



**SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS DE PROVISÃO NA ZONA DE AMORTECIMENTO DO PARQUE ESTADUAL
MATA DO PAU-FERRO, AREIA - PB, BRASIL: MAPEAMENTO E CONFLITOS ENTRE OFERTA E DEMANDA***

243

**PROVISIONING ECOSYSTEM SERVICES IN THE BUFFER ZONE OF THE
MATA DO PAU-FERRO STATE PARK, AREIA - PB, BRAZIL: MAPPING AND CONFLICTS BETWEEN SUPPLY AND DEMAND**

Jean Oliveira Campos

Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa (Brasil)

Departamento de Geociências

ORCID 0000-0002-2874-754X jean.oliveira@academico.ufpb.br

Eduardo Rodrigues Viana de Lima

Universidade Federal da Paraíba - João Pessoa (Brasil)

Departamento de Geociências

ORCID 0000-0003-1116-9090 eduvianalima@gmail.com

Diógenes Felix da Silva Costa

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Natal (Brasil)

Departamento de Geografia

ORCID 0000-0002-4210-7805 diogenes.costa@ufrn.br

RESUMO

As florestas naturais fornecem produtos para as populações situadas em seu entorno em todo o mundo. No Brasil, a Zona de Amortecimento do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro apresenta uma importante área prestadora de serviços ecossistêmicos, porém, tem enfrentado conflitos entre oferta e demanda. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo mapear os serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelos ecossistemas florestais da zona e identificar os conflitos que ocorrem. Para o mapeamento dos serviços e identificação dos conflitos, foi adotado o método da matriz, possibilitando o cruzamento entre dados de oferta e demanda. Enquanto resultados, verificou-se que as capacidades de oferta variam entre alta e não relevante, ao passo que a demanda varia entre alta e baixa. Observou-se conflito entre oferta e demanda em pelo menos três dos serviços: nutrição a partir de plantas e animais selvagens, e energia a partir de plantas selvagens. Verifica-se que, a agropecuária desenvolvida na região antes da criação da Unidade de Conservação levou à redução dos fragmentos e aumento da demanda por parte da população.

Palavras-chave: Mata Atlântica, Parque Estadual, serviços ecossistêmicos, conflitos.

ABSTRACT

Natural forests provide products to populations around them all over the world. In Brazil, the Buffer Zone of the Mata do Pau-Ferro State Park is an important area that offers ecosystem services, but it has faced conflicts between supply and demand. Given this, the present work aimed to map the provisioning ecosystem services provided by the forest ecosystems of the zone and identify the conflicts that occur. For the mapping of services and identification of conflicts, the matrix method was adopted, enabling the cross-referencing of supply and demand data. The results showed that supply capacity varies from high to not relevant, while demand varies between high and low. Conflict between supply and demand was observed in at least three services: nutrition from wild plants and animals, and energy from wild plants. It is clear that the agriculture and livestock farming that developed in the region before the creation of the Conservation Unit led to a reduction in fragments and an increase in demand from the population.

Keywords: Atlantic Forest, State Park, ecosystem services, conflicts.

* O texto deste artigo corresponde a uma comunicação apresentada no VI Congresso Internacional de Riscos, tendo sido submetido em 29-09-2023, sujeito a revisão por pares a 17-11-2023 e aceite para publicação em 13-02-2024. Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 32 (N.º Especial), 2025, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Os ecossistemas fornecem contribuições ao ser humano desde o seu surgimento na Terra, os chamados Serviços Ecossistêmicos (SEs). Com a expansão dos grupos humanos pelos continentes e o progressivo aumento da população, os ecossistemas passaram a ser intensamente explorados, em uma demanda crescente, que tem resultado na redução da oferta de serviços ecossistêmicos nas paisagens (Dworczyk e Burkhard, 2021; IPBES, 2019).

Os Serviços Ecossistêmicos são entendidos como os benefícios que as sociedades obtêm através da dinâmica dos ecossistemas (Costanza, 2020; Costanza et al., 1997, 2017; Daily, 1997). Os mesmos são classificados por meio de variados sistemas, dentre os quais, destaca-se a *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES), que distribui os serviços em três seções: regulação e manutenção, provisão e cultural (Czucz et al., 2020; Haines-Young; Potschin, 2018). O potencial de oferta de SEs se manifesta de forma variada na paisagem, particularmente em razão do estado de conservação dos ecossistemas e demanda por esses, uma vez que os padrões de distribuição da biodiversidade são influenciados pelas formas de usos e cobertura da terra e estrutura da paisagem. As florestas encontram-se entre os ecossistemas mais afetados, haja vista que constituem importante fonte de recursos naturais para as sociedades.

As florestas tropicais estão entre os ecossistemas de maior biodiversidade do planeta (MEA, 2005). Estas cobrem 31% da área continental do globo e metade dessa área distribui-se por cinco países, Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos e China, o que coloca esses países em evidência no tocante às políticas de proteção e manejo das áreas florestais, uma vez que tais áreas desempenham importantes funções ambientais e contribuem para o bem-estar humano (Costanza et al., 1997; FAO, 2020; Miura et al., 2015).

Os serviços de provisão das florestas incluem produtos florestais madeireiros como lenha e madeira para construção civil, e não madeireiros, a exemplo de fibras, folhas, frutos e raízes, acessados, principalmente por meio da coleta. Incluem também produtos de origem animal, tais como carne e ovos, que por sua parte, são obtidos por meio da caça (Gonçalves et al., 2021; Pastur et al., 2018). A maior parte dessas florestas encontra-se em domínio público, sob diversas categorias de áreas protegidas que permitem apenas uso indireto dos recursos naturais (FAO, 2020). Assim, apenas comunidades tradicionais, legalmente, têm suas atividades relacionadas a essas massas florestais a essas massas florestais, das quais obtêm (Ndayizeye et al., 2020; Palomo et al., 2013). Por outro lado, as porções florestais localizadas em propriedades privadas, mesmo

se apresentando em menores dimensões, fornecem produtos diretamente aos seus proprietários.

Os serviços ecossistêmicos de provisão referem-se aos produtos obtidos diretamente dos ecossistemas, que atuam na promoção do bem-estar humano, tais como alimentos, água, fibras e extratos (Lei Nº 14.119, de 13 de Janeiro de 2021, 2021; Groot et al., 2002; MEA, 2005; Zhai et al., 2021). Nos ecossistemas florestais, os produtos podem ser de origem vegetal, como frutas, cascas, raízes, resinas, óleos, madeira e lenha, e também de origem animal, a exemplo de carne, mel e ovos (Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012, 2012; FAO, 2020; Haines-Young e Potschin, 2013). Esses produtos são requisitados em diferentes quantidades e seus fluxos são influenciados pela distância entre as áreas de oferta e demanda, o que por sua vez, possibilita o emprego de diferentes representações cartográficas com fins de gestão e conservação dos ecossistemas.

No contexto dos serviços ecossistêmicos, os mapas configuram-se como produtos fundamentais, pois auxiliam na formulação de políticas voltadas à conservação e manutenção da oferta de serviços, ou mesmo recuperação de áreas degradadas, no intuito de recompor funções ecosistêmicas (Ala-Hulkko et al., 2019; Kruse e Petz, 2017). Ao mesmo tempo, também permitem localizar áreas fornecedoras, consumidores e conflitos entre as partes interessadas (Balvanera et al., 2001; Kandziora et al., 2013).

No Brasil, o Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, localizado no município de Areia, no estado da Paraíba, encontra-se situado em área de Mata Atlântica e em sua Zona de Amortecimento encontram-se assentadas diversas comunidades rurais que se utilizam dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelo ecossistema florestal, no entanto, ainda são escassos dados sobre oferta e demanda pelos produtos florestais neste espaço territorial (Campos et al., 2023; Marques et al., 2019; Santos et al., 2020). Dito isso, o presente trabalho teve como objetivos: mapear os serviços ecossistêmicos de provisão prestados pelos ecossistemas florestais da zona e identificar os conflitos entre oferta e demanda que ocorrem na Zona de Amortecimento do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, no estado da Paraíba, Brasil.

Área de estudo

O PE Mata do Pau-Ferro e sua Zona de Amortecimento estão situados no município de Areia, no estado da Paraíba, e constituem os espaços de investigação do presente estudo. O município está localizado no referido estado (fig. 1), assentado na borda úmida do Planalto da Borborema, em condição de Brejo de Altitude, o que possibilita a manutenção da formação florestal da Mata Atlântica (Arruda et al., 2022; Campos et al., 2023; Medeiros e Cestaro, 2019).

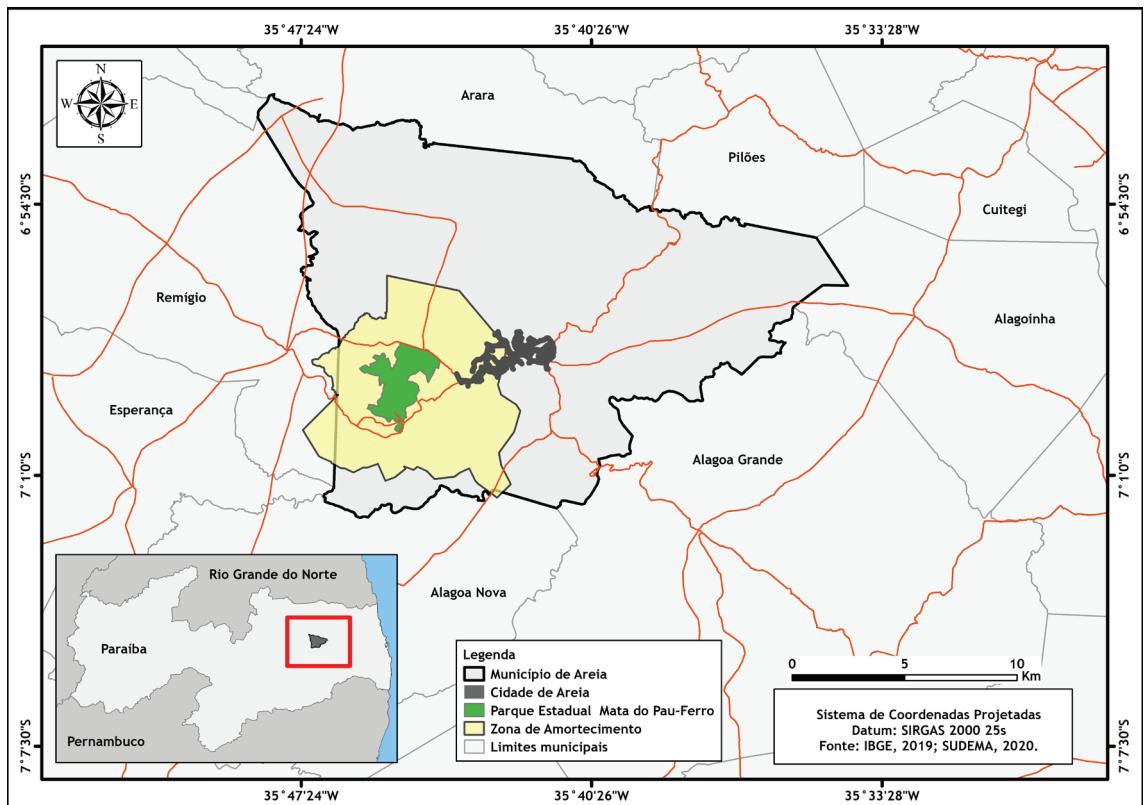


Fig. 1 - Localização da Zona de Amortecimento do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, na Paraíba/BR.

Fig. 1 - Location of the Buffer Zone of the Mata do Pau-Ferro State Park, in Paraíba/BR.

Sua Zona de Amortecimento compreende uma área de 5.404,11 ha, se estendendo até os municípios de Remígio e Alagoa Nova, e comportando diversas comunidades rurais em seu interior, onde se desenvolvem diversas atividades, como agricultura e pecuária (Santos *et al.*, 2020). O território que compõe Unidade de Conservação resulta da desapropriação de engenhos e pequenas propriedades, por parte do Governo do Estado da Paraíba, na década de 1930, para a construção da barragem Vaca Brava e proteção da sua rede de drenagem (Leite *et al.*, 2014; Lima e Campos, 2022).

Materiais

A listagem dos materiais e instrumentos utilizados, juntamente com os procedimentos metodológicos adotados é apresentada nas seções abaixo. Nas etapas desenvolvidas, foram utilizados os seguintes instrumentos e materiais:

- Polígono dos fragmentos florestais do PE Mata do Pau-Ferro e da Zona de Amortecimento obtidos em etapa anterior;
- Base cartográfica da Paraíba no formato *shapefile* adquiridas gratuitamente no Portal de Mapas do IBGE;
- Polígono no formato *shapefile* da Unidade de Conservação Parque Estadual Mata do

Pau-Ferro e de sua Zona de Amortecimento disponibilizado pela Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA); Questionário aprovado pelo Conselho de Ética da Universidade Federal da Paraíba para pesquisa com seres humanos;

- Softwares ArcGIS 10.2® e Microsoft Office Excel®.

Procedimentos metodológicos

Para o mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão foram adotados os procedimentos referentes ao método da matriz (Burkhard *et al.*, 2009). Assim, executou-se os procedimentos abaixo:

1. *Aquisição dos polígonos dos fragmentos florestais:* nesta etapa utilizaram-se os polígonos dos fragmentos florestais do PE Mata do Pau-Ferro e da Zona de Amortecimento elaborado em etapa anterior no presente estudo;
2. *Elaboração de questionário:* os serviços ecossistêmicos de provisão selecionados e classificados previamente foram listados da seguinte forma:
 - Nutrição a partir de plantas selvagens: compreende os produtos de origem vegetal obtidos a partir de plantas selvagens e utilizado na alimentação humana;

- Nutrição a partir de animais selvagens: compreende os produtos de origem animal obtidos a partir de animais selvagens e utilizados na alimentação humana;
 - Energia a partir de plantas selvagens: compreende os produtos de origem vegetal obtidos a partir de plantas selvagens e utilizados nas atividades humanas como fonte de energia;
 - Fibras e materiais a partir de plantas selvagens: compreende os produtos de origem vegetal obtidos a partir de plantas selvagens e utilizados na construção civil ou mesmo em fins medicinais;
 - A listagem, por sua vez, foi utilizada para a elaboração de um questionário semiestruturado contendo perguntas para caracterizar o público, identificar o nível de oferta e demanda pelos dos serviços ecossistêmicos, listar os produtos utilizados pelos moradores e as espécies animais e vegetais aos quais estão relacionados e vincular os fragmentos florestais à oferta e demanda.
3. *Aplicação dos questionários:* após a aprovação do projeto, que possui o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 42989721.2.0000.5188, foram realizados os trabalhos de campo para a aplicação dos instrumentos de coleta de dados. Na impossibilidade de aplicar questionários em todas as comunidades da Zona de Amortecimento, a área de aplicação foi restringida para 1 km no entorno do PE Mata do Pau-Ferro, dado que possuem maior relação com a área protegida do que as áreas situadas em até 3 km. Assim, entre os meses de junho e julho de 2021, foram aplicados 110 questionários em 9 comunidades, e a aplicação foi realizada de forma aleatória, não sendo definido um número mínimo ou máximo de aplicações para cada comunidade. Durante a aplicação foi utilizada uma imagem de satélite da área de estudo em cor verdadeira, impressa em *banner* (60 cm x 80 cm), na qual os fragmentos florestais foram destacados por classe de tamanho através de contornos com cores diferentes. Dessa forma, no momento da aplicação os moradores puderam indicar manualmente a qual ou quais classes de tamanho estão relacionadas às ofertas mencionadas nos questionários respondidos;
4. *Elaboração da matriz de serviços ecossistêmicos:* para produção da matriz dos serviços ecossistêmicos foi feito uso das informações de oferta e classe de tamanho a qual está vinculada, que por sua vez, foram recolhidas por meio dos questionários. A oferta foi determinada a partir da mediana das citações obtidas para as capacidades de oferta, posto que é uma das medidas mais indicadas para o trabalho com dados ordinais e mapeamento de serviços ecossistêmicos (Jamieson, 2004; Kopperoinen et

al., 2017; Miot, 2020; MMA, 2018). As capacidades de oferta, por sua parte, se apresentam da seguinte forma: (0) oferta não relevante, (1) capacidade de oferta muito baixa, (2) capacidade de oferta baixa, (3) capacidade de oferta média, (4) capacidade de oferta alta e (5) capacidade de oferta muito alta.

A definição das classes de tamanho dos fragmentos florestais a que estão associadas as capacidades de oferta, por outro lado, obedeceu à quantidade de citações. Nesses termos, a classe de tamanho mais citada foi associada à maior capacidade de oferta, em sequência, as classes menos citadas também foram vinculadas às menores capacidades de oferta. Por fim, a demanda para cada serviço foi estimada de modo similar à oferta, isto é, com o uso da mediana. Foi obtida uma demanda única para cada serviço abordado, utilizando as seguintes classes: (0) demanda não relevante, (1) demanda muito baixa, (2) demanda baixa, (3) demanda média, (4) demanda alta, e (5) demanda muito alta. Todos os procedimentos foram realizados no *Excel*;

5. *Listagem das espécies animais e vegetais:* para a listagem das espécies animais e vegetais relacionadas aos produtos, os nomes populares obtidos por meio dos questionários, juntamente com características descritas pelos moradores foram utilizados como forma de identificar os nomes científicos das espécies. Assim, foram realizadas buscas nas listas de espécies atualizadas nas fontes a seguir: Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO), Sociedade Brasileira de Mastozoologia (SMBz), Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH), Flora e Funga do Brasil, Inventário Florestal Nacional: Paraíba e Plano de Manejo do PE Mata do Pau-Ferro (E. F. Abreu *et al.*, 2021; Costa e Bérnuls, 2018; Pacheco *et al.*, 2021; REFLORA, 2021; Santos *et al.*, 2020; Segalla *et al.*, 2021; SFB, 2019). Além disso, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr) permitiu verificar os mapas de ocorrência das espécies e também os registros para o Brejo Paraibano, oportunizando maior precisão nas informações (SiBBr, 2021);
6. *Mapeamento das comunidades de moradores:* com as coordenadas geográficas coletadas nos questionários foi possível estimar a localização relativa das comunidades no entorno do PE Mata do Pau-Ferro, assim através do ArcGIS procedeu-se com o mapeamento das mesmas. As nomenclaturas adotadas correspondem aos nomes citados pelos moradores, também mencionados na literatura consultada;
7. *Mapeamento dos serviços ecossistêmicos:* com uso ArcGIS e tomando por base os polígonos dos fragmentos florestais do PE Mata do Pau-Ferro e da Zona de Amortecimento, bem como a matriz elaborada, foi

possível espacializar as capacidades de oferta dos serviços ecossistêmicos considerados. A nomenclatura das capacidades, assim como o esquema de cores seguiram a proposta de Burkhard *et al.* (2009) para o mapeamento de serviços ecossistêmicos;

8. *Tabulação de áreas:* a partir do mapeamento realizado, os dados foram tabulados com o uso do *Excel*, e então foram extraídos os percentuais cobertos pelas capacidades de oferta dos serviços ecossistêmicos, possibilitando, dessa forma, identificar a abrangência das mesmas. Um resumo do percurso metodológico é apresentado na fig. 2. O detalhamento dos dados coletados através dos questionários, dos mapeamentos e das tabulações é apresentado nas seções a seguir.

Resultados

No total, foram aplicados questionários com 110 participantes, distribuídos em 9 comunidades locais, situadas na Zona de Amortecimento do PE Mata do Pau-Ferro (fig. 3). Por ordem decrescente, a comunidade Gruta de Cobra concentra a maior parte dos questionários aplicados, registrando um percentual de 19,1%, enquanto o Assentamento Emanuel Joaquim detém o segundo maior percentual, com 17,3%, Chã do Jardim, Engenho Bujarí e Macacos, por sua vez, expõem 14,5%, 13,6% e 10%, respectivamente. Em conjunto, as comunidades citadas respondem por 74,5% das aplicações. As demais localidades, por outro lado, exibem percentuais abaixo de 10%, resultado do menor número de aplicações realizadas nesses espaços, são elas: Tapuio, Jardim, Pau-Ferro e Flores.

Como as comunidades-alvo foram selecionadas conforme a maior proximidade com o PE Mata do Pau-Ferro, existem aquelas que não foram consideradas no presente estudo. As comunidades não possuem limites definidos entre si, em razão disso, os moradores estabelecem início e fim das mesmas tomando como referência suas propriedades de terra, cercas e estradas (fig. 3). Além disso, em algumas comunidades foram verificadas divergências de nomes, a exemplo da comunidade Tapuio, onde moradores também apontaram Água Doce como sendo um dos nomes locais, nesse caso manteve-se o nome mais citado.

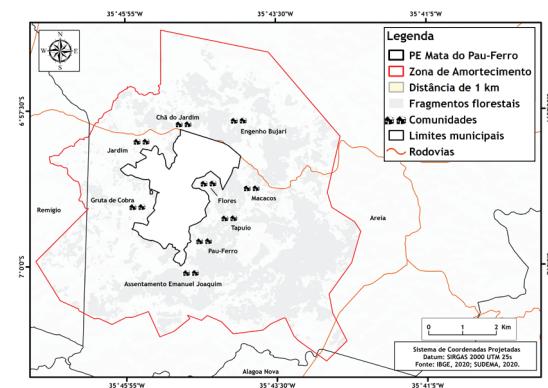


Fig. 3 - Distribuição das comunidades no entorno do PE Mata do Pau-Ferro.

Fig. 3 - Distribution of communities around the Mata do Pau-Ferro State Park.

As localidades com maiores percentuais apresentaram as melhores condições para aplicação: maior número de residências juntas e moradores dispostos a participar.

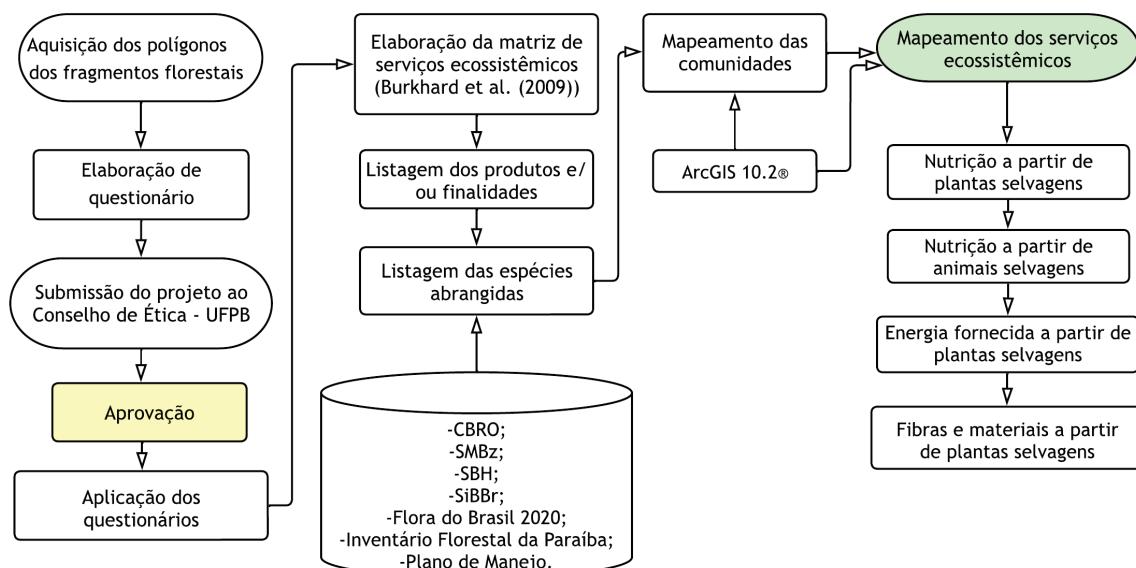


Fig. 2 - Etapas desenvolvidas no mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão.

Fig. 2 - Steps developed in mapping the ecosystem provisioning services.

No que diz respeito à distribuição dos participantes por sexo, 53,73% são do sexo masculino e 47,27% feminino.

Em termos de faixa etária, a maior parte do público participante insere-se em 55 anos ou mais, tendo em conta o percentual de 32%. O segundo maior percentual foi registrado para a classe de 45 a 55 anos, que abrange 29%, evidenciando que 61% dos respondentes possuem idade acima de 45 anos. Em ordem descrente dos percentuais aparecem as classes de 35 a 45 anos, 25 a 35 anos, e 18 a 25 anos, sendo a última a menos representativa.

Em termos de escolaridade, 6% dos participantes não possuem nenhum grau de instrução escolar, 64% apresentou ensino fundamental incompleto, enquanto apenas 9% chegou a completar. Segundo, 14% possui o ensino médio completo, ao passo que, 4% não chegou a se formar. Por fim, no ensino superior temos a seguinte conjuntura: 2% são graduados, e 1% ainda está cursando. O principal grau de escolaridade verificado entre os participantes refere-se ao ensino fundamental incompleto. Dado que o ensino fundamental, no Brasil, diz respeito às séries escolares que vão do 1º ao 9º ano, o grau observado aponta interrupção da trajetória escolar em determinada série nesse intervalo de tempo.

Por último, os dados coletados também mostram que a maior parcela dos participantes desenvolve atividades ligadas à agricultura, conforme é apontado pelo percentual de 97,27%. Esse contexto possibilita conhecimento empírico sobre a dinâmica dos ecossistemas, sobretudo em relação aos serviços ecossistêmicos. As outras profissões encontradas referem-se a guia de turismo, professor (a) e técnico (a) agrícola, e representam, cada uma delas, 0,97% do público considerado.

Os participantes que apresentaram profissão diferente de agricultor (a), desenvolvem suas atividades na cidade de Areia e residem na área rural. A partir das informações

exibidas, verifica-se que o público é diversificado, particularmente, em relação à comunidade residente, idade e grau de escolaridade. Tal contexto oportuniza variações nas respostas obtidas, retratando com maior efetividade a realidade investigada.

Serviços ecossistêmicos e capacidade de oferta

A capacidade de oferta dos serviços ecossistêmicos foi estimada com base na mediana das citações. Os percentuais das citações obtidas para as capacidades de oferta em cada um dos serviços ecossistêmicos são apresentados na fig. 4. Embora existam divergências, é possível verificar que em três dos quatro serviços abordados o consenso se pronuncia acima de 40%. Para nutrição, a partir de plantas selvagens, a capacidade de oferta média se mostra predominante, registrando 37,27% das citações, enquanto no serviço de nutrição a partir de animais selvagens a capacidade de oferta tornou-se mais evidente, expondo percentual de 45,45%.

A capacidade de oferta muito alta, por sua vez, se mostrou a mais expressiva para os serviços de energia, fibras e materiais, compreendendo 46,36% e 41,82%, respectivamente. Dessa forma, é possível observar que esses se situam entre os principais serviços de provisão com maior oferta, prestados pela vegetação florestal nativa. Dado que a mediana é utilizada como base para definir a oferta, as capacidades de oferta mais citadas não coincidem com as capacidades de oferta finais. Os serviços de nutrição e energia a partir de plantas selvagens apresentaram mediana de 3, mostrando uma capacidade de oferta média como principal classe de oferta. Antrição a partir de animais selvagens apresentou o valor 2 como mediana, indicando capacidade baixa, à medida que, o valor mediano 4 foi encontrado para o serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens, apontando uma capacidade de oferta alta.

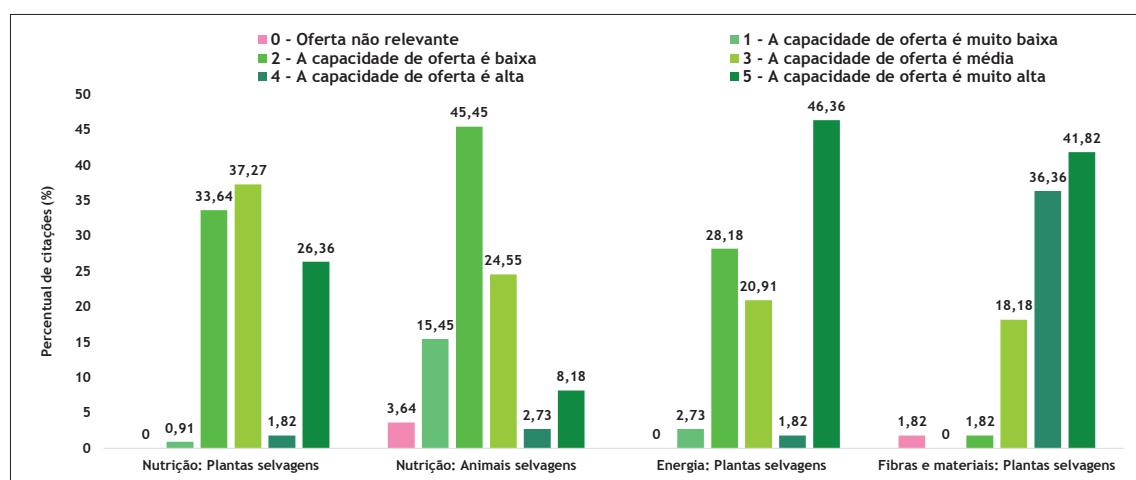


Fig. 4 - Percentual das citações obtidas para a capacidade de oferta em cada serviço.

Fig. 4 - Percentage of mentions obtained for the supply capacity in each service.

As classes de tamanho dos fragmentos florestais a que estão associadas às capacidades de oferta, foram definidas tomando como critério o maior número de citações. Assim, verificou-se que os fragmentos florestais grandes estão associados às maiores ofertas dos serviços em questão (fig. 5). Adicionalmente, no conjunto de informações coletadas foram registradas respostas que não apontaram a existência de oferta de serviços ecossistêmicos, por isso, também não indicaram classes de tamanho, do mesmo modo, ocorreram respostas que apontaram mais de uma classe de tamanho.

Em se tratando do serviço de nutrição a partir de plantas selvagens, todos os participantes afirmaram utilizar os produtos, além disso, 9 citaram duas classes de tamanho, gerando 119 citações, das quais 69,75% foram para o tamanho grande. Em sequência, na nutrição a partir de animais selvagens, 4 dos 110 participantes indicaram que não existe oferta do serviço, enquanto 4 marcaram duas classes, resultando em 110 citações, a classe de tamanho grande, por sua vez, apresentou percentual de 82,73%.

Seguindo, no âmbito do serviço de energia a partir de plantas selvagens, todos os participantes indicaram a existência do serviço, além disso, 10 citaram duas classes, somando 120 citações, sendo 80,83% destas para a classe de tamanho grande. Por último, no serviço de

fibras e materiais a partir de plantas selvagens, dos 110 participantes, apenas 2 afirmaram não reconhecer a existência do serviço, ao mesmo tempo, 9 relacionaram a oferta do mesmo com duas classes de tamanho, registrando 117 citações. Semelhante ao registrado nos demais serviços, a classe de fragmentos grandes se mostrou a mais expressiva, abrangendo o percentual de 69,23%.

A vinculação entre os fragmentos florestais e os serviços ecossistêmicos permitiu verificar como as classes de tamanho estão diretamente ligadas às ofertas dos serviços, além de fornecer as informações necessárias para o mapeamento. O tamanho dos fragmentos, os serviços e as capacidades de oferta são apresentados no TABELA I, onde também é possível constatar que os fragmentos grandes possuem o maior somatório, isto é, detêm as maiores capacidades para ofertar serviços.

O segundo maior somatório é observado para os fragmentos médios, que somam o valor 8, simultaneamente o menor somatório é evidenciado para os fragmentos pequenos, com valor 4. A nutrição a partir de animais selvagens é o único serviço que não apresentou oferta nos fragmentos pequenos, a classe também expõe capacidades baixas e muito baixas nos demais serviços, o que exerceu influência no somatório dos serviços.

TABELA I - Matriz dos serviços ecossistêmicos de provisão.

TABLE I - Matrix of ecosystem provisioning services.

	Serviços de Provisão Σ	NUTRIÇÃO: Plantas selvagens	NUTRIÇÃO: Animais selvagens	ENERGIA: Plantas selvagens	FIBRAS E MATERIAIS: Plantas selvagens
Fragmentos grandes	12	3	2	3	4
Fragmentos médios	8	2	1	2	3
Fragmentos pequenos	4	1	0	1	2

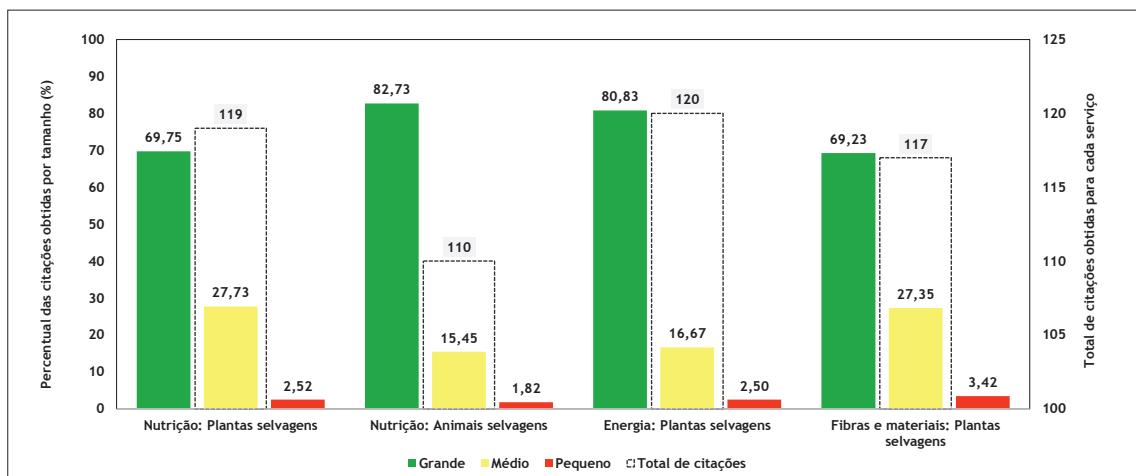


Fig. 5 - Percentual de citações obtidas por classe de tamanho dos fragmentos florestais.

Fig. 5 - Percentage of mentions obtained by class of forest fragment size.

Relação entre oferta e demanda

A demanda refere-se à requisição de determinado serviço ecossistêmico por parte dos moradores das comunidades locais, e semelhante à capacidade de oferta foi estimada tomando por base a mediana das citações obtidas. A fig. 6 contém a representação das demandas registradas para os serviços ecossistêmicos em foco. Para a nutrição a partir de plantas selvagens, foi verificada uma demanda baixa, assim como no serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens. Por outro lado, demandas maiores foram observadas nos demais serviços, na nutrição a partir de animais selvagens, por exemplo, registrou demanda média, ao passo que em energia a partir de plantas selvagens atestou-se demanda alta.

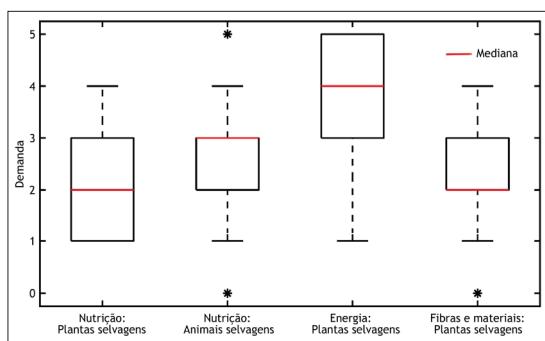


Fig. 6 - Demanda registrada para os serviços ecossistêmicos da Zona de Amortecimento.

Fig. 6 - Demand recorded for the ecosystem services of the Buffer Zone.

A demanda manifestada é única para as três classes de tamanho. Nesses termos, a mesma recai sobre todas as capacidades de oferta verificadas no serviço. As capacidades de oferta de cada serviço, levando em conta o tamanho dos fragmentos e a demanda averiguada,

estão representados na fig. 7. A comparação entre oferta e demanda possibilita compreender em quais serviços a oferta supre a demanda, e também onde a demanda supera a oferta, pronunciando um conflito.

No serviço de nutrição a partir de plantas selvagens ocorrem as capacidades de oferta média, baixa e muito baixa, e demanda baixa. O segundo serviço, nutrição a partir de animais selvagens, enumera oferta baixa e muito baixa. Seguindo, no âmbito da energia a partir de plantas selvagens, são encontradas as ofertas média, baixa e muito baixa, ao passo que a demanda se manifesta como alta, sendo ao mesmo tempo a maior demanda registrada. Mais uma vez, ocorre uma relação de incompatibilidade entre oferta e demanda. Por outro lado, no serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens não são identificadas incompatibilidades, pois a oferta vista mostra-se capaz de atender a demanda em todas as classes de tamanho. As ofertas listadas foram alta, média e baixa, na devida ordem, enquanto a demanda observada é baixa. Nesse sentido, nos fragmentos grandes e médios a oferta supera a demanda, ao passo que nos fragmentos pequenos, a relação entre oferta e demanda ocorre de forma equilibrada.

Diante do exposto, é assistido que em pelo menos três serviços ecossistêmicos, a demanda não é atendida, o que por sua vez repercute sobre os fluxos. A exceção assinalada para serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens demonstra a existência de condições que atuam na manutenção da oferta, tais como o maior número de espécies fornecedoras de produtos, evitando assim, que o serviço entre em declínio.

Serviços ecossistêmicos de nutrição a partir de plantas selvagens

No PE Mata do Pau-Ferro e em sua Zona de Amortecimento, o serviço ecossistêmico nutrição a partir de plantas selvagens refere-se ao fornecimento de produtos

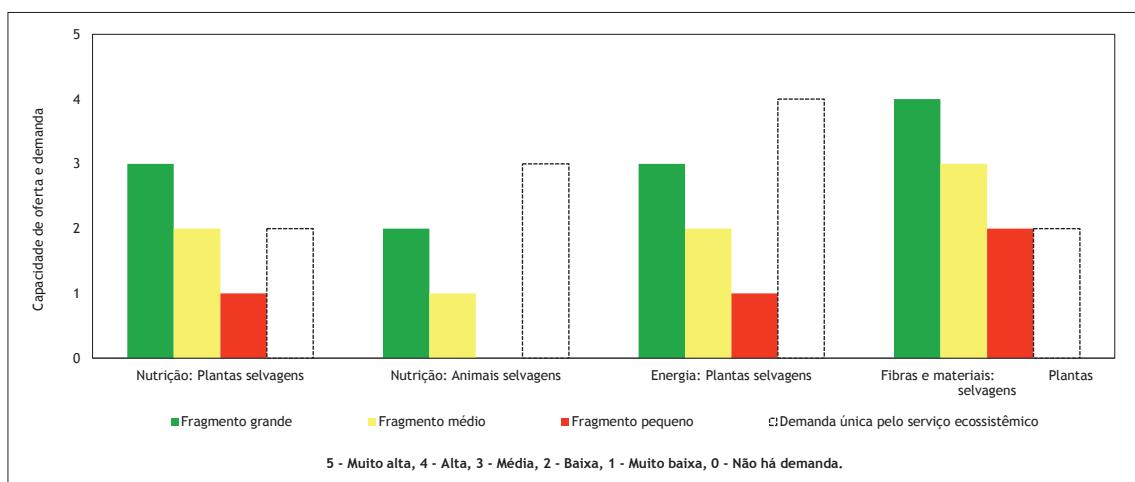


Fig. 7 - Comparativo entre oferta e demanda pelos serviços ecossistêmicos.

Fig. 7 - Comparison between supply and demand for ecosystem services.

florestais não madeireiros utilizados na alimentação humana, majoritariamente frutas e raízes, obtidos por meio da coleta nos fragmentos florestais. A TABELA II mostra as espécies e os produtos consumidos juntamente com o número de citações obtidas por meio dos participantes.

Os produtos florestais listados são fornecidos através de 18 espécies, que se encontram distribuídas em 15 famílias botânicas, com maior destaque para Arecaceae e Fabaceae, por agruparem maior número de espécies (Tabela II). Os frutos evidenciam-se como os produtos mais consumidos pelas comunidades, estando relacionados a 17 espécies, enquanto raízes, aparecem ligados a apenas uma, dessa forma, os frutos respondem pela maior parte das 907 citações contabilizadas. Por outro lado, enquanto as raízes podem ser fornecidas durante todo o ano, os frutos, em sua maior parte, são ofertados em meses específicos do referido período.

As plantas selvagens fornecedoras dos produtos podem tanto ser encontradas nos fragmentos florestais presentes na Zona de Amortecimento, como ao redor das residências, em vista que as comunidades buscam manter as espécies frutíferas à curta distância, no intuito de melhor aproveitar o fornecimento dos frutos.

Os maiores percentuais de citações são observados para jatobá (*H. courbaril* L.), que detém o percentual de 11,25%, pitomba (*T. esculenta* (Cambess.) Radlk.) com 10,47%, pindoba (*A. oleifera* Barb.Rodr.) e macaíba (*A. intumescens* Drude), que registram ao mesmo tempo 10,25% (Tabela II). Os números demonstram que tais espécies se encontram entre as mais populares no que concerne ao fornecimento de frutos, essa realidade pode

indicar que essas constituem as plantas frutíferas mais abundantes da área de estudo.

Em relação às espécies menos citadas, destaca-se mama-cachorro (*V. rufescens* A.Juss.), com percentual de 0,22%, camapú (*P. angulata* L.) e ameixa (*X. americana* L.), que apresentam 0,33%. O arranjo em questão denota que essas encontram-se entre as menos conhecidas pelas comunidades, ou mesmo menos consumidas. Como a estimativa da oferta obtida para o serviço, e não para os produtos individuais, é provável que a população de algumas espécies esteja em declínio, resultando em menor disponibilidade de produtos, e assim menor conhecimento por parte dos participantes.

O mapeamento das capacidades de oferta do serviço ecossistêmico de nutrição a partir de plantas selvagens na Zona de Amortecimento e no PE Mata do Pau-Ferro encontra-se expressado na fig. 8. Nesta, pode ser observado que as capacidades de oferta se apresentam em um gradiente que varia entre média e muito baixa. Essa variação, por sua parte, ocorre em função das classes de tamanho dos fragmentos florestais.

A capacidade de oferta média é a mais expressiva, somando um percentual de 60,04% da Zona de Amortecimento, e 98,13% do PE Mata do Pau-Ferro (TABELA III). Em segundo lugar, encontra-se a capacidade de oferta baixa, que registra os percentuais de 10,30%, e 1,87%, respectivamente. Diferente das demais, a capacidade de oferta muito baixa é encontrada apenas na Zona de Amortecimento, onde ocupa 623,43 hectares, que representa 29,66% da mesma, área maior que a totalidade da área protegida.

TABELA II - Lista de espécies do serviço de nutrição a partir de plantas selvagens.

TABLE II - List of species used in the nutrition service from wild plants.

Espécie	Família	Nome popular	Produto	Citações	%
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Alstroemeriaceae	Cara-do-mato	Raiz	62	6,84
<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae	Cajá	Fruto	89	9,81
<i>Annona montana</i> Macfad.	Annonaceae	Araticum	Fruto	7	0,77
<i>Acrocomia intumescens</i> Drude	Arecaceae	Macaíba	Fruto	93	10,25
<i>Attalea oleifera</i> Barb.Rodr.		Pindoba	Fruto	93	10,25
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick		Coco-do-catolé	Fruto	79	8,71
<i>Bromelia karatas</i> L.	Bromeliaceae	Banana-de-raposa	Fruto	16	1,76
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Oiti	Fruto	6	0,66
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Fabaceae	Jatobá	Fruto	102	11,25
<i>Inga ingoides</i> (Rich.) Willd.		Ingá	Fruto	59	6,50
<i>Vitex rufescens</i> A.Juss.	Lamiaceae	Mama-cachorro	Fruto	2	0,22
<i>Psidium guineense</i> Sw.	Myrtaceae	Araçá	Fruto	81	8,93
<i>Ximenia americana</i> L.	Olacaceae	Ameixa	Fruto	3	0,33
<i>Passiflora alata</i> Curtis	Passifloraceae	Maracujá-açu	Fruto	38	4,19
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	Juá	Fruto	4	0,44
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo	Fruto	75	8,27
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	Pitomba	Fruto	95	10,47
<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	Camapú	Fruto	3	0,33
Total	15	-	2	907	100

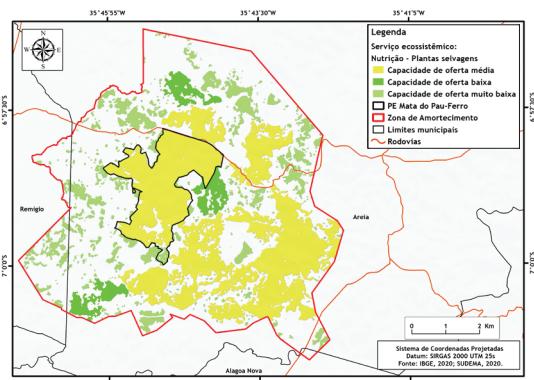


Fig. 8 - Espacialização da oferta do serviço de nutrição a partir de plantas selvagens.

Fig. 8 - Spatialization of the supply of the nutrition service based on wild plants.

A capacidade de oferta média distribui-se majoritariamente na porção leste da Zona de Amortecimento e no PE Mata do Pau-Ferro, enquanto a oferta baixa possui três manchas que se situam a norte, sul e leste. As manchas de oferta muito baixa, embora ocupem o menor percentual, encontram-se posicionadas em toda a área, em virtude disso, certamente constituem a capacidade de oferta mais próxima das residências dos moradores.

TABELA III - Áreas das capacidades de oferta do serviço de nutrição a partir de plantas selvagens.

TABLE III - Areas of supply capacity for the nutrition service based on wild plants.

Oferta de plantas selvagens	Área (ha)	%
Zona de Amortecimento		
Capacidade de oferta média	1262,25	60,04
Capacidade de oferta baixa	216,52	10,30
Capacidade de oferta muito baixa	623,43	29,66
Área total	2102,20	100
PE Mata do Pau-Ferro		
Capacidade de oferta média	555,07	98,13
Capacidade de oferta muito baixa	10,60	1,87
Área total	565,67	100

Serviços ecossistêmicos de nutrição a partir de animais selvagens

O serviço ecossistêmico de nutrição a partir de animais selvagens diz respeito aos produtos de origem animal utilizados na alimentação humana, que são fornecidos a partir de animais selvagens que habitam os fragmentos florestais. Esses produtos geralmente são acessados através da caça e da coleta, na primeira ocorre o uso de espingardas, armadilhas manuais e cães domésticos, enquanto na segunda não há o uso de artefatos, apenas recipientes para o armazenamento. A TABELA IV lista as espécies fornecedoras de produtos animais.

TABELA IV - Lista das espécies do serviço de nutrição a partir de animais selvagens.

TABLE IV - List of species used in the nutrition service based on wild animals.

Espécie	Família	Nome popular	Produto	Citações	%
Mamíferos					
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	Canidae	Raposa	Carne	5	0,69
<i>Cavia aperea</i> Erxleben, 1777	Caviidae	Preá	Carne	73	10,12
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	Chlamyphoridae	Tatu-peba	Carne	81	11,23
<i>Cerradomys subflavus</i> (Wagner, 1842)	Cricetidae	Rato-de-cana	Carne	22	3,05
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	Dasypodidae	Tatu-verdeadeiro	Carne	75	10,40
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	Didelphidae	Timbu	Carne	35	4,85
<i>Leopardus emiliae</i> (Thomas, 1914)	Felidae	Gato-maracajá	Carne	27	3,74
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)		Gato-vermelho	Carne	10	1,39
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	Leporidae	Coelho-do-mato	Carne	22	3,05
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	Mustelidae	Papa-mel	Carne	9	1,25
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	Myrmecophagidae	Tamanduá-mirim	Carne	29	4,02
<i>Procyon cancrivorus</i> Cuvier, 1798	Procyonidae	Guaxinim	Carne	9	1,25
Répteis					
<i>Iguana iguana</i> (Linnaeus, 1758)	Iguanidae	Camaleão	Carne	34	4,72
<i>Salvator merianae</i> Duméril e Bibron, 1839	Teiidae	Teju / Teiú	Carne	75	10,40
Anfíbios					
<i>Leptodactylus vastus</i> Lutz, 1930	Leptodactylidae	Gia	Carne	8	1,11
Aves					
<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	Ardeidae	Socó-boi	Carne	2	0,28
<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)		Garça	Carne	2	0,28
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	Columbidae	Rolinha-rosa	Carne	65	9,02
<i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855		Juruti	Carne	32	4,44
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)		Ribaça	Carne	8	1,11
<i>Ornithodoros guttata</i> (Spix, 1825)	Cracidae	Aracuã	Carne	18	2,50
<i>Dendrocygna viduata</i> (Linnaeus, 1766)	Dendrocygninae	Marreca-piadeira	Carne e ovos	11	1,53
<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	Podicipedidae	Mergulhão	Carne	2	0,28
<i>Gallinula galeata</i> (Lichtenstein, 1818)	Rallidae	Galinha-d'água	Carne	14	1,94
<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)		Saracura-sanã	Carne e ovos	8	1,11
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	Tinamidae	Inambu-chororó	Carne	45	6,24
Total	21	-	2	721	100

Os produtos animais em tela são oriundos de 26 espécies, sendo 12 mamíferos, 2 répteis, 1 anfíbio e 11 aves, que estão distribuídas em 21 famílias, com maior destaque para Ardeidae, Columbidae, Felidae e Rallidae por apresentem mais de uma espécie (Tabela IV). A carne é obtida a partir de todas as espécies listadas, conforme sinaliza as 721 citações registradas, contudo, ovos são fornecidos por apenas duas espécies, marreca-piadeira (*D. viduata* (Linnaeus, 1766)) e saracura-sanã (*P. nigricans* (Vieillot, 1819)).

Em termos percentuais, as espécies tatu-peba (*E. sexcinctus* (Linnaeus, 1758)), tatu-verdadeiro (*D. novemcinctus* Linnaeus, 1758), teju ou teiú (*S. merianae* Duméril e Bibron, 1839), preá (*C. aperea* Erxleben, 1777) e rolinha-rosa (*C. talpacoti* (Temminck, 1810)) respondem por mais de 50% das citações, revelando-se como as mais citadas (Tabela IV). Em contraste, garça (*E. thula* (Molina, 1782)), mergulhão (*T. dominicus* (Linnaeus, 1766)) e socó-boi (*T. lineatum* (Boddaert, 1783)) somam o percentual de 0,84%, em virtude do menor número de citações.

Os números contabilizados podem ter relação direta com a abundância de indivíduos na área, indicar as espécies fornecedoras das carnes mais consumidas ou pontuar as espécies mais facilmente acessadas por meio da caça. No que se refere à oferta do serviço ecossistêmico, foram registradas áreas de oferta baixa e oferta não relevante (fig. 9). Como os fragmentos grandes apresentaram oferta baixa, nos fragmentos pequenos manifestou-se oferta não relevante, demonstrando que a classe de tamanho se encontra comprometida em conteúdo de oferta.

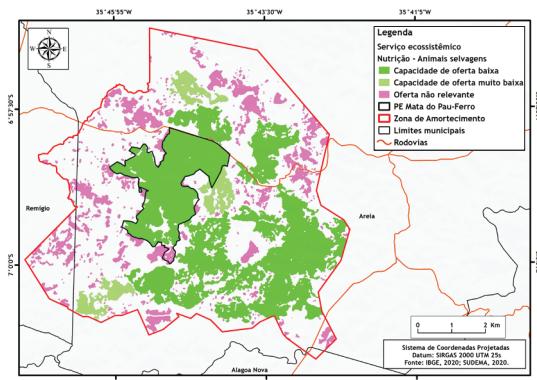


Fig. 9 - Espacialização da oferta do serviço de nutrição a partir de animais selvagens.

Fig. 9 - Spatialization of the supply of the nutrition service based on wild animals.

No que diz respeito às proporções de área, a capacidade de oferta baixa, relacionada aos maiores fragmentos, totaliza 60,04% da Zona de Amortecimento e 98,13% do PE Mata do Pau-Ferro (TABELA V). Na sequência, a classe de

oferta muito baixa ocupa 10,30% da primeira área, não observada no Parque. A área de oferta não relevante, por sua vez, abrange 29,66% da Zona de Amortecimento e 1,87% da área protegida e cobre uma área total 634,03 hectares.

Analizando o mapeamento das capacidades de oferta na Zona de Amortecimento e no Parque, percebe-se que a área de oferta baixa se concentra em sua maioria na porção leste, ao passo que a capacidade de oferta muito baixa possui manchas representantes a norte, sul e leste. Por outro lado, a oferta não relevante encontra maior distribuição e simultaneamente detém o maior número de manchas em relação às demais capacidades de oferta.

TABELA V - Áreas das capacidades de oferta do serviço de nutrição a partir de animais selvagens.

TABLE V - Areas of supply capacity for the nutrition service based on wild animals.

Nutrição: Animais selvagens	Área	%
Zona de Amortecimento		
Capacidade de oferta baixa	1262,25	60,04
Capacidade de oferta muito baixa	216,52	10,30
Oferta não relevante	623,43	29,66
Área total	2102,20	100
PE Mata do Pau-Ferro		
A capacidade de oferta baixa	555,07	98,13
Oferta não relevante	10,60	1,87
Área total	565,67	100

Tendo em conta que as citações exprimem o conhecimento dos participantes, o cenário manifestado pode indicar a diminuição das populações animais nesses fragmentos, particularmente em função da maior vulnerabilidade aos efeitos de borda e também maior suscetibilidade à caça e à predação. Acrescentando-se a isso, o fator isolamento promovido pelas distâncias entre as manchas, em conjunto com as pastagens também atuam negativamente na dinâmica de populações e comunidades, contribuindo para o declínio das mesmas, uma vez impedindo a circulação e, com isso, a recomposição dos números populacionais. Dessa forma, o cenário encontrado pode resultar de uma série de perturbações ecológicas advindas das atividades humanas na paisagem considerada.

Serviços ecossistêmicos de energia fornecida a partir de plantas selvagens

Este serviço ecossistêmico envolve produtos florestais madeireiros originados da vegetação lenhosa para fornecimento de energia: lenha e carvão vegetal, ambos empregados no uso doméstico, sobretudo para o cozimento de alimentos. A lenha é extraída de espécies vegetais específicas, por meio da derrubada com uso de foices e machados, e transportada até as residências, com ou sem auxílio de carroças.

O carvão, no entanto, é produzido a partir do processo de carbonização da madeira a partir de técnicas de carvoaria, e após o produto passa a ser aplicado nas atividades domésticas. A TABELA VI apresenta os produtos florestais madeireiros obtidos a partir da vegetação florestal nativa e as referidas espécies.

254

O serviço envolve 26 espécies vegetais que, por sua parte, se agrupam em 16 famílias botânicas, com ênfase para Fabaceae, por apresentar o maior número de espécies (TABELA VI). Em matéria de produtos fornecidos, a lenha recebe destaque por ser extraída em todas as espécies listadas, ao contrário do carvão, ligado somente oito delas. Nesse sentido, do ponto de vista da provisão, o carvão mostra-se o produto mais vulnerável à interrupção da oferta, haja vista que o fornecimento de madeira depende de espécies específicas, que foram citadas em menor número e que podem vir a ter suas populações reduzidas em longo ou médio prazo. Os maiores percentuais foram expostos para as espécies murici (*B. sericea* DC.), sucupira (*B. virginiloides* Kunth), estraladeira (*A. puberulus* (Cambess.) Radlk.), pororoca (*C. paralicola* G. Mariz) e camunzé (*A. polyccephala* (Benth.) Killip ex Record), sendo duas relacionadas à produção de carvão (Tabela VI). A relevância notada para essas espécies indica que as mesmas estão entre as mais conhecidas pelos participantes, e mais comumente empregadas nas atividades domésticas.

Em oposição, os menores percentuais foram exibidos por juá (*Z. joazeiro* Mart.), gameleira (*F. calyptrocera* (Miq.) Miq.), jurema-branca (*P. stipulacea* (Benth.) Ducke), oiti (*L. tomentosa* (Benth.) Fritsch) e amescla

(*P. heptaphyllum* (Aubl.) Marchand), que registraram ao mesmo tempo 0,19%, referente a uma citação. Embora tenham recebido menor número de citações, essas espécies podem estar entre as mais utilizadas, considerando os diferentes grupos familiares que estão distribuídos na área de estudo, e que não foram analisados na amostragem realizada. O serviço ecossistêmico de fornecimento de energia a partir de plantas selvagens apresenta capacidades de oferta que variam de média a muito baixa, conforme a fig. 10. A maior capacidade identificada refere-se à oferta média, enquanto a menor encontrada está ligada à oferta muito baixa. Semelhante aos demais serviços, a distribuição das capacidades de oferta obedece à disposição das classes de tamanho dos fragmentos florestais.

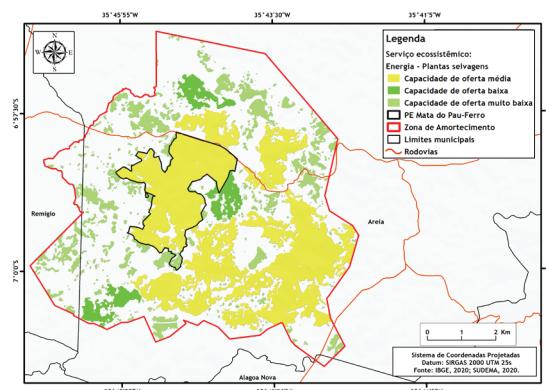


Fig.10 - Espacialização da oferta do serviço de energia a partir de plantas selvagens.

Fig. 10 - Spatialization of the supply of the energy service based on wild plants.

TABELA VI - Lista de espécies do serviço de energia a partir de plantas selvagens.

TABLE VI - List of species used in the energy service based on wild plants.

Espécie	Família	Nome Popular	Produto	Citações	%
<i>Myracrodrun urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	Aroeira	Lenha	4	0,75
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae	Semente de embira	Lenha	2	0,37
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Araliaceae	Samabaquim	Lenha	2	0,37
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Amescla	Lenha	1	0,19
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Oiti	Lenha	1	0,19
<i>Clusia paralicola</i> G. Mariz	Clusiaceae	Pororoca	Lenha e carvão	54	10,09
<i>Hymenaea courbaril</i> L.		Jatobá	Lenha	35	6,54
<i>Albizia polyccephala</i> (Benth.) Killip ex Record	Fabaceae	Camunzé	Lenha	51	9,53
<i>Bowdichia virginiloides</i> Kunth		Sucupira	Lenha	79	14,77
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		Angico	Lenha e carvão	7	1,31
<i>Piptadenia viridiflora</i> (Kunth) Benth.		Amorosa	Lenha	3	0,56
<i>Machaerium aculeatum</i> Raddi		Espinheiro-rei	Lenha	6	1,12
<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Ducke		Jurema-branca	Lenha e carvão	1	0,19
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.		Jurema-preta	Lenha e carvão	2	0,37
<i>Byrsinima sericea</i> DC.	Malpighiaceae	Murici	Lenha e carvão	84	15,70
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Moraceae	Quiri	Lenha	49	9,16
<i>Ficus calyptrocera</i> (Miq.) Miq.		Gameleira	Lenha	1	0,19
<i>Campomanesia aromatica</i> (Aubl.) Griseb.	Myrtaceae	Guabiraba	Lenha	4	0,75
<i>Eugenia candolleana</i> DC.		Purpuna	Lenha	8	1,50
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	João-mole	Lenha	16	2,99
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	Juá	Lenha e carvão	1	0,19
<i>Genipa americana</i> L.	Rubiaceae	Jenipapo	Lenha	3	0,56
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	Limãozinho	Lenha e carvão	20	3,74
<i>Talisia esculenta</i> (Cambess.) Radlk.	Sapindaceae	Pitomba	Lenha e carvão	25	4,67
<i>Allophylus puberulus</i> (Cambess.) Radlk.		Estraladeira	Lenha	56	10,47
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	Embaúba	Lenha	20	3,74
Total		16	-	535	100

A capacidade de oferta média ocupa 60,04% da Zona de Amortecimento e 90,13% do PE Mata do Pau-Ferro, somando uma área de 1.817,3 hectares (TABELA VII). Em sequência, a capacidade de oferta baixa manifesta-se em 10,30% da Zona de Amortecimento, não sendo observada para a área do Parque. Por último, a oferta muito baixa ocorre em ambas as áreas, ocupando 29,66 e 1,87%, na devida ordem. O contexto retratado indica que a oferta nos fragmentos florestais poderá cessar no futuro caso o processo de fragmentação seja intensificado, pois mesmo para fragmentos de tamanho médio, a oferta se revelou baixa.

TABELA VII - Áreas das capacidades de oferta do serviço de energia a partir plantas selvagens.

TABLE VII - Areas of supply capacity for the energy service based on wild plants.

Energia: Plantas selvagens	Área	%
Zona de Amortecimento		
Capacidade de oferta média	1262,25	60,04
Capacidade de oferta baixa	216,52	10,30
Capacidade de oferta muito baixa	623,43	29,66
Área total	2102,20	100
PE Mata do Pau-Ferro		
Capacidade de oferta média	555,07	98,13
Capacidade de oferta muito baixa	10,60	1,87
Área total	565,67	100

A disposição espacial das capacidades de oferta do serviço ecossistêmicos se materializam da seguinte forma, a oferta média é mais expressiva na porção leste da Zona de Amortecimento e na maior parte do PE Mata do Pau-Ferro. A oferta baixa, em sua vez, distribui-se em três manchas que estão posicionadas a norte, sul e leste da primeira área, a área de oferta muito baixa, por outro lado, distribui-se em variadas direções na referida Zona. Como mencionado, em função de estarem relacionadas aos tamanhos dos fragmentos florestais, as capacidades de oferta podem ser reduzidas no futuro caso os efeitos da fragmentação continuem na área de estudo. Nesse cenário, as áreas que atualmente apresentam oferta média podem vir a exibir oferta muito baixa ou mesmo não relevante.

Serviços ecossistêmicos de fibras e materiais a partir de plantas selvagens

O serviço ecossistêmico de fibras e materiais, a partir de plantas selvagens, compreende na área de estudo, produtos florestais madeireiros e não madeireiros, utilizados em fins medicinais e também na construção civil, notadamente na produção de linhas, ripas, caibros e estacas. Para o uso medicinal, com uso de facas e enxadas são retiradas ou coletadas partes específicas das plantas, como raízes, cascas, folhas, frutos e sementes.

No âmbito da construção civil, a madeira é extraída com manuseio de machados e foices, e transportada para as residências com ou sem auxílio de carroças de tração

animal. Nas residências, são utilizadas na elaboração de cercados visando a criação de animais, e caibros e ripas, destinados à montagem de telhados. A TABELA VIII indica as espécies vegetais consideradas no serviço, separadas por aplicações ou finalidades.

No montante, foram registradas 52 espécies que se distribuem em 30 famílias, com maior visibilidade para Fabaceae, Bignoniaceae e Arecaceae, devido ao número de espécies (TABELA VIII). Em relação aos produtos, quatro são madeireiros e cinco não madeireiros, no primeiro grupo de produtos, a casca evidencia-se como produto ligado ao maior número de espécies, à medida que no segundo grupo a estaca torna-se o mais proeminente. Ademais, mesmo não estando situado entre os mais citados, os caibros constituem o produto mais comumente empregado na construção de telhados e outras estruturas ligadas às moradias (fot. 1).



Fot. 1 - Caibros de cabootá (*Cupania impressinervia*) e praíba (*Simarouba amara*) em residência rural na Zona de Amortecimento

(Fotografia de Jean Oliveira Campos, tirada em 06/07/2021). **Photo 1 - Rafters made from cabootá (*Cupania impressinervia*) and praíba (*Simarouba amara*) trees in a rural residence in the Buffer Zone (Photography by Jean Oliveira Campos, taken on 06/07/2021).**

Os produtos madeireiros se apresentam como os mais vulneráveis, posto que, sua provisão pode implicar na morte direta dos indivíduos selecionados para a retirada da madeira, o mesmo quadro pode se processar para os produtos não madeireiros, principalmente, devido à retirada das cascas e raízes, sem técnicas adequadas.

Conforme as informações expostas, jatobá (*H. courbaril* L.), cabootá (*C. impressinervia* Acev.-Rodr.), jenipapo bravo (*T. formosa* (Cham. e Schltdl.) K.Schum.), aroeiro (*M. urundeuva* Allemão) e sabiá (*M. caesalpiniifolia* Benth.) pronunciam os maiores percentuais de citação, com proeminência do primeiro que é responsável por 11,01% das citações (TABELA VIII). Em relação às plantas menos citadas, recebe destaque a favela (*C. quercifolius* Pohl), que representa 0,11% das citações, e está associada ao fornecimento de casca.

O serviço ecossistêmico de fibras e materiais a partir de plantas selvagens se sobressai dos demais serviços assistidos por declarar as mais relevantes capacidades

TABELA VIII - Lista das espécies do serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens.
TABLE VIII - List of species used in the fibres and materials service based on wild plants.

Espécie	Família	Nome popular	Produto	Citações	%
Uso medicinal					
<i>Myracrodroon urundeuva</i> Allemão	Anacardiaceae	Aroeira	Casca	58	6,39
<i>Xylopia frutescens</i> Aubl.	Annonaceae	Semente de embira	Casca	6	0,66
<i>Acromania intumescens</i> Drude	Arecaceae	Macaíba	Raiz	2	0,22
<i>Syagrus cearensis</i> Noblick		Coco-do-catolé	Raiz	13	1,43
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	Pau d' Arco roxo	Casca	3	0,33
<i>Bixa orellana</i> L.	Bixaceae	Açafrão	Fruto	2	0,22
<i>Bromelia karatas</i> L.	Bromeliaceae	Banana-de-raposa	Fruto	2	0,22
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	Burseraceae	Amescla	Casca	16	1,76
<i>Licania tomentosa</i> (Benth.) Fritsch	Chrysobalanaceae	Oiti	Casca e fruto	2	0,22
<i>Operculina macrocarpa</i> (L.) Urb.	Convolvulaceae	Batata-de-pulga	Raiz	3	0,33
<i>Croton echoioides</i> Baill.		Canela de velho	Folha e raiz	36	3,96
<i>Cnidoscolus quercifolius</i> Pohl	Euphorbiaceae	Favela	Casca	1	0,11
<i>Cnidoscolus urens</i> (L.) Arthur		Urtiga-branca	Raiz	4	0,44
<i>Hymenaea courbaril</i> L.		Jatobá	Casca e fruto	100	11,01
<i>Albizia polycyphala</i> (Benth.) Killip ex Record	Fabaceae	Camunzé	Casca	4	0,44
<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth		Sucupira	Casca e semente	28	3,08
<i>Anadenanthera colubrina</i> (Vell.) Brenan		Angico	Casca	53	5,84
<i>Erythrina velutina</i> Willd.		Mulungu	Casca	2	0,22
<i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville		Barbatimão	Casca	3	0,33
<i>Libidibia ferrea</i> (Mart. ex Tul.) L.P.Queiroz		Jucá	Casca	2	0,22
<i>Eschweileria ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Lecythidaceae	Embiriba	Casca	2	0,22
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Meliaceae	Cedro	Casca	5	0,55
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D.Don ex Steud.	Moraceae	Tatájuba	Casca	2	0,22
<i>Dorstenia cayapá</i> Vell.		Contra-erva	Raiz e folha	2	0,22
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Myrtaceae	Pitanga	Folha e fruto	2	0,22
<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	Nyctaginaceae	João-mole	Casca	2	0,22
<i>Boerhavia diffusa</i> L.		Pega-pinto	Raiz e folhas	3	0,33
<i>Passiflora cincinnata</i> Mast.	Passifloraceae	Maracujá-mochila	Fruto	2	0,22
<i>Passiflora alata</i> Curtis		Maracujá-acú	Fruto	5	0,55
<i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	Rhamnaceae	Juá	Casca	3	0,33
<i>Tocoyena formosa</i> (Cham. e Schltl.) K.Schum.	Rubiaceae	Jenipapo bravo	Casca	59	6,50
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G.Mey.		Vassoura-de-botão	Raiz e folha	2	0,22
<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. e Schult.) T.D.Penn.	Sapotaceae	Quixaba	Casca e folha	6	0,66
<i>Physalis angulata</i> L.	Solanaceae	Camapú	Fruto e folha	4	0,44
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	Embaúba	Casca	9	0,99
<i>Pombalia calceolaria</i> (L.) Paula-Souza	Violaceae	Papaconha	Raiz	7	0,77
Construção civil					
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	Cupiuba	Caibro e estaca	55	6,06
<i>Himatanthus phagedaeicus</i> (Mart.) Woodson	Apocynaceae	Largatero	Caibro e estaca	50	5,51
<i>Acromania intumescens</i> Drude	Arecaceae	Macaíba	Ripa e estaca	43	4,74
<i>Verbesina macrophylla</i> (Cass.) S.F.Blake	Asteraceae	Camará	Caibro e estaca	2	0,22
<i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos	Bignoniaceae	Pau d' Arco roxo	Estaca	20	2,20
<i>Handroanthus serratifolius</i> (Vahl) S.Grose		Pau d' Arco Amarello	Estaca	5	0,55
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz e Pav.) Cham.	Boraginaceae	Frei-jorge	Estaca	20	2,20
<i>Erythroxylum pauperissimum</i> Plowman	Erythroxylaceae	Guarda-orvalho	Estaca	19	2,09
<i>Mimosa caesalpiniifolia</i> Benth.		Sabiá	Caibro e estaca	57	6,28
<i>Pterogyne nitens</i> Tul.	Fabaceae	Madeira-nova	Estaca	4	0,44
<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud.		Mororó	Caibro e estaca	2	0,22
<i>Clitoria fairchildiana</i> R.A.Howard	Lauraceae	Sombreiro	Caibro e estaca	3	0,33
<i>Ocotea glomerata</i> (Nees) Mez		Loro-preto	Caibro e estaca	33	3,63
<i>Eschweileria ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Lecythidaceae	Embiriba	Estaca	42	4,63
<i>Cupania impressinervia</i> Acev.-Rodr.	Sapindaceae	Caboatá	Caibro, linha e estaca	76	8,37
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	Simarouba	Caibro e estaca	22	2,42
Total	30	-	9	908	100

de oferta (fig. 11). Da forma como se exibe, as classes de oferta variam de alta e baixa, demonstrando ser, entre os analisados, o serviço com maior potencial de oferta em todas as classes de tamanho dos fragmentos florestais. Essa realidade pode ocorrer em função desses produtos serem demandados em menor quantidade ou em médio a longo prazo, possibilitando recuperação das populações afetadas pela extração de produtos. Desse modo, isso oportuniza ofertas mais expressivas em relação aos demais serviços abordados.

A capacidade de oferta alta manifesta-se em 60,04% da Zona de Amortecimento e 98,13% do PE Mata do Pau-Ferro, ao passo que a oferta média ocorre somente na primeira área, compreendendo um percentual de 10,30%, em conjunto constituem a área de maior oferta (TABELA IX). A capacidade de oferta baixa, por sua

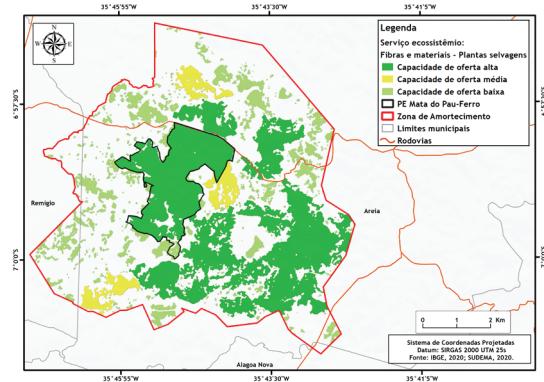


Fig. 11 - Espacialização da oferta do serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens.

Fig. 11 - Spatialization of the supply of the fibers and materials service based on wild plants.

parte, tem mais expressão na Zona de Amortecimento, e menos na área protegida, somando 29,66% e 1,87%, respectivamente. Dessa forma, apesar de deter menor capacidade de oferta, corresponde à segunda maior área de oferta do serviço ecossistêmico.

TABELA IX - Áreas das capacidades de oferta do serviço fibras e materiais a partir de plantas selvagens.

TABLE IX - Areas of supply capacity for the fibers and materials service based on wild plants.

Fibras e materiais: Plantas selvagens	Área	%
Zona de Amortecimento		
A capacidade de oferta é alta	1262,25	60,04
A capacidade de oferta é média	216,52	10,30
A capacidade de oferta é baixa	623,43	29,66
Área total	2102,20	100
PE Mata do Pau-Ferro		
A capacidade de oferta é alta	555,07	98,13
A capacidade de oferta é baixa	10,60	1,87
Área total	565,67	100

Em matéria de localização, a área de oferta alta concentra-se na porção central e leste, representada pelos fragmentos grandes da Zona de Amortecimento e do PE Mata do Pau-Ferro. De outro modo, a oferta média relaciona-se com os fragmentos médios, que se encontram a norte, sul e leste, desconsiderando o Parque. A oferta baixa aparece associada à classe de fragmentos pequenos, que além de comportar maior número, tem ocorrência em toda a referida Zona, incluindo a porção sul da área protegida.

As informações apresentadas no âmbito dos serviços ecossistêmicos selecionados mostram que a maior parte dos produtos é fornecida por um conjunto de espécies específicas, o que demonstra a dependência das comunidades pelas mesmas e as coloca entre as mais importantes para a manutenção das ofertas. Ainda, os resultados indicam que ambos os serviços de nutrição, juntamente como serviço de energia, possuem procura e usos mais ressaltados, quando comparados ao serviço de fibras e materiais, permitindo que esse último serviço conserve condições de sustentar ofertas equilibradas ou acima da demanda identificada. A partir disso, depreende-se que a diminuição da demanda sobre os demais serviços listados surge como alternativa para permitir a recuperação das condições ambientais necessárias para ofertas ainda mais fortes.

Discussão

Os serviços ecossistêmicos de provisão abordados na Zona de Amortecimento manifestaram capacidades de oferta que variam entre alta e baixa. Esse gradiente assinala que a oferta não apresenta na mesma proporção para os moradores das comunidades rurais, o que por sua vez, pode ser o resultado do nível de requisição pelos

produtos, tamanho dos fragmentos nas propriedades privadas, proximidade dos fragmentos florestais, ou mesmo das técnicas utilizadas para obter os produtos.

Acrescentando-se a isso, a atual estrutura fundiária e quadro de fragmentação exibido na Zona de Amortecimento e também no PE Mata do Pau-Ferro tem influência da intensa atividade agropecuária desenvolvida no município desde o século XIX, com destaque para a cana-de-açúcar, café, agave e a criação de gado (Arruda *et al.*, 2022; Sousa e Pereira, 2016). No período, além da exploração, a vegetação nativa foi progressivamente reduzida para aumentar as áreas produtivas. Assim, os conflitos de oferta e demanda encontrados no espaço considerado se devem, em parte, às ocupações e manejos anteriores da área.

No que diz respeito às principais capacidades de oferta declaradas no âmbito dos serviços considerados, isto é, as ofertas ligadas aos fragmentos grandes, os serviços de nutrição e de energia a partir de plantas selvagens expuseram simultaneamente a capacidade de oferta média. Por outro lado, a nutrição a partir de animais selvagens marcou a capacidade de oferta baixa, revelando a menor capacidade de oferta entre os serviços mapeados, evidenciando, assim, que o mesmo se encontra em declínio na área em foco. Essa realidade pode ser resultado de altas demandas em anos anteriores, e até mesmo devido a menores condições de renda, que por sua vez, levam os moradores a apresentarem maiores demandas pelos produtos (Ahammad *et al.*, 2019). Dessa forma, como a demanda e o nível de dependência pelos produtos florestais foram maiores no século passado, os conflitos surgem como consequência dessa dinâmica passada, que por sua vez, resulta na vulnerabilização das populações atuais.

A oferta mais pronunciada, por sua vez, foi registrada para o serviço de fibras e materiais a partir de plantas selvagens, que pontuou a capacidade de oferta alta e expôs uma demanda baixa. A ocorrência dessa oferta demonstra resultar dos usos da biodiversidade encontrados no entorno do PE Mata do Pau-Ferro, especialmente o uso medicinal, que sendo demandado em menor quantidade e em maior intervalo de tempo, permite a recomposição das populações nos fragmentos florestais e a manifestação de ofertas relevantes, como a observada no presente estudo (Ndayizeye *et al.*, 2020).

A matriz elaborada, por sua parte, mostra que não só a oferta da nutrição por animais selvagens encontra-se em redução, mas também as ofertas dos demais serviços, tal como aponta os números do somatório. Em condições adequadas, as somas dos valores encontrados para os serviços seriam vinte, porém no presente estudo o maior somatório encontrado foi doze, comunicando queda na capacidade de oferta (Nedkov e Burkhard, 2012; Syrbe e Grunewald, 2017). Adicionalmente, em razão da queda,

a demanda se mostrou incompatível com a oferta em três dos quatro serviços analisados. Nesse sentido, levando em conta que a demanda excede a oferta na maioria dos fragmentos florestais, tem-se a presença de um conflito, o que requer a mobilização de estratégias que promovam o equilíbrio de oferta e demanda, a exemplo da redução da dependência das comunidades por produtos fornecidos por espécies específicas, e direcionamento do foco da demanda para espécies mais abundantes e passíveis de cultivos pelos moradores (Ahammad et al., 2019; Shi et al., 2020).

Diante nas condições descritas, caso a demanda se mantenha em médio e longo prazo, as ofertas podem se tornar mínimas na maioria dos serviços ecossistêmicos, pois da forma como se apresentam, extrapolam a capacidade de suporte dos ecossistemas, e assim, sua continuidade pode resultar na intensificação das perturbações ecológicas, e até mesmo no comprometimento dos processos e funções ecológicas responsáveis pelos serviços (Ala-Hulkko et al., 2019; Zhai et al., 2021).

Esse quadro torna-se ainda mais agravado quando considerado que ao menos quatro das espécies citadas pelos participantes estão enquadradas como ameaçadas de extinção, a saber: pau-d'arco-roxo (*H. impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos), sucupira (*B. virginiana* Kunth), cedro (*C. fissilis* Vell.) e guarda-orvalho (*E. pauperifera* Plowman), sendo esta última endêmica do Brejo de Altitude onde encontra-se o Parque (Santos et al., 2020; SFB, 2019). Ainda, como espécies vegetais ligadas ao fornecimento de produtos florestais para fins medicinais e construção civil na área de estudo também foram listadas nos estudos etnobotânicos de Andrade et al. (2019) e Abreu et al. (2011), ambos realizados na Mata Atlântica, no estado da Paraíba. Assim, é provável que espécies ameaçadas também estejam sendo utilizadas nesses espaços. O cenário exposto, então, alerta para a necessidade de ações voltadas à conscientização das comunidades buscando reduzir a utilização das espécies ameaçadas e conduzir as demandas para caminhos sustentáveis.

No tocante aos produtos demandados no âmbito dos serviços, frutos, carnes, cascas, estacas e lenha se mostram os mais assinalados, e também foram indicados entre os mais utilizados por comunidades locais assentadas nas proximidades de áreas protegidas e florestais em diversos estudos. Nestes, as entrevistas e questionários se mostram o principal meio de levantamento das informações, pronunciando a efetividade de sua aplicação. Paudyal et al. (2015) constataram que a madeira, lenha e frutos aparecem como os produtos mais buscados por comunidades locais na borda de florestas do Nepal, na Ásia. Em Bangladesh, no mesmo continente, Ahammad, Stacey e Sunderland (2019) observaram que a lenha teve maior ênfase nas comunidades situadas na orla de florestas. Em cenário

semelhante, Hong e Saizen (2019) evidenciaram que a lenha, frutos, carne e madeira para a construção se encontram entre as principais demandas de comunidades nos arredores do Parque Nacional de Bach Ma, no Vietnã.

As condições também se repetem para outros continentes, como na África, onde Ndayizeye et al. (2020) listaram a lenha, frutos, madeira para construção e plantas medicinais entre os produtos demandados por comunidades locais no entorno do Parque Nacional de Kibira, em Burundi. O estudo de Lhoest et al. (2019), por sua vez, apontou carne, madeira e plantas medicinais como os produtos mais utilizados por comunidades locais na Zona de Amortecimento da Reserva da Biosfera Dja, no sul de Camarões.

Na Europa, García-Nieto et al. (2013) registraram que a madeira aparece como segundo produto com maior demanda por parte das comunidades próximas a áreas florestais no sudeste da Espanha, e o mesmo resultado se processou para o estudo de Palomo et al. (2013), que expuseram a madeira entre os principais produtos providos pela Zona de Amortecimento de áreas protegidas na Espanha.

Os resultados observados corroboram a realidade encontrada na Zona de Amortecimento do PE Mata do Pau-Ferro e demonstram que comunidades locais obtêm serviços ecossistêmicos no entorno de áreas protegidas em diversas partes do mundo. Essa conjuntura reforça a importância das áreas protegidas para a subsistências de populações assentadas nos seus arredores, e ao mesmo tempo sinaliza a necessidade de investigações acerca da capacidade de suporte dos ecossistemas e meios de acesso aos produtos, dado que, os estudos também apontam que as comunidades têm suprido as demandas a partir dos ecossistemas protegidos e feito uso de espécies ameaçadas.

A manutenção do quadro pode levar ao encerramento do fornecimento dos serviços considerados em razão da extrapolação da capacidade dos ecossistemas em prestar e recuperar as condições ecológicas. Por outro lado, o manejo sustentável dos ecossistemas florestais por comunidades pode levar a níveis compatíveis de oferta e demanda, e reduzir os impactos da coleta/extracção dos produtos florestais, favorecendo também, a atenção ao limite de suporte dos ecossistemas (FAO, 2020; Hong e Saizen, 2019; Lhoest et al., 2019; Machado, 2008). O turismo sustentável pautado no uso da sociobiodiversidade surge como uma alternativa promissora para complementação da renda das comunidades, redução da demanda por produtos específicos e agregação de valor à biodiversidade, como visto em diversas áreas do Brasil (Hong e Saizen, 2019).

No que se refere às classes de oferta apontadas no presente estudo, resultados semelhantes foram encontrados por Burkhard et al. (2009, 2012) na região de

Halle-Leipzig, na Alemanha. Os autores registaram que as capacidades de oferta para serviços ecossistêmicos de provisão variam de baixa a muito alta, incluindo áreas de oferta não relevante, a variação identificada, por sua parte, se manifesta em função dos usos e coberturas da terra que se materializam na área. Porém, diferente dos estudos mencionados, na Zona de Amortecimento e na área protegida em questão, as variações se anunciam em razão dos tamanhos dos fragmentos florestais. Nesse sentido, é possível que a partir da consideração do tamanho dos fragmentos de uso e cobertura da terra, a oferta na região de Halle-Leipzig evidencie capacidades diferentes das observadas.

No Brasil, variações nas capacidades de oferta dos serviços de provisão também foram verificadas na Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, estado do Pará, a partir do estudo de Silva, Beltrão e Morales (2021), oportunidade em que os autores atestaram que a oferta de produtos, relacionados à nutrição, fibras e materiais, varia entre baixa e muito alta, relevando capacidades de oferta semelhantes e ao mesmo tempo maiores do que as mensuradas neste estudo. Tal aspecto se deve à área superior, que ultrapassa trezentos mil hectares e à baixa demanda por recursos florestais, por parte das comunidades locais assentadas no entorno. As realidades observadas evidenciam duas alternativas principais para resolução dos conflitos, e mais ainda, para possibilitar a recomposição das funcionalidades ecossistemas. A primeira diz respeito à redução da demanda, isto é, diminuir o número de usuários dos produtos, a segunda, por outro lado, mantém a demanda atual, porém, expande a área de oferta, por meio de ações de reflorestamento em áreas desmatadas, ou realizando a aquisição de terras com fragmentos florestais com capacidades de ofertas elevadas. Em ambas as possibilidades, os ecossistemas estariam sob menor pressão de uso, enquanto a relação de equilíbrio de manter.

Considerações finais

Os serviços ecossistêmicos de provisão na Zona de Amortecimento do PE Mata do Pau-Ferro são utilizados especialmente por agricultores, que residem em pelo menos nove comunidades locais assentadas nas porções marginais da área protegida. A oferta varia nos quatro serviços expostos, sendo a maior oferta detectada para fibras e materiais a partir de plantas selvagens, enquanto a menor foi registrada para a nutrição a partir de animais selvagens, os fluxos, por sua parte, se evidenciam dos fragmentos às comunidades, podendo também se direcionarem a outras localidades não percebidas.

Caso as tendências de demandas e fluxos se mantenham, os serviços de provisão se apresentam em risco de encerramento, considerando que as populações se encontram em declínio, além do mais, não são

observadas ações que busquem controlar a demanda ou promover a recomposição populacional. As maiores ofertas na área de estudo estão associadas aos maiores fragmentos, porém não sendo observado áreas de oferta muito alta. Os fragmentos menores também são detentores de importantes classes de oferta e têm seu valor ratificado quando se considera que contribuem para a conectividade funcional e estrutural.

Assim, a Zona de Amortecimento apresenta capacidade para prestação de variados serviços ecossistêmicos, e o mesmo é observado para o PE Mata do Pau-Ferro. Por tratar-se de uma área sob proteção legal, não é permitido o fluxo de serviços de provisão entre o Parque e as comunidades, no entanto, esse contexto evidencia a relevância da Unidade de Conservação na paisagem, onde atua como espaço de resguardo da biodiversidade e ao mesmo tempo funciona como área-fonte para recuperação das espécies nos fragmentos florestais adjacentes. Nesse sentido, a permeabilidade da matriz é fundamental aos serviços, assumindo que sua redução pode dificultar as trocas entre os fragmentos florestais.

Dessa forma, a fragmentação exerce influência negativa sobre os serviços observados, especialmente, devido ao aumento das distâncias, redução da área florestal e exposição dos organismos aos deletérios efeitos de borda, consolidando-se, em razão disso, como uma das principais ameaças a provisão na área de estudo. Uma outra ameaça, refere-se à demanda pelos produtos florestais, posto que essa pode estar ultrapassando a capacidade de suporte dos ecossistemas florestais, inviabilizando a recuperação dos mesmos e impossibilitando a continuidade das ofertas. Como consequência, todas ofertas de serviços específicos poderão cessar em médio e longo prazo.

Porém, um cenário promissor pode vir a ser alcançado por meio do plantio de espécies nativas por parte dos moradores das comunidades e deslocamento da demanda por carne para grupos mais abundantes, ou até mesmo encerramento da demanda. Nesse contexto, em médio e longo prazo, quando observada a recuperação das populações das espécies, estratégias de extração sustentável serviriam como base para uma relação equilibrada entre oferta e demanda, particularmente nos serviços de nutrição a partir de animais selvagens e energia a partir de plantas selvagens, que veicularam incompatibilidades exacerbadas. Novas investigações são necessárias no intuito de fornecer bases para a resolução dos conflitos que se manifestaram.

Referências bibliográficas

- Abreu, D. B. de O., Oliveira Filho, R. B., Vasconcelos Neto, C. F. A., Lucena, C. M., Felix, L. P., & Lucena, R. F. P. (2011). Classificação etnobotânica por uma comunidade rural em um brejo de altitude

- no Nordeste do Brasil. *Revista BioFar*, 6(1), 55-74. <https://docplayer.com.br/11570177-Classificacao-ethnobotanica-por-uma-comunidade-rural-em-um-brejo-de-altitude-no-nordeste-do-brasil.html>
- Abreu, E. F., Casali, D., Costa-Araújo, R., Garbino, G. S. T., Libardi, G. S., Loretto, D., Loss, A. C., Marmontel, M., Moras, L. M., Nascimento, M. C., Oliveira, M. L., Pavan, S. E., & Tirelli, F. P. (2021). *Lista de Mamíferos do Brasil* (2021-2). SBMZ. DOI: <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5802047>
- Ahammad, R., Stacey, N., & Sunderland, T. C. H. (2019). Use and perceived importance of forest ecosystem services in rural livelihoods of Chittagong Hill Tracts, Bangladesh. *Ecosystem Services*, 35, 87-98. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.11.009>
- Ala-Hulkko, T., Kotavaara, O., Alahuhta, J., & Hjort, J. (2019). Mapping supply and demand of a provisioning ecosystem service across Europe. *Ecological Indicators*, 103, 520-529. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.04.049>
- Andrade, A. M. F., Alves, C. A. B., Souza, R. S., & Silva, S. da. (2019). Inventário etnobotânico e uso das espécies madeireiras e não madeireiras na comunidade de Ouricuri, Pilões-PB, Nordeste do Brasil. *Revista Equador (UFPI)*, 8(2), 399-421. <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/9251/5416>
- Arruda, L. V., Rodrigues, L. P. M., Silva, I. C., & Souza, R. S. (2022). Configuração geoambiental e dinâmica do espaço agrário atual do Brejo Paraibano (PB), Paraíba, Brasil. *Revista Ciência Geográfica*, 26(01), 72-102. DOI: <https://doi.org/10.18817/26755122.26.01.2022.2874>
- Balvanera, P., Daily, G. C., Ehrlich, P. R., Ricketts, T. H., Bailey, S.-A., Kark, S., Kremen, C., & Pereira, H. (2001). Conserving Biodiversity and Ecosystem Services. *Science*, 291(5511), 2047-2047. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.291.5511.2047>
- Lei n.º 12.651, de 25 de maio de 2012, (2012). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm
- Lei n.º 14.119, de 13 de janeiro de 2021, (2021). http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/L14119.htm
- Burkhard, B., Kroll, F., Müller, F., & Windhorst, W. (2009). Landscapes' capacities to provide ecosystem services - A concept for land-cover based assessments. *Landscape Online*, 15(1), 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3097/LO.200915>
- Burkhard, B., Kroll, F., Nedkov, S., & Müller, F. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21, 17-29. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>
- Campos, J. O., Lima, E. R. V. de, & Costa, D. F. da S. (2023). Mapeamento do serviço ecossistêmico de sequestro de carbono prestado pela cobertura florestal do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro e sua Zona de Amortecimento, Areia, Paraíba. *Revista Geográfica Acadêmica*, 17(2), 115-135. <https://revista.ufrr.br/rga/article/view/7888>
- Costa, H. C., & Bérnuls, R. S. (2018). Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: lista de espécies. *Revista Herpetologia Brasileira*, 7(1), 11-57. <http://public.sbherpetologia.org.br/assets/Documents/2016/10/lista-de-repteis-2018-2.pdf>
- Costanza, R. (2020). Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of efficiency, fairness, and sustainability. *Ecosystem Services*, 43, 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101096>
- Costanza, R., D'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., & van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260. DOI: <https://doi.org/10.1038/387253a0>
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., Farber, S., & Grasso, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? *Ecosystem Services*, 28, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Czúcz, B., Haines-Young, R., Kiss, M., Bereczki, K., Kertész, M., Vári, Á., Potschin-Young, M., & Arany, I. (2020). Ecosystem service indicators along the cascade: How do assessment and mapping studies position their indicators? *Ecological Indicators*, 118, 106729. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106729>
- Daily, G. C. (1997). Introduction: What are ecosystem services? In G. C. Daily (Ed.), *Nature's Services: Societal Dependence On Natural Ecosystems* (pp. 1-10). Island Press.
- Dworczyk, C., & Burkhard, B. (2021). Conceptualising the demand for ecosystem services - an adapted spatial-structural approach. *One Ecosystem*, 6, 1-31. DOI: <https://doi.org/10.3897/oneeco.6.e65966>
- FAO (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020*. FAO. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>
- García-Nieto, A. P., García-Llorente, M., Iniesta-Arandia, I., & Martín-López, B. (2013). Mapping forest ecosystem services: From providing units to beneficiaries. *Ecosystem Services*, 4, 126-138. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.03.003>
- Gomes da Silva, M., Beltrão, N. E. S., & Morales, G. P. (2021). Avaliação e mapeamento dos serviços

- ecossistêmicos ofertados pela Reserva Biológica Nascentes da Serra do Cachimbo, Pará, Brasil. *Geosul*, 36(78), 516-536.
- DOI: <https://doi.org/10.5007/2177-5230.2021.e71192>
- Gonçalves, D. M. C., Gama, J. V. R., Corrêa, J. A. J., & Oliveira Junior, R. C. (2021). Uso de produtos florestais não madeireiros em comunidades da Flona Tapajós. *Nativa*, 9(3), 302-309.
- DOI: <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i3.11598>
- Groot, R. S., Wilson, M. A., & Boumans, R. M. J. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408.
- DOI: [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. University of Nottingham.
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2018). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Fabis Consulting.
- Hong, N. T., & Saizen, I. (2019). Forest Ecosystem Services and Local Communities: Towards a Possible Solution to Reduce Forest Dependence in Bach Ma National Park, Vietnam. *Human Ecology*, 47(3), 465-476.
- DOI: <https://doi.org/10.1007/s10745-019-00083-x>
- IPBES (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES.
- Jamieson, S. (2004). Likert scales: how to (ab)use them. *Medical Education*, 38(12), 1217-1218.
- DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2004.02012.x>
- Kandziora, M., Burkhard, B., & Müller, F. (2013). Interactions of ecosystem properties, ecosystem integrity and ecosystem service indicators—A theoretical matrix exercise. *Ecological Indicators*, 28, 54-78.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.09.006>
- Kopperoinen, L., Luque, S., Tenerelli, P., Julian, G., & Viinikka, A. (2017). Mapping cultural ecosystem services. In B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services* (pp. 197-209). Pensoft Publishers.
- Kruse, M., & Petz, K. (2017). Mapping provisioning ecosystem services. In B. Burkhard & J. Maes (Eds.), *Mapping Ecosystem Services* (pp. 187-196). Pensoft Publishers.
- Leite, R. S. F., Santos, H. A., & Silva, T. C. F. (2014). Importância da implementação do plano de manejo para a conservação do Parque Estadual Mata do Pau Ferro e microrregião de Vaca Brava, PB. *Anais [...]*, 12.
- Lhoest, S., Dufrêne, M., Vermeulen, C., Oswald, J., Doucet, J. L., & Fayolle, A. (2019). Perceptions of ecosystem services provided by tropical forests to local populations in Cameroon. *Ecosystem Services*, 38, 1-11.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100956>
- Lima, V. R., & Campos, J. O. (2022). Classificação do sistema de trilhas da unidade de conservação Parque Estadual Mata do Pau-Ferro, Areia, Paraíba, Brasil. *Revista de Estudios Andaluces*, 43, 51-70.
- DOI: <https://doi.org/10.12795/rea.2022.i43.03>
- Machado, F. S. (2008). *Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros: um manual com sugestões para o manejo participativo em comunidades da Amazônia*. PESACRE e CIFOR.
- Marques, A. D. L., Costa, C. R. G., & Moura, D. C. (2019). Parque Estadual Mata do Pau Ferro (Areia - Paraíba): Zona de Amortecimento e espaços de conflitos. *Geoambiente On-Line*, 34, 1-18.
- DOI: <https://doi.org/10.5216/revgeoamb.v0i34.52282>
- MEA. (2005). *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press.
- Medeiros, J. F., & Cestaro, L. A. (2019). As diferentes abordagens utilizadas para definir brejos de altitude, áreas de exceção do Nordeste brasileiro. *Sociedade e Território*, 31(2), 97-119.
- DOI: <https://doi.org/10.21680/2177-8396.2019v31n2ID16096>
- Miot, H. A. (2020). Análise de dados ordinais em estudos clínicos e experimentais. *Jornal Vascular Brasileiro*, 19(1), 4.
- DOI: <https://doi.org/10.1590/1677-5449.200185>
- Miura, S., Amacher, M., Hofer, T., San-Miguel-Ayanz, J., Ernawati, & Thackway, R. (2015). Protective functions and ecosystem services of global forests in the past quarter-century. *Forest Ecology and Management*, 352, 35-46.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.039>
- MMA (2018). *Mapeamento de serviços ecossistêmicos no território: cartilha metodológica segundo a experiência de Duque de Caxias - RJ*. MMA/TEEB.
- Ndayizeye, G., Imani, G., Nkengurutse, J., Irampagarikiye, R., Ndihokubwayo, N., Niyongabo, F., & Cuni-Sánchez, A. (2020). Ecosystem services from mountain forests: Local communities' views in Kibira National Park, Burundi. *Ecosystem Services*, 45, 1-9.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101171>
- Nedkov, S., & Burkhard, B. (2012). Flood regulating ecosystem services—Mapping supply and demand, in the Etropole municipality, Bulgaria. *Ecological Indicators*, 21, 67-79.
- DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.022>

- Pacheco, J. F., Silveira, L. F., Aleixo, A., Agne, C. E., Bencke, G. A., Bravo, G. A., Brito, G. R. R., Cohn-Haft, M., Maurício, G. N., Naka, L. N., Olmos, F., Posso, S. R., Lees, A. C., Figueiredo, L. F. A., Carrano, E., Guedes, R. C., Cesari, E., Franz, I., Schunck, F., & de Q. Piacentini, V. (2021). Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee—second edition. *Ornithology Research*, 29(2), 94-105.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s43388-021-00058-x>
- Palomo, I., Martín-López, B., Potschin, M., Haines-Young, R., & Montes, C. (2013). National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. *Ecosystem Services*, 4, 104-116.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.09.001>
- Pastur, G. M., Perera, A. H., Peterson, U., & Iverson, L. R. (2018). Ecosystem Services from Forest Landscapes: An Overview. In A. H. Perera, U. Peterson, G. M. Pastur, & L. R. Iverson (Eds.), *Ecosystem Services from Forest Landscapes: Broadscale Considerations*, Springer, 1-10.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-74515-2_10
- Paudyal, K., Baral, H., Burkhard, B., Bhandari, S. P., & Keenan, R. J. (2015). Participatory assessment and mapping of ecosystem services in a data-poor region: Case study of community-managed forests in central Nepal. *Ecosystem Services*, 13, 81-92.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2015.01.007>
- REFLORA (2021). *Flora e Funga do Brasil*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
DOI: <https://doi.org/10.47871/jbrj2021001>
- Santos, H. A., Costa, E. G., Araújo, H. F., Mendonça, J. D. L., & Silva, T. C. F. (2020). *Plano de manejo do Parque Estadual Mata do Pau-Ferro*. Editora UNIESP.
- Segalla, M., Berneck, B., Canedo, C., Caramaschi, U., Cruz, C. A. G., Garcia, P. C. A., Grant, T., Haddad, C. F. B., Lourenço, A. C., Mangia, S., Mott, T., Nascimento, L., Toledo, L. F., Werneck, F., & Langone, J. A. (2021). List of Brazilian Amphibians. *Herpetologia Brasileira*, 10(1), 121-216.
DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.4716176>
- SFB (2019). *Inventário Florestal Nacional: principais resultados: Paraíba*. MAPA.
- Shi, Y., Shi, D., Zhou, L., & Fang, R. (2020). Identification of ecosystem services supply and demand areas and simulation of ecosystem service flows in Shanghai. *Ecological Indicators*, 115, 106418.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106418>
- SiBBr (2021). *Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr)*. https://ala-hub.sibbr.gov.br/ala-hub/#tab_simpleSearch
- Sousa, D. S., & Pereira, W. E. (2016). Atividade agrícola do Brejo Paraibano: declínio e tendências atuais. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 6(3), 11-20. DOI: <https://doi.org/10.21206/rbas.v6i3.347>
- Syrbe, R.-U., & Grunewald, K. (2017). Ecosystem service supply and demand - the challenge to balance spatial mismatches. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13(2), 148-161.
DOI: <https://doi.org/10.1080/21513732.2017.1407362>
- Zhai, T., Wang, J., Fang, Y., Huang, L., Liu, J., & Zhao, C. (2021). Integrating Ecosystem Services Supply, Demand and Flow in Ecological Compensation: A Case Study of Carbon Sequestration Services. *Sustainability*, 13(4), 1668.
DOI: <https://doi.org/10.3390/su13041668>