recursos ou agricultura (planalto), relevância para uso humano tradicional (floresta inundada) ou importância como provedor de recursos para o sauim-de-coleira (floresta secundária jovem) (Egler, 1992; Gordo et al., 2017).

O desmatamento e as mudanças no uso da terra, como a conversão para agricultura e pastagem, geralmente são precedidos ou acompanhados pela construção de estradas. Essas e outras ameaças que causam impactos ambientais e perda de habitat em nossa área de interesse, como mineração, linhas de transmissão, assentamentos humanos e um distrito agroindustrial, foram incluídos em nossa superfície de custo porque levam à perda de biodiversidade (Laurance et al., 2002) e tornam os esforços de conservação difíceis, caros ou impossíveis. A probabilidade de ocupação por outra espécie é um

componente menos comum das superfícies de custo. No entanto, preocupações sobre a expansão da distribuição geográfica de *Saguinus midas* sobre a de *S. bicolor* foram levantadas por vários autores (por exemplo, Ayres et al., 1982; Subirá, 1998) e abordadas em estudos específicos por modelos de nicho (Lagroteria et al., 2024; Röhe, 2006). Ao incorporar as duas classes de probabilidade de ocupação derivadas do modelo de Lagroteria et al. (2024) e refinar essas informações usando a ocorrência real de uma ou outra espécie, raciocinamos que as melhores áreas para sauins-de-coleira seriam aquelas com menor probabilidade de serem ocupadas por *S. midas*.

A maior parte das áreas já protegidas recebeu o status de "inicial" e foi selecionada. Esse resultado reforçou a importância das áreas protegidas existentes (mesmo aquelas em categorias de uso sustentável) para a conservação do sauim-de-coleira e da grande área pertencente ao Exército Brasileiro. A notável exceção foi a maior parte da APA Margem. Esquerda do Rio Negro - Setor Tarumã-Açu/Tarumã Mirim. Apesar de seu status de proteção, as ações de conservação ali são dificultadas pelas inúmeras ameaças enfrentadas por essa área, uma vez que é cortada por estradas, possui ocupação humana e atividades agrícolas, e, também coincide com a provável área de invasão de *Saguinus midas*. Em contraste, a área militar contém uma das maiores manchas de vegetação contígua relativamente bem preservada. Sua proteção é crucial, mas incerta, visto que o Exército atualmente não tem obrigação legal de preservar a área, e a instituição tem o direito de usar a terra como preferir.

A maior parte das manchas na zona rural estava isolada pela presença de estradas, o que indica alguma dificuldade em estabelecer conexões entre eles. Embora sua preservação seja de grande importância, como a maioria das estradas atravessa divisores de águas, não é possível conectar as manchas separadas com base nas Áreas de Preservação Permanente (APPs) ao longo dos cursos d'água (Lei nº 12.651/12), conforme recomendado na matriz urbana. Considerando que atropelamentos são uma ocorrência relativamente comum entre os sauins-de-coleira (Gordo et al., 2013), muitas das conexões identificadas em nossa análise destacam a necessidade de criar corredores de vida selvagem, bem como travessias de animais nessas estradas.

O cenário atual mostra que grande parte do esforço feito para criar áreas protegidas não é tão eficaz quanto deveria ser. Embora quase 30% da área urbana seja protegida de alguma forma e cerca de 20% da área de planejamento sistemático tenha o mesmo status, uma parte significativa dela já está degradada. A grande proporção da área protegida que está em categorias que permitem outros usos dá uma falsa sensação de conquista de conservação e torna a criação de novas áreas ou outras ações de conservação mais difíceis (Magris & Pressey, 2018). Os resultados, bem como as discussões ao final do seminário, mostraram que não é necessário apenas criar novas áreas protegidas, mas também melhorar a gestão das existentes, especialmente na zona urbana. Nenhuma das áreas protegidas na zona urbana tem plano de manejo, que é a ferramenta básica para definir seu zoneamento e quais áreas são efetivamente destinadas à conservação. Elas também carecem de conselhos consultivos, que são essenciais para monitorar seu estado de conservação e exigir melhorias.

Os debates no seminário final também deixaram claro que o sucesso dos esforços de conservação rural dependerá do desenvolvimento de incentivos para a mudança das cadeias produtivas atuais para aquelas com menor impacto sobre a biodiversidade. Identificar as atividades econômicas mais compatíveis e envolver a população local nos esforços de conservação continua sendo um desafio. Há um progresso inegável na

promoção do uso mais sustentável dos recursos florestais. No entanto, existe também o risco de simplesmente substituir produtos sem alterar o sistema de produção e de continuar a conversão de sistemas naturais e culturais em sistemas mais pobres (Clement et al., 2024; Vieira et al., 2024).

A conservação do sauim-de-coleira, assim como de outras espécies ameaçadas, depende de uma melhor compreensão da necessidade de aumentar a área destinada à sua proteção e de uma boa gestão dentro e ao redor dessas áreas. Por exemplo, o aprimoramento do monitoramento e da restauração da vegetação poderia ajudar a aumentar a eficácia das áreas protegidas existentes e ser aplicado a novas áreas. Em um mundo onde as mudanças ambientais estão ocorrendo muito mais rápido do que o previsto e, em alguns casos, com consequências catastróficas, nossa própria existência e qualidade de vida dependem cada vez mais dessa compreensão.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi apoiado pelo RE:WILD (número de subvenção SMA-CCO-G0000000301), proposto e coordenado pelo Instituto Sauim-de-Coleira e com o apoio institucional do Museu Paraense Emílio Goeldi (computadores e softwares para reuniões virtuais e análise de dados). A maior parte dos autores é de instituições locais. Os autores declaram não haver conflito de interesses. Agradecemos os comentários dos três revisores, que contribuíram para o aprimoramento do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Adams, V. M., Mills, M., Weeks, R., Segan, D. B., Pressey, R. L., Gurney, G. G., Groves, C., Davis, F. W., & Álvarez-Romero, J. G. (2019). Implementation strategies for systematic conservation planning. *Ambio*, 48, 139–152. <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1067-2>
- Agência Nacional de Mineração, A. (2023). *SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração* <https://geo.anm.gov.br/portal/apps/webappviewer/index.html?id=6a8f5ccc4b6a4c2bba79759aa952d908>
- Aguiar, A. P. D., Câmara, G., & Escada, M. I. S. (2007). Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: Exploring intra-regional heterogeneity. *Ecological Modelling*, 209, 169–188. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2007.06.019>
- Apropos Information Systems, I. *ArcMarxan Toolbox version 2.0.2* In <https://aproposinfosystems.com/>.
- Ardron, J. A., Possingham, H. P., & Klein, C. J. (2010). *Marxan Good Practices Handbook, Version 2* [digital]. Pacific Marine Analysis and Research Association. www.pacmara.org.
- Ayres, J. M. C., Mittermeier, R. A., & Constable, I. D. (1982). Brazilian tamarins on the way to extinction? . *Oryx*, 16(4), 329- 333. <https://doi.org/10.1017/S0030605300017786>
- Azevedo-Santos, V. M., Daga, V. S., Tonella, L. H., Ruaro, R., Arcifa, M. S., Fearnside, P. M., & Giarrizzo, T. (2023). Brazil undermines flood resilience. *Science*, 382(6669), 383. <https://doi.org/10.1126/science.adl0891>
- Baker, A. J. (2012). AZA Regional Studbook - Pied Tamarin (*Saguinus bicolor*), Retrieved 5 May 2025, from <https://alouattasen.weebly.com/uploads/8/9/5/6/8956452/tamarinpiedstudbook2012-e37ddc37.pdf>

- Ball, I., Possingham, H. P., & Watts, M. (2009). Marxan and relatives: software for spatial conservation prioritization. In A. Moilanen, K. A. Wilson, & H. P. Possingham (Eds.), *Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods & Computational Tools* (pp. 185- 195). Oxford University Press.
- BDGEx. (2024). *Roads and highways, 1:100.000* <https://bdgex.eb.mil.br/bdgexapp>
- Bennett, V. J. (2017). Effects of Road Density and Pattern on the Conservation of Species and Biodiversity. *Current Landscape Ecology Reports*, 2, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40823-017-0020-6>
- Bogoni, J. A., Percequillo, A. R., Ferraz, K. M. P. M. B., & Peres, C. A. (2023). The empty forest three decades later: Lessons and prospects. *Biotropica*, 55, 13–18. <https://doi.org/10.1111/btp.13188>
- Brooks, T. M., Fonseca, G. A. B. d., & Rodrigues, A. S. L. (2004). Species, Data, and Conservation Planning. *Conservation Biology*, 18(6), 1682–1688. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2004.00457.x>
- Campos, I. B., Gordo, M., & Vidal, M. D. (2017). Análise de viabilidade populacional (AVP) de *Saguinus bicolor* In L. Jerusalinsky, R. B. Azevedo, & M. Gordo (Eds.), *Plano de Ação Nacional para a Conservação do Sauim-de-coleira* (pp. 45-58). ICMBIO.
- Castello, L., & Macedo, M. (2016). Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. *Global Change Biology*, 22, 990-1007. <https://doi.org/10.1111/gcb.13173>
- CBD. (2022). *Kunming-Montreal Biodiversity Framework* Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity - Fifteenth meeting – Part II, Montreal, Canada., <https://www.cbd.int/gbf/targets/3>
- Clement, C. R., Pereira, H. d. S., Vieira, I. C. G., & Homma, A. K. O. (2024). Challenges for a Brazilian Amazonian bioeconomy based on forest foods. *Trees, Forests and People*, 16. <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100583>
- Coelho, L., Barr, S., Silva dos Santos, L., Rohe, F., Monteiro-Neto, B. D., Raseira, M., Lagroteria, D., & Gordo, M. (2018). Conservação de *Saguinus bicolor* (Callitrichidae) em paisagens fragmentadas na Amazônia Central, Brasil. . In B. Urbani, M. M. Kowalewski, R. G. T. D. Cunha, S. D. L. Torre, & L. Cortés-Ortiz (Eds.), *La Primatología en Latinoamérica* (Vol. 2- Tomo I, pp. 187-197). Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.
- Coelho, L. F. M., Gordo, M., Subirá, R., & Röhe, F. (2017). Análise da estrutura da paisagem, conectividade de habitat e indicação de áreas prioritárias para ações conservacionistas para *Saguinus bicolor*. In L. Jerusalinsky, R. Bocorny, & M. Gordo (Eds.), *Plano de Ação Nacional para a Conservação do Sauim-de-coleira* (pp. 25-44). ICMBIO. (pp. 146-163). ICMBIO.
- Costa, F. R. C., Marengo, J. A., Albernaz, A. L. M., Cunha, A. P., Cuvi, N., Espinoza, J.-C., Ferreira, J., Fleischmann, A. S., Jimenez-Muñoz, J. C., Belén-Páez, M., Querido, L. C. d. A., & Schöngart, J. (2024). *Droughts in the Amazon* (Policy Briefs, Issue. [https://eng-briefs.sp-amazon.org/240707%20Droughts%20PB%20\(English\).pdf](https://eng-briefs.sp-amazon.org/240707%20Droughts%20PB%20(English).pdf)
- Costa, J. G., Fearnside, P. M., Oliveira, I., Anderson, L. O., Aragão, L. E. O. e. C. de, Almeida, M. R. N., Clemente, F. S., Nascimento, E. de S., Souza, G. da C., Karlokoski, A., Melo, A. W. F. de, Araújo, E. A. de, Souza, R. O., Graça, P. M. L. de A., & Silva, S. S. da (2023). Forest Degradation in the Southwest Brazilian Amazon: Impact on Tree Species of Economic Interest and Traditional Use. *Fire* 6. <https://doi.org/10.3390/fire6060234>

- Cowling, R. M., Pressey, R. L., Lombard, A. T., Desmet, P. G., & Ellis, A. G. (1999). From representation to persistence: requirements for a sustainable system of conservation areas in the species-rich mediterranean-climate desert of southern Africa. *Diversity and Distributions*, 5(1-2), 51-71. <https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.1999.00038.x>
- Egler, S. (1992). Feeding ecology of *Saguinus bicolor bicolor* (Callitrichidae: Primates) in a relict forest in Manaus, Brazilian Amazonia. *Folia Primatologica*, 59(2), 61- 76. <https://doi.org/10.1159/000156644>
- FBDS. (2024). *GIS Database - APP- Manaus* [GIS database].
- Fearnside, P. M. (2022). Amazon environmental services: Why Brazil's Highway BR-319 is so damaging. *Ambio*, 51, 1367–1370. <https://doi.org/10.1007/s13280-022-01718-y>
- Gallo, J., Greene, R., & Kavanagh, D. (2020). *Linkage Mapper Tools In* (Version 3.0) <https://linkagemapper.org/>
- Gordo, M. (2012). *Ecologia e conservação do sauim-de-coleira, Saguinus bicolor (Primates; Callitrichidae)*. PhD thesis. Museu Paraense Emílio Goeldi]. Belém, PA.
- Gordo, M., Calleia, F. O., Vasconcelos, S. A., Leite, J. J. F., & Ferrari, S. F. (Eds.). (2013). *The challenges of survival in a concrete jungle: conservation of the pied tamarin (Saguinus bicolor) in the urban landscape of Manaus, Brazil. Primates in fragments: Complexity and resilience*, p 357-370. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8839-2>.
- Gordo, M., Rodrigues, F.R., Vidal, M. D., Spironello, W. R., & Ribeiro, F. R. P. (2011). Primatas. In: . In M. L. Oliveira, F. B. Baccaro, R.Braga-Neto, & W. E. Magnusson (Eds.), *Reserva Ducke, a biodiversidade Amazônica através de uma grade. Manaus:INPA, 2011, v. , p. 1-166.* (pp. 39-49). INPA.
- Gordo, M., Subirá, R. J., Vidal, M. D., Rohe, F., Spironello, W. R., Valente, L. M., Oliveira, J. B., Pissinatti, A., Wormell, D., & Jerusalinsky, L. (2017). Contextualização do sauim-de-coleira. In L. Jerusalinsky, R. B. Azevedo, & M. Gordo (Eds.), *Plano de Ação Nacional para a Conservação do Sauim-de-coleira* (pp. 25-44). ICMBIO.
- Guimarães, A. F., Schietti, J., Querido, L. C. A., Nunes, J., Santos, P., Lagroteria, D., & Gordo, M. (2025). Extreme drought and heat lead to alarming mortality of Amazon fauna. *Acta Amazonica*, 55, e55bc24405. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202404053>
- Hawker, L., & Neal, J. (2021). *FABDEM 1.0* <https://doi.org/https://doi.org/10.5523/bris.25wfy0f9ukoge2gs7a5mqpq2j7>
- Hess, L. L., Melack, J. M., Affonso, A. G., Barbosa, C. C. F., Gastil-Buhl, M., & Novo, E. M. L. M. (2015). *LBA-ECO LC-07 Wetland Extent, Vegetation, and Inundation: Lowland Amazon Basin*. <https://doi.org/10.3334/ORNLDAAAC/1284>
- Hyde, J. L., Bohlman, S. A., & Valle, D. (2018). Transmission lines are an under-acknowledged conservation threat to the Brazilian Amazon. *Biological Conservation*, 228, 343-356. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.7308869.v1>
- IBGE. (2023a). *Base Cartográfica Contínua do Brasil, escala 1:250.000 – BC250, versão 2023* <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>
- IBGE. (2023b). *Mapeamento de Recursos Naturais- Vegetação ESCALA 1:250.000* <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>
- IBGE. (2025). *IBGE Cidades e Estados - Manaus*. IBGE. Retrieved 07 July 2025 from <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/am/manaus.html>

- ICMBIO. (2024). *Plano de Ação Nacional para a Conservação do Sauim-de-coleira*. Retrieved 17/december/2024 from <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-sauim-de-coleira>
- IMPLURB. (2021). *Legislação Urbanística Municipal - Plano Diretor Urbano e Ambiental de Manaus e suas leis complementares*. Manaus: Prefeitura de Manaus Retrieved from <https://www2.manaus.am.gov.br/docs/portal/secretarias/implurb/PLANO%20DIRETOR%20-%20LIVRO%20DIGITAL/LEGISLA%C3%87%C3%83O%20URBAN%C3%8DSTICA%20MUNICIPAL%20-%20PLANO%20DIRETOR%20E%20AMBIENTAL%20DE%20MANAUS%20E%20SUAS%20LEIS%20COMPLEMENTARES%20-%20Vers%C3%A3o%2001.pdf>
- INPE. (2023a). *PRODES - Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite* <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>
- INPE. (2023b). *TerraClass- Mapa das classes de uso e cobertura da terra* <https://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>
- Jorge, R. F., Magnusson, W. E., Silva, D. A. da, Polo, É. M., & Lima, A. P. (2020). Urban growth threatens the lowland Amazonian Manaus harlequin frog which represents an evolutionarily significant unit within the genus *Atelopus* (Amphibia: Anura: Bufonidae). *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 58(4), 1195-1205. <https://doi.org/10.1111/jzs.12390>
- Kinap, N. M., Nagy-Reis, M., Bobrowiec, P. E. D., Gordo, M., & Spironello, W. R. (2021). Influence of topography gradient and seasonality on primate habitat use in Central Amazonia. *Mammalian Biology*, 101, 251-259. <https://doi.org/10.1007/s42991-021-00108-3>
- Kirkpatrick, J. B. (1983). An iterative method for establishing priorities for the selection of nature reserves: an example from Tasmania. *Biological Conservation*, 25, 127–134 [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(83\)90056-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(83)90056-3)
- Lagroteria, D., Cavalcante, T., Zuquim, G., Röhe, F., Medeiros, A. S. M., Hrbek, T., & Gordo, M. (2024). Assessing the invasive potential of *Saguinus midas* in the extent of occurrence of the critically endangered *Saguinus bicolor*. *Frontiers in Conservation Science*, 5, 16. <https://doi.org/10.3389/fcosc.2024.1426488>
- Lagroteria, D., Azevedo, R. B. d., Gordo, M., Coelho, L. F. M., Röhe, F., Campista, D., Noronha, M., Lima, N. A. S., Spironello, W. R., Costa, E. R., Medeiros, A., Sobroza, T. V., Souza, L. L., Castro, P. H. G., & Jerusalinsky, L. (2025). Pied Tamarin Wildlife Refuge: first federal protected area for the Critically Endangered *Saguinus bicolor*. *Oryx*. <https://doi.org/10.1017/S0030605324001133>
- Laurance, W., Ana K.M., A., Schroth, G., Fearnside, P. M., Bergen, S., Venticinque, E., & DaCosta, C. (2002). Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of Biogeography* 29, 737–748. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2002.00721.x>
- Magris, R. A., & Pressey, R. L. (2018). Marine protected areas: Just for show? *Science*, 360(6390), 723-724. <https://doi.org/10.1126/science.aat6215>
- MapBiomass. (2022). *Brasil coverage* <https://brasil.mapbiomas.org/en/>
- Margules, C. R., & Pressey, R. L. (2000). Systematic conservation planning. *Nature*, 405(11 May 2000), 243- 253. <https://doi.org/10.1038/35012251>
- McIntosh, E. J., Pressey, R. L., Lloyd, S., Smith, R. J., & Grenyer, R. (2017). The Impact of Systematic Conservation Planning. *Annual Review of Environment*

- and Resources*, 42, 677–697. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102016-060902>
- MMA. (2023). *Áreas prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade 2ª Atualização*. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, DF. <<https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018>>
- Mittermeier, R. A., Reuter, K. E., Rylands, A. B., Ang, A., Jerusalinsky, L., Nash, S. D., Schwitzer, C., Ratsimbazafy, J. a., & Humle, T. (Eds.). (2024). *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2023–2025*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Re:wild.
- Moilanen, A., Kujala, H., & Leathwick, J. R. (2009). The Zonation framework and software for conservation prioritization. In A. Moilanen, K. A. Wilson, & H. P. Possingham (Eds.), *Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools* (pp. 196– 210). Oxford University Press.
- Naidoo, R., Balmford, A., Ferraro, P. J., Polasky, S., Ricketts, T. H., & Rouget, M. (2006). Integrating economic costs into conservation planning. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(12), 681–687. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2006.10.003>
- Nobre, A. D., Cuartas, L. A., Hodnett, M., Rennó, C. D., Rodrigues, G., Silveira, A., Waterloo, M., & Saleska, S. (2011). Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model *Journal of Hydrology*, 404(1-2), 13–29. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.03.051>
- Pavan, S. E., Jansa, S. A., & Voss, R. S. (2014). Molecular phylogeny of short-tailed opossums (Didelphidae: Monodelphis): Taxonomic implications and tests of evolutionary hypotheses. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 79, 199–214. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2014.05.029>
- Possingham, H., Ball, I., & Andelman, S. (2000). Mathematical Methods for Identifying Representative Reserve Networks. In S. Ferson & M. Burgman (Eds.), *Quantitative methods for conservation biology*. (pp. 291–305). Springer-Verlag.
- Pressey, R. L., Cabeza, M., Watts, M. E., Cowling, R. M., & Wilson, K. A. (2007). Conservation planning in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution* 22(11), 583– 592. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.10.001>
- Pressey, R. L., Cowling, R. M., & Rouget, M. (2003). Formulating conservation targets for biodiversity pattern and process in the Cape Floristic Region, South Africa. *Biological Conservation*, 112(1-2), 99–127. [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00424-X](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00424-X).
- Pressey, R. L., Watts, M. E., Barret, T. W., & Ridges, M. J. (2009). The C-Plan Conservation Planning System: origins, applications, and possible futures. In A. Moilanen, K. A. Wilson, & H. P. Possingham (Eds.), *Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools* (pp. 211– 234). Oxford University Press.
- Putz, F. E., & Redford, K. H. (2010). The Importance of Defining ‘Forest’: Tropical Forest Degradation, Deforestation, Long-term Phase Shifts, and Further Transitions. *Biotropica*, 42 (1), 10–20. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2009.00567.x>
- Ree, R. van der, Smith, D. J., & Grilo, C. (Eds.). (2015). *Handbook of Road Ecology*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118568170>.

- Röhe, F. (2006). *Área de contato entre as distribuições geográficas de Saguinus midas e Saguinus bicolor (Callitrichidae-Primates): a importância de interações e fatores ecológicos*. UFAM – Universidade Federal do Amazonas / Instituto Nacional de pesquisas da Amazônia (INPA)]. Manaus. <https://brasil.wcs.org/en-us/WCS-Brazil/Publications/categoryid/606.aspx>
- Santos, Y. L. F., Yanai, A. M., Ramos, C. J. P., Graça, P. M. L. A., Veiga, J. A. P., Correia, F. W. S., & Fearnside, P. M. (2022). Amazon deforestation and urban expansion: Simulating future growth in the Manaus Metropolitan Region, Brazil. *Journal of Environmental Management*, 304. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114279>
- Schiatti, J., Emilio, T., Rennó, C. D., Drucker, D. P., Costa, F. R. C., Nogueira, A., Baccaro, F. B., Figueiredo, F., Castilho, C. V., Kinupp, V., Guillaumet, J.-L., Garcia, A. R. M., Lima, A. P., & Magnusson, W. E. (2014). Vertical distance from drainage drives floristic composition changes in an Amazonian rainforest. *Plant Ecology & Diversity*, 7(1–2), 241–253. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.783642>
- Schwitzer, C., Mittermeier, R. A., Rylands, A. B., Chiozza, F., Williamson, E. A., Byler, D., Wich, S., Humle, T., Johnson, C., Mynott, H., & McCabe, G. (Eds.). (2019). *Primates in Peril: The World's 25 Most Endangered Primates 2018–2020*. IUCN SSC Primate Specialist Group, International Primatological Society, Global Wildlife Conservation, and Bristol Zoological Society. <https://www.globalwildlife.org/wp-content/uploads/2019/10/Primates-in-Peril-2018-2020.pdf>.
- SEDAC. (2020). *VIIRS Plus DMSP Change in Lights (VIIRS+DMSP dLIGHT)* <https://doi.org/10.7927/9ryj-6467>
- Soares-Filho, B., Alencar, A., Nepstad, D., Cerqueira, G., Diaz, M. D. C. V., Rivéro, S., Solórzano, L., & Voll, E. (2004). Simulating the response of land-cover changes to road paving and governance along a major Amazon highway: the Santarém–Cuiabá corridor. *Global Change Biology* 10, 745–764. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00769.x>
- Sobroza, T. V., Dunn, J. C., Gordo, M., & Barnett, A. A. (2024). Do pied tamarins increase scent-marking in response to urban noise? *Ethology Ecology & Evolution*, 36(2), 136-149. <https://doi.org/10.1080/03949370.2023.2248591>
- Sobroza, T. V., Gordo, M., Barnett, A. P., Boubli, J. P., & Spironello, W. R. (2021a). Parapatric pied and red-handed tamarin responses to congeneric and conspecific calls. *Acta Oecologica*, 110. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2020.103688>
- Sobroza, T. V., Gordo, M., Dunn, J. C., Pequeno, P. A. C. L., Naissinger, B. M., & Barnett, A. P. A. (2024). Pied tamarins change their vocal behavior in response to noise levels in the largest city in the Amazon. *American Journal of Primatology*, 86(5). <https://doi.org/10.1002/ajp.23606>
- Sobroza, T. V., Pequeno, P. A. C. L., Gordo, M., Kinap, N. M., Barnett, A. P. A., & Spironello, W. R. (2021b). Does co-occurrence drive vertical niche partitioning in parapatric tamarins (*Saguinus* spp.)?. *Austral Ecology*, 46(8), 1335-1342. <https://doi.org/10.1111/aec.13085>
- Souza, M. A. D. de, Scudeller, V. V., & Mendonça, M. S. de (2015). Three new species of *Eugenia* (Myrtaceae) from Brazilian Amazonia. *Phytotaxa*, 212(1), 87-94. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.212.1.4>
- Subirá, R. J. (1998). *Avaliação da situação atual das populações do sauí-de-coleira, Saguinus bicolor bicolor (Spix, 1823)*. Universidade de Brasília]. Brasília.

- Vidal, M. D., & Cintra, R. (2006). Effects of forest structure components on the occurrence, group size and density of groups of bare-face tamarin (*Saguinus bicolor* – Primates: Callitrichinae) in Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 36(2), 237 - 248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0044-59672006000200014>
- Vieira, I. C. G., Fernandes, D. A., Araújo, R., Freitas, M. A. B., & Brandão, F. (2024). Scaling up sociobioeconomy in the Amazon: Opportunities and risks. *One Earth*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2024.10.016>
- Wilkie, D. S., Bennett, E. L., Peres, C. A., & Cunningham, A. A. (2011). The empty forest revisited. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1223(1), 120-128. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05908.x>
- Wilson, K. A., Cabeza, M., & Klein, C. J. (2009). Fundamental concepts of spatial conservation prioritization. In A. Moilanen, K. A. Wilson, & H. P. Possingham (Eds.), *Spatial Conservation Prioritization: Quantitative Methods & Computational Tools* (pp. 16-27). Oxford University Press.
- Wittmann, F., Marques, M. C. M., Júnior, G. D., Budke, J. C., Piedade, M. T. F., Wittmann, A. d. O., Montero, J. C., Assis, R. L. d., Targhetta, N., Parolin, P., Junk, W. J., & Householder, J. E. (2017). The Brazilian freshwater wetlandscape: Changes in tree community diversity and composition on climatic and geographic gradients. *PLOS One*, 12(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175003>