

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA POLITECNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA**

DANIELLE DE SOUSA CORDEIRO

**SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVIDOS POR
REMANESCENTES FLORESTAIS URBANOS: UMA ANÁLISE
BASEADA EM INDICADORES SOCIOAMBIENTAIS DE
PAISAGEM**

**CAMPINAS
2025**

Sistema de Bibliotecas e Informação - SBI
Gerador de fichas catalográficas da Universidade PUC-Campinas
Dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Cordeiro, Danielle Sousa

C794s

Serviços ecossistêmicos providos por remanescentes florestais urbanos : uma análise baseada em indicadores socioambientais de paisagem / Danielle Sousa Cordeiro. - Campinas: PUC-Campinas, 2025.

157 f.

Orientador: Regina Márcia Longo. Coorientador: Adélia Nunes

Dissertação (Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana) - Programa de pós graduação em Sistemas de Infraestrutura urbana, Escola Politécnica, Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2025.

Inclui bibliografia.

1. Serviços ecossistêmicos . 2. Remanescentes florestais.
3. Avaliação da paisagem. I. Longo, Regina Márcia. II. Nunes, Adélia III. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Escola Politécnica. Programa de pós graduação em Sistemas de Infraestrutura urbana. IV. Título.

DANIELLE DE SOUSA CORDEIRO

**SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVIDOS POR
REMANESCENTES FLORESTAIS URBANOS: UMA
ANÁLISE BASEADA EM INDICADORES
SOCIOAMBIENTAIS DE PAISAGEM**


Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Sistemas de Infraestrutura Urbana, da Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana. Área de Concentração: Sistemas de Infraestrutura Urbana.

Orientador (a): Profa. Dra. Regina Marcia Longo


Dissertação defendida e aprovada em 11 de dezembro de 2025 pela Comissão Examinadora constituída dos seguintes professores:



Profa. Dra. Regina Marcia Longo
Orientador da Dissertação e Presidente da Comissão Examinadora
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Documento assinado digitalmente
 SAMUEL CARVALHO DE BENEDICTO
Data: 16/12/2025 09:33:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Samuel Carvalho de Benedicto
Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Documento assinado digitalmente
 SANDRA REGINA MONTEIRO MASALSKIENE ROVEDA
Data: 16/12/2025 08:33:19-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Sandra Regina Monteiro Masalskiene Roveda
UNESP - Sorocaba

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE CAMPINAS
ESCOLA POLITECNICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO EM SISTEMAS DE INFRAESTRUTURA URBANA**

DANIELLE DE SOUSA CORDEIRO

**SERVIÇOS ECOSITÊMICOS PROVIDOS POR REMANESCENTES
FLORETAIS URBANOS: UMA ANÁLISE BASEADA EM INDICADORES
SOCIOAMBIENTAIS DE PAISAGEM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Sistemas de Infraestrutura Urbana, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica de Campinas como exigência para a obtenção do título de mestre em sistemas de infraestrutura urbana

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Regina Marcia Longo

Coorientador (a): Profa. Dra. Adélia de Jesus Nobre Nunes – Universidade de Coimbra

PUC-CAMPINAS

2025

DEDICATÓRIA

A minha família, por estar presente em todos os momentos, pela força, incentivo e amor incondicional que acreditaram no que tantas vezes parecia impossível.

Com alegria e gratidão dedico esta dissertação.

AGRADECIMENTOS

Entre todos os que já contribuíram de alguma forma a realização desse sonho deixo meus mais sinceros agradecimentos e cito aqui em especial:

Meus pais Cicero e Anisete e minha irmã e melhor amiga Leticia, que me apoiam desde os primeiros dias e além de tudo o que sempre me proporcionaram foram os principais responsáveis por me fazer sonhar e acreditar que é possível.

Minha família, em especial meus avós José, Valdomiro e Neuza que descansam em paz, e minha avó Maria que sempre me acompanharam com alegria e amor.

Minhas queridas orientadoras Regina e Adélia, pela paciência e carinho com minha formação e por todos os conselhos e dedicação incansável a realização desse trabalho.

Meus amigos que sempre me acolheram entre os bons e maus momentos.

A equipe incrível que me ajudou a desenvolver e aplicar esse trabalho em especial: Raissa, Carol, Julia, Natasha, Felipe, Mauricio e Jô Vinicius.

Ao meu grande companheiro de vida e apoiador de sonhos Pedro, que me acompanhou nos trabalhos de campo e esteve comigo durante todos os processos deste trabalho.

Ao meu pequeno Zig que me fez companhia incansavelmente durante as longas horas de pesquisa e escrita.

A todos os professores e funcionários do programa de mestrado em Sistema de Infraestrutura Urbana, assim como a Pontifícia Universidade Católica de Campinas que nos últimos sete anos tem me proporcionado educação e conhecimento.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

This study was financed in part by the Coordenação de aperfeiçoamento de Pessoas de Nível superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

Por fim a Deus que me deu forças e saúde, assim como me proporcionou encontrar todas estas pessoas acima citadas que das mais diversas formas contribuem para que tudo seja possível.

A todos agradeço do fundo do coração.

“Mesmo entre os escombros, a vida insiste — e floresce.”

A flor e a Náusea- Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

A contribuição dos serviços ecossistêmicos para a sociedade tem se tornado um tema central nas discussões sobre sustentabilidade e planejamento urbano, dada a necessidade crescente de integrar a conservação ambiental ao desenvolvimento das cidades. Contudo, a incorporação efetiva desse conceito às paisagens urbanas ainda representa um desafio tanto para a comunidade científica quanto para os gestores públicos, devido à complexidade em mensurar e aplicar esses benefícios de forma prática, de forma a buscar atingir os Objetivos para Desenvolvimento Sustentável da ONU. Nesse contexto, a articulação entre o conhecimento técnico-científico e a gestão pública mostra-se essencial para a conservação dos remanescentes florestais e para a administração eficiente do patrimônio vegetal urbano. Partindo da hipótese de que a avaliação integrada dos remanescentes florestais, com base em sua capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos, pode constituir uma ferramenta eficaz para a gestão municipal dos passivos ambientais, esta dissertação analisa o papel dessas áreas na provisão, regulação, suporte e oferta de serviços culturais no município de Campinas/SP. Entre os serviços avaliados destacam-se a regulação climática, a purificação do ar, a conservação da biodiversidade e a oferta de espaços de lazer, elementos fundamentais para a melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio ecológico nas cidades. O trabalho propõe e aplica uma metodologia de avaliação baseada em indicadores socioambientais de paisagem, integrando os métodos LAP (Landscape Assessment Protocol) e ESP (Environmental Services Protocol), com o objetivo de correlacionar a qualidade ambiental dos fragmentos à sua capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos. Os resultados obtidos demonstram que áreas com maior integridade ecológica apresentam desempenho superior nas categorias de regulação e suporte, enquanto fragmentos mais antropizados tendem a manter a capacidade de provisão de recursos em detrimento a outros serviços. Assim, o estudo reforça a importância da conservação dos remanescentes florestais urbanos como infraestrutura verde essencial e apresenta a metodologia proposta como uma ferramenta eficaz para subsidiar o planejamento urbano e orientar políticas públicas voltadas à sustentabilidade ambiental e ao bem-estar social.

Palavras-chave: serviços ecossistêmicos; avaliação da paisagem; políticas públicas; infraestrutura verde urbana; ODS.

ABSTRACT

The contribution of ecosystem services to society has become a central theme in discussions on sustainability and urban planning, given the growing need to integrate environmental conservation with city development. However, the effective incorporation of this concept into urban landscapes remains a challenge for both the scientific community and public managers, due to the complexity of measuring and applying these benefits in practice in order to strive to achieve the ONU Sustainable Development Goals. In this context, the articulation between technical-scientific knowledge and public management is essential for the conservation of forest remnants and the efficient administration of urban vegetation assets. Based on the hypothesis that the integrated assessment of forest remnants, considering their capacity to provide ecosystem services, can serve as an effective tool for municipal management of environmental liabilities, this dissertation analyzes the role of these areas in the provision, regulation, support, and cultural services in the municipality of Campinas, São Paulo. Among the evaluated services are climate regulation, air purification, biodiversity conservation, and the provision of recreational spaces — all fundamental elements for improving quality of life and maintaining ecological balance in cities. The study proposes and applies an assessment methodology based on socio-environmental landscape indicators, integrating the LAP (Landscape Assessment Protocol) and ESP (Environmental Services Protocol) methods, with the aim of correlating the environmental quality of the fragments with their capacity to provide ecosystem services. The results demonstrate that areas with higher ecological integrity show superior performance in regulation and support services, whereas more anthropized fragments tend to maintain their capacity for resource provision at the expense of other services. Consequently, the study reinforces the importance of conserving urban forest remnants as essential green infrastructure and presents the proposed methodology as an effective tool to support urban planning and guide public policies aimed at environmental sustainability and social well-being.

Keywords: ecosystem services; landscape assessment; public policies; urban green infrastructure, ODS.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS E HIPÓTESE BÁSICA	18
2.1. Hipótese básica.....	18
2.2. Objetivo geral	18
2.3. Objetivos específicos.....	18
2.4. Justificativa	18
2.5. Estrutura do trabalho	19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
3.1. Remanescentes florestais urbanos	21
3.2. Serviços ecossistêmicos providos por remanescentes florestais	24
3.3. Correlação entre indicadores socioambientais de paisagem e serviços ecossistêmicos	29
3.4. Políticas públicas direcionadas a conservação de remanescentes florestais urbanos	41
4. MATERIAIS E MÉTODOS	45
4.1. Sequência dos procedimentos metodológicos adotados	45
4.2. Definição e caracterização da área de estudo	45
4.3. Descrição dos remanescentes florestais	47
4.4. Análise da qualidade ambiental dos fragmentos florestais: aplicação do Landscap Assesment Process (LAP)	49
4.5. Análise dos potenciais serviços ecossistêmicos providos pelos fragmentos florestais Environmental Services Protocol (ESP)	51
4.6. Análise estatística dos dados	54
4.7. Levantamentos realizados em campo	55
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
5.1. Estatística descritiva dos dados de análise da paisagem	58
5.2. Estatística descritiva dos Potenciais Serviços Ecossistêmicos (ESP).....	61

5.3. Classificação dos remanescentes conforme metodologia ESP	67
5.4. Relação entre a prestação de serviços ecossistêmicos e indicadores de paisagem ...	84
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
ANEXO 1 - CRITÉRIOS PARA PONTUAÇÃO DAS MÉTRICAS NA METODOLOGIA LAP	126
ANEXO 2 - CRITÉRIOS PARA PONTUAÇÃO DAS MÉTRICAS NA INTERAÇÃO ENTRE OS SERVIÇOS AMBIENTAIS E OS INDICADORES SOCIO-AMBIENTAIS DE PAISAGEM.....	131
APÊNDICE 1- LEVANTAMENTO DE DADOS LEGAIS DOS REMANESCENTES UTILIZADOS COMO ÁREA DE ESTUDO	147

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Síntese do procedimento metodológico	45
Figura 2: Localização do município de Campinas SP.....	46
Figura 3: Bacias hidrográficas do município de Campinas-SP, sendo: Atibaia, Anhumas, Capivari, Capivari-Mirim, Jaguari e Quilombo e delimitação do perímetro urbano.	47
Figura 4: 104 remanescentes classificados como tendo boas condições ambientais, dos quais 51 estão em área urbana e 38 foram visitados no presente estudo conforme indicado pelo marcador.....	49
Figura 5: Protocolo de pontuação com métricas do formulário de campo do LAP, a avaliação deve ser feita com o acompanhamento do guia de critério de métricas.	50
Figura 6: Proposta de aplicação metodológica ESP com base nas métricas de aplicação do LAP desenvolvido por Vlami et al. (2019).....	52
Figura 7: Áreas de coleta de dados de aplicação LAP e ESP com visão de 180° e distância aproximada do remanescente de 100m, se apresenta em ordem: .	56
Figura 8: Formulário de resposta LAP e ESP para campo, conforme critérios da metodologia proposta.	57
Figura 9: Análise estatística descritiva em cada indicador da metodologia LAP.	59
Figura 10: Classificação dos remanescentes analisados quanto a metodologia LAP.....	60
Figura 11: Análise estatística descritiva da aplicação da metodologia ESP. ...	61
Figura 12: Contribuição dos remanescentes quanto ao serviço de provisão. ...	63
Figura 13: Contribuição dos remanescentes analisados aos serviços de regulação.	64
Figura 14: Contribuição dos remanescentes analisados aos serviços culturais, dentre todos os pontos visitados apenas 5 áreas desempenham tal serviço ecossistêmico.	65
Figura 15: Contribuição dos remanescentes aos serviços de suporte.	66
Figura 16: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “adequada” (Grupo A) conforme classificação ESP.	69
Figura 17: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “intermediária” conforme classificação ESP (Grupo B).	70

Figura 18: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “pouca” conforme classificação ESP (Grupo C).....	74
Figura 19: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “ruim” conforme classificação ESP (Grupo D).....	80
Figura 20: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo A e correlação com os indicadores do LAP.....	85
Figura 21: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo B e correlação com os indicadores do LAP.....	87
Figura 22: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo C e correlação com os indicadores do LAP.	92
Figura 23: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo D e correlação com os indicadores do LAP.	97
Figura 24: Distribuição dos clusters nos eixos de PCA conforme capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critérios de avaliação de remanescentes florestais utilizados por Silva e Longo (2020).	48
Tabela 2: Classes de qualidade da paisagem conforme Vlami et. al. (2019). ..	50
Tabela 3: Contribuição da paisagem para a prestação dos serviços ecossistêmicos.	53
Tabela 4: Classes da qualidade da prestação de serviços ecossistêmicos dentre as áreas analisadas.	68

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias e benefícios dos serviços ecossistêmicos relacionados com evidências de sua relevância na sociedade.	24
Quadro 2: áreas temáticas e métricas utilizada para análise do método LAP.	32
Quadro 3: Referencial teórico da correlação entre as categorias de paisagem da metodologia LAP (2019) e a capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos.	34
Quadro 4: Síntese dos principais fatores da paisagem urbana associados à prestação de serviços ecossistêmicos.	41
Quadro 5: Síntese das relações entre as categorias de serviços ecossistêmicos e métricas de avaliação paisagística conforme Vlami et. al. (2019) a partir de análise de PCA.	103

1. INTRODUÇÃO

O crescente aumento de eventos climáticos extremos tem afetado a qualidade de vida humana em centros urbanos e expondo a população a situações como onda de calor, frio fora de época, alagamentos e longos períodos de estiagem. Tais situações aumentam a necessidade de planejamento futuro e a utilização de agentes mitigadores; sendo assim a utilização dos serviços ecossistêmicos prestados por florestas urbanas tem se valorizado (Aransiola *et al.*, 2024).

Esses serviços contribuem significativamente para a melhoria da qualidade de vida da população, especialmente em áreas urbanas e periurbanas, onde a pressão antrópica é intensa. Além disso, a manutenção desses ecossistemas fortalece a preservação ambiental e promove a sustentabilidade urbana, destacando a importância de políticas públicas e práticas de conservação que integrem esses fragmentos florestais ao planejamento territorial (Muñoz; Freitas, 2017).

Nesse cenário, a análise dos potenciais serviços ecossistêmicos fornecidos por essas áreas assume uma relevância ímpar. Ao considerar os indicadores socioambientais da paisagem é possível compreender a contribuição desses remanescentes para o bem-estar da população e para a saúde do ecossistema urbano como um todo. A partir dessa análise, torna-se viável identificar lacunas na gestão desses recursos e elaborar estratégias eficazes para sua preservação e uso sustentável (Hysa; Löwe; Geist, 2024). A vegetação urbana saudável fornece serviços ecossistêmicos importantes para as cidades, mas estão sob crescente *stress* da urbanização e das alterações climáticas (Leisenheimer *et al.*, 2024)”.

O monitoramento e a compreensão dos serviços ecossistêmicos têm sido amplamente estudados, assim como os efeitos das mudanças climáticas na prestação de serviços ambientais providos pela vegetação urbana, que está constantemente exposta aos efeitos antrópicos (Olfato-Parojinog; Dagamac; Limbo-Dizon, 2024).

Para Pinheiro; Marcelino; Moura, (2020) a urbanização é o fator dominante na mudança dos espaços urbanos. Com a introdução das

infraestruturas urbanas (como vias, edifícios, etc.), a vegetação nativa é amplamente removida em quase todas as cidades do Brasil, resultando na perda de diversidade biológica e na modificação dos padrões de vida das pessoas que vivem nelas.

As áreas verdes urbanas podem ser caracterizadas pela continuidade e predominância da cobertura vegetal, natural ou alocada em meio urbano. Podendo ser classificadas de diversas formas, como praças, jardins, parques urbanos e florestas remanescentes. Existem diversos tipos de ferramentas qualitativas e de monitoramento para diferentes critérios da avaliação ambiental. Em meios urbanos tais modelos podem ser utilizados como instrumentos de medição da degradação ambiental, apresentando parâmetros como qualidade da água, ar, vegetação, uso e cobertura do solo, dentre outros (Rubira, 2016).

A avaliação da paisagem urbana envolve a análise de diversos elementos que compõem os cenários urbanos, e a qualidade dos sistemas de infraestrutura que os formam (Pedras; Coelho; Louzada, 2022). Essa avaliação multidimensional permite uma compreensão holística da qualidade e da funcionalidade da paisagem urbana, bem como a identificação de áreas de melhoria e potenciais para desenvolvimento sustentável (Vlami *et al.*, 2019).

Segundo levantamento do Plano Municipal do Verde (PMV) demonstra que em 2016 Campinas possuía 480 mil metros quadrados de área verde e cerca de 87m² de áreas verdes por habitante, porém o mesmo diagnóstico mostrou que a densidade dessas áreas verdes com função social registra índice de apenas 6,2m² por habitante. Um dos principais objetivos do PMV quanto as áreas verdes está no reconhecimento de fontes e recursos para a implementação de programas e ações que assegurem a qualidade, quantidade e boa distribuição de áreas verdes no município.

A utilização de remanescentes florestais em bom estado ambiental, principalmente em meio urbano, onde as pressões antrópicas se intensificam devem ser utilizados como uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável urbano (Athokpam *et al.*, 2024), como apontado por Silva; Longo (2020) campinas tem 104 remanescentes florestais em boas condições ambientais sendo potenciais fontes de serviços ecossistêmicos para a população do município, que podem ter uma ampla provisão de benefícios associados as características socioambientais e econômicas da paisagem.

A relação entre a paisagem urbana, a prestação de serviços ecossistêmicos, a sua influência na vida cotidiana e a sua relevância para a preservação da natureza e da biodiversidade ainda é um tema pouco explorado pela comunidade científica. Nesse sentido, o desenvolvimento de metodologias mais abrangentes pode fornecer dados valiosos para a gestão urbana.

Além disso pode subsidiar ações relacionadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estando diretamente relacionada a meta de cidades e comunidades sustentáveis, regulação climática e conservação da natureza e ação contra a mudança global do clima (ONU, 2015).

Desta forma, o presente estudo tem como proposta avaliar a potencialidade de prestação de serviços ecossistêmicos em remanescentes florestais urbanos de boa qualidade ambiental no município de Campinas/ SP por meio de métricas socioambientais de paisagem.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESE BÁSICA

2.1. Hipótese básica

A presente pesquisa fundamenta-se no pressuposto de que a aplicação da metodologia proposta pode subsidiar a avaliação da capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos em remanescentes florestais de elevada integridade ambiental.

2.2. Objetivo geral

Analisar e discutir os potenciais serviços ecossistêmicos providos por remanescentes florestais a partir de indicadores socioambientais da paisagem a fim de fomentar a discussão e implantação de políticas públicas voltadas a conservação de remanescentes florestais no âmbito municipal.

2.3. Objetivos específicos

- Avaliar qualitativamente *in loco* os remanescentes florestais de boa qualidade ambiental quanto a indicadores de paisagem no município de Campinas/SP;
- Identificar os tipos de serviços ecossistêmicos para o meio urbano providos pelos remanescentes florestais analisados;
- Promover a correlação entre os indicadores de qualidade ambiental da paisagem os serviços ecossistêmicos providos por eles a sociedade;
- Aplicar e analisar a proposta metodológica proposta para avaliação de potenciais serviços ecossistemas;
- Discutir a possibilidade de fomentar políticas públicas no âmbito da prestação de serviços ecossistêmicos por remanescentes florestais urbanos.

2.4. Justificativa

A degradação crescente de remanescentes florestais urbanos representa uma ameaça direta à provisão de serviços ecossistêmicos essenciais. A perda desses serviços compromete a qualidade de vida e o bem-estar da população, evidenciando a necessidade de ações mais eficazes de planejamento e conservação. Nesse cenário, a lacuna existente no conhecimento sobre a relação entre a qualidade ambiental desses fragmentos e

a sua capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos impede que as políticas públicas sejam plenamente embasadas em dados científicos.

Dessa forma, a presente pesquisa é motivada pela necessidade de preencher essa lacuna. O objetivo é aprofundar a compreensão sobre a dinâmica dos serviços ecossistêmicos em remanescentes florestais, buscando fornecer um arcabouço metodológico e dados que possam subsidiar a formulação de políticas públicas mais sustentáveis e eficientes, garantindo a proteção de recursos naturais vitais para o ambiente urbano.

Os resultados obtidos poderão contribuir para o avanço do debate científico e para a formulação de políticas públicas direcionadas à conservação desses fragmentos no contexto municipal contribuindo para a preservação de remanescentes florestais em boa qualidade ambiental com capacidade de desempenhar diversas funções ecossistêmicas fundamentais, como a regulação micro e macroclimática, a purificação atmosférica, a manutenção da biodiversidade, o controle de processos erosivos e a disponibilização de espaços destinados ao lazer e ao bem-estar humano.

2.5. Estrutura do trabalho

O presente estudo foi realizado a partir de uma estrutura clássica, onde sua introdução busca apresentar a contextualização geral da pesquisa discutindo a importância dos serviços ecossistêmicos urbanos diante do aumento da urbanização e das mudanças climáticas, posteriormente a hipótese os objetivos e a justificativa detalham a importância e metas a qual o trabalho se propõe a cumprir.

A revisão bibliográfica fundamenta as principais linhas de pesquisa abordada durante a pesquisa, a partir disso a metodologia apresenta o fluxo de procedimentos adotados para se atender aos objetivos do estudo, assim como as formas de análise propostas para garantir a eficácia no método aplicado.

Desta forma os resultados e discussões demonstram a estatística descritivas dos indicadores ambientais associados a metodologia aplicada, a classificação dos remanescentes conforme sua capacidade de fornecer serviços de provisão, regulação, suporte e culturais, as análises estatísticas que evidenciam a correlação entre integridade da paisagem e serviços

ecossistêmicos e a discussão fundamentada sobre tendências espaciais e impactos da urbanização obtidos como resultados.

Por fim as conclusões finais sintetizam os principais resultados consolidados obtidos a partir da metodologia, confirmando dessa forma a hipótese geral do estudo e atendendo os objetivos pré-definidos.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Remanescentes florestais urbanos

O termo "urbano" refere-se às áreas densamente povoadas, com infraestrutura e intensa atividade econômica e social. Já o termo "periurbano" designa as zonas de transição entre o urbano e o rural, onde se misturam elementos urbanos, como indústrias e rurais, como atividades agrícolas, resultando em um espaço de expansão e crescimento das cidades. No Brasil a dinâmica urbana costuma ser marcada pelo crescimento desordenado das cidades e pela expansão de áreas suburbanas (IBGE, 2023).

Nas últimas três décadas, as cidades ao redor do mundo se expandiram 88,69%, evidenciando um crescimento urbano significativo. Embora a quantidade de vegetação urbana tenha diminuído devido à urbanização e ao desenvolvimento humano, o crescimento da vegetação dentro das cidades aumentou. O ambiente urbano parece ter um efeito indireto positivo no crescimento da vegetação, com um aumento médio de cerca de 26% em escala global (Zhuang *et al.*, 2023).

No contexto urbano, onde as pressões sobre os recursos naturais são intensas, a preservação e a gestão adequada desses remanescentes florestais ganham ainda mais importância. Em grandes metrópoles a presença de áreas verdes é essencial não apenas para a qualidade de vida dos habitantes, mas também para a conservação da biodiversidade e a mitigação dos impactos ambientais associados ao crescimento urbano desordenado as ações antrópicas e as atividades industriais (Addas, 2024).

Os ecossistemas naturais remanescentes em meio urbanos desempenham um papel crucial na sustentabilidade ambiental das cidades, fornecendo uma ampla gama de serviços ecossistêmicos que são essenciais para o bem-estar humano. Entre esses ecossistemas, as áreas verdes se destacam como fornecedores de múltiplos benefícios socioambientais, desempenhando um papel fundamental na manutenção da biodiversidade, regulação climática, conservação do solo e da água, entre outros (Assis *et al.*, 2023a).

Na Polônia grandes metrópoles urbanas têm menos áreas verdes, especialmente aquelas com grandes plantas industriais, onde o recobrimento é em média 15%, no entanto cidades com funções culturais, próximas a rios, lagos

e costas chegam a 50% de área de vegetação, por fim em áreas voltadas a mineração apesar do impacto natural significativo tem capacidade de abrigar uma quantidade significativa de espaços verdes (Pukowiec-Kurda, 2022).

Grandes centros como São Paulo e a Cidade do México apresentam um bom resultado no cálculo de áreas verdes por habitante, mas a baixa presença de vegetação nativa nas áreas urbanas diminui a capacidade de provisão de serviços ecossistêmicos (de Lima; Fonseca-Salazar; Campo, 2023).

A proximidade com áreas urbanas favorece a introdução dessas espécies, que utilizam diversos corredores de dispersão para adentrar a reserva. Embora o interior das florestas nativas, principais áreas de diversidade e preocupação conservacionista, ainda seja menos invadido na camada herbácea, a presença de um grande número de espécies exóticas representa uma ameaça (Heinrichs; Pauchard, 2015).

Em zonas urbanas espécies não nativas a vegetação local pode atingir seu pico em bairros situados na periferia das cidades. Esse fenômeno é atribuído à alta heterogeneidade da paisagem e dos habitats nessas áreas, que incluem jardins privados, ruas arborizadas, terrenos abandonados e espaços verdes públicos. Além disso, diversos fatores influenciam a diversidade arbórea suburbana, como características biofísicas, morfologia e design dos bairros, histórico de uso do solo, diretrizes de manejo, operações municipais e aspectos demográficos e cultural (Nitoslawski *et al.*, 2017).

As espécies respondem de maneiras variadas aos impactos antropogênicos, porém em áreas com baixa diversidade ecológica é apontado uma significativa diminuição na capacidade de oferecimento de habitat (Hornung; Kásler; Tóth, 2018). Embora áreas verdes fragmentadas possam não ter alto valor de conservação do habitat ainda podem servir como locais de parada para algumas espécies migratórias que não são suficientemente contempladas apenas por paisagismo urbano (Buron; Hostetler; Andreu, 2022).

No Brasil a cobertura arbórea não é distribuída de forma igualitária, principalmente em grandes metrópoles, impedindo assim que grande parte da população não tenha fácil acesso aos benefícios providos por áreas verdes, se fazendo extremamente necessário o planejamento ambiental e a implementação de políticas públicas que busquem a eficiência e a boa distribuição de serviços ecossistêmicos para a população (Guo; Liu; Zhu, 2024).

O entendimento da população quanto a prestação de serviços ecossistêmicos é também uma ferramenta importante para a preservação e aumento de áreas verdes, tanto em locais públicos como zonas privadas. Assim como a valoração devem ser mensurados quanto a diversos indicadores e amplamente divulgados nas áreas que mais podem se beneficiar de tais serviços, colaborando com a implementação de políticas públicas e o apoio social para a conservação da natureza (Leary *et al.*, 2021).

Segundo Filho *et al.* (2020) é importante que a conservação de áreas verdes urbanas e o consequente potencial da prestação de SE sejam considerados no planejamento urbano e basear políticas públicas, conforme os seguintes critérios:

a) Avaliações mais qualitativas dos benefícios fornecidos pelos serviços ecossistêmicos urbanos (UES) devem ser incentivadas pelos formuladores de políticas, pois podem fornecer uma base para investimentos. Em tempos de restrições nos orçamentos das cidades, é importante ilustrar as vantagens dos UES para facilitar decisões políticas sobre eles.

b) Se ainda não realizado, uma avaliação abrangente dos serviços ecossistêmicos em uma determinada cidade deve ser realizada, para priorizar áreas onde ações são necessárias no curto, médio e longo prazo. Ao fazer isso, as administrações municipais devem prestar mais atenção ao potencial dos serviços ecossistêmicos urbanos para melhorar a resiliência e a qualidade de vida em suas cidades. Isso pode ser implementado, por exemplo, garantindo que projetos de construção não sejam realizados em detrimento das áreas verdes, ou implementando códigos de construção que busquem reduzir os riscos de ilhas de calor urbanas (por exemplo, com telhados ou fachadas verdes).

c) Deve-se fazer mais uso de tecnologias inteligentes nos planos de desenvolvimento urbano, para melhor monitorar, modelar e avaliar as consequências ambientais e os riscos relacionados à degradação dos serviços ecossistêmicos.

d) As estratégias municipais para promover os serviços ecossistêmicos e alcançar um desenvolvimento urbano sustentável bem-sucedido devem adotar abordagens para restaurar os serviços ecossistêmicos, explorar novas oportunidades para melhor implantação dos serviços ecossistêmicos e focar em uma melhor integração dos serviços ecossistêmicos

nos planos de desenvolvimento urbano futuros. Todos devem incluir um design e gestão integrados da infraestrutura verde. Indo além da manutenção das áreas verdes, deve incluir a gestão da água e dos resíduos.

As administrações de florestas urbanas e jardins devem se concentrar no desenvolvimento de áreas com altos níveis de detrimento entre serviços ou baixa oferta de serviços ecossistêmicos e na proteção de áreas com alta oferta de SE. Mapear tais serviços para a aplicação correta de verbas voltas a preservação além de colaborar para o entendimento de fornecimento e demanda de SE (Burkhard *et al.*, 2012).

3.2. Serviços ecossistêmicos providos por remanescentes florestais

Os serviços ambientais desempenham um papel fundamental no bem-estar da sociedade, e sua integração ao planejamento urbano representa uma estratégia eficiente para garantir sua oferta e potencializar seus benefícios a longo prazo. Essa abordagem torna-se especialmente importante nas áreas urbanas, onde esses serviços estão ameaçados pela elevada concentração de pessoas, organizações e empresas (Feng *et al.*, 2025).

Os principais benéficos dos espaços verdes urbanos estão no fortalecimento da sustentabilidade ecológica e a capacidade de enfrentar desafios ambientais associados as mudanças climáticas, o quadro 1 apresenta os principais pontos de destaque:

Quadro 1: Categorias e benefícios dos serviços ecossistêmicos relacionados com evidências de sua relevância na sociedade.

Categoria	Benefício	Descrição / Evidência
Ecológico	Sequestro de Carbono e Melhoria da Qualidade do Ar	Árvores e plantas urbanas absorvem CO ₂ e outros poluentes atmosféricos, armazenando carbono na biomassa e no solo, contribuindo para a redução do efeito estufa e melhoria da qualidade do ar.
Ecológico	Mitigação do Efeito Ilha de Calor Urbana (ICU)	A vegetação reduz a temperatura ambiente por meio de sombreamento e evapotranspiração, diminuindo o aquecimento excessivo causado por superfícies impermeáveis (asfalto e concreto).

Ecológico	Promoção da Biodiversidade	Os espaços verdes funcionam como habitats para aves, insetos e pequenos mamíferos, mantendo a diversidade biológica e auxiliando na conectividade ecológica entre fragmentos urbanos.
Cultural	Benefícios Sociais dos Espaços Urbanos Verdes	Contribuem para o bem-estar psicológico e social, oferecendo locais de lazer, descanso e contato com a natureza dentro das cidades.
Cultural	Coesão Social e Engajamento Comunitário	Parques e praças promovem a convivência entre pessoas de diferentes grupos, fortalecendo laços comunitários e incentivando atividades culturais e recreativas.
Econômico	Benefícios Econômicos	A presença de áreas verdes aumenta o valor imobiliário, atrai turismo e pode reduzir custos públicos com saúde e infraestrutura urbana.
Saúde	Benefícios à Saúde dos Espaços Urbanos Verdes	Reduzem os efeitos negativos da urbanização (sedentarismo e poluição), oferecendo ambientes naturais que favorecem o equilíbrio físico e mental.
Saúde	Promoção da Atividade Física	Espaços verdes incentivam caminhadas, corridas e ciclismo, promovendo hábitos saudáveis e acessíveis à população em geral.
Saúde Mental	Saúde Mental e Redução do Estresse	O contato com a natureza reduz níveis de estresse, ansiedade e depressão, contribuindo para o bem-estar emocional e cognitivo.
Ambiental / Saúde	Mitigação da Poluição do Ar e do Estresse Térmico	A vegetação urbana filtra partículas poluentes e reduz temperaturas extremas, atenuando os impactos da poluição e do calor sobre a saúde humana.

Fonte: Adaptado de Athokpam; Chamroy; Ngairangbam, 2024.

Assim, o planejamento urbano assume um papel crucial ao definir quais serviços ecossistêmicos são prioritários, avaliar a disponibilidade atual de áreas verdes remanescentes e determinar como esses espaços podem ser utilizados e distribuídos de maneira eficiente e acessível para assegurar a provisão desses serviços (Croci; Lucchitta; Penati, 2022).

A ocupação desordenada do solo resulta em diversos problemas sociais, como a favelização e ocupação de áreas de riscos, além de inúmeras complicações ambientais visto que é comum altas taxas de impermeabilização do solo, poluição sonora, do ar e da água, além do excesso de resíduos sólidos (Albuquerque *et al.*, 2023; Barranquero *et al.*, 2023; Gao *et al.*, 2023).

Outra ameaça significativa é a fragmentação de florestas. À medida que a urbanização avança, grandes áreas verdes com vegetação nativa são divididas em porções menores e isoladas, dificultando a sobrevivência de espécies animais e vegetais (Abuhay *et al.*, 2024; Clements; Alpízar; Searcy, 2024).

A redução da fragmentação de áreas verdes urbanas pode ser utilizada como uma importante ferramenta para a regulação da falta de habitat diminuição da biodiversidade e suporte na redução da vulnerabilidade de ecossistemas naturais (Benavides *et al.*, 2023; Segura-Millán; Perez-Verdin, 2023; Truong, 2022).

A destruição de áreas de vegetação nativas nas cidades também diminui drasticamente os serviços de regulação que são capazes de mitigar a poluição do ar, intensificada pela emissão de gases poluentes de veículos e indústrias, além disso a degradação da qualidade do ar reduz a capacidade dos ecossistemas urbanos de regular a temperatura e filtrar poluentes, exacerbando o efeito das ilhas de calor urbano e as mudanças climáticas (Assis *et al.*, 2023a; Kotlov; Chernenkova; Belyaeva, 2023).

Os Serviços Ecossistêmicos Culturais proporcionam "benefícios não materiais" aos seres humanos, como "estéticos, espirituais e psicológicos". Ao contrário de outros serviços ecossistêmicos, o significado do serviço de cultura para as pessoas não pode ser subestimado, pois muitos as percebem como uma parte importante de sua própria identidade cultural, e para melhorar o seu próprio bem-estar físico e mental (Yee; Carrasco, 2024).

A proximidade da população com a natureza pode contribuir de diversas formas para o bem-estar, saúde, estímulo social além de proporcionar espaço para realização de atividades físicas, visitação, ecoturismo e educação ambiental. Em zonas urbanas o aumento de 10% na cobertura verde está associado a uma redução de 3% no risco de a população próxima desenvolver depressão (Liu *et al.*, 2023).

Uma das grandes áreas de estudo sobre a prestação de serviços ecossistêmicos está na capacidade de redução de temperatura, uma área verde urbana tem capacidade média de resfriamento de 2,14°C, porém esse valor pode ser variável dependendo do formato, área de vegetação e clima local, além de fatores humanos como a densidade populacional (Wang *et al.*, 2022).

Em cidades europeias a infraestrutura verde pode representar uma mitigação de 1,07°C a 2,9°C em ilhas de calor, mas aponta que para uma redução de 1°C em toda área de urbana seria necessário 16% de cobrimento arbóreo, sendo assim 40% dos países do continente pouco se beneficiam da regulação microclimática provida por áreas verdes (Marando *et al.*, 2022).

A utilidade ecossistêmica dos espaços verdes pode ser monetariamente estimada por meio de indicadores como a redução de poluentes, a absorção e o sequestro de carbono, a produção de oxigênio e a regulação dos fluxos de águas superficiais. Em Ternopil'ska, na Ucrânia, esses serviços ecossistêmicos geram anualmente 216.718 mil UAH (€5.356), com um valor médio anual de 557 UAH (€13,8) por planta arbórea ou arbustiva. Considerando a capacidade dessas áreas de armazenar carbono ao longo de sua vida útil, estima-se que, até 2023, o valor acumulado desse serviço atinja 1.493.009.000 UAH (€36.901). A análise comparativa da produtividade ecossistêmica de diferentes tipologias de áreas verdes revelou que os parques apresentam os maiores indicadores, resultado de seus valores biométricos superiores. As árvores e arbustos presentes nas praças registraram números ligeiramente inferiores aos dos parques. Curiosamente, os espaços verdes localizados no centro da cidade, apesar de possuírem biometria média mais baixa, demonstraram maior eficiência na absorção de poluentes (Bidolakh; Kolesnichenko, 2023).

Em Bolzano na Itália as árvores da cidade armazenam aproximadamente 5160,59 toneladas de carbono, o que representa um valor

econômico de € 375.000. Além disso, removem da atmosfera cerca de 73,02 toneladas de dióxido de carbono por ano, com um valor associado de € 5300 e chegam a produzir 194,80 toneladas de oxigênio anualmente (Sokolova *et al.*, 2025).

Além de remanescentes florestais e grandes áreas verdes soluções baseadas na natureza como jardins de chuva, telhados verdes, trincheiras de retenção etc. são capazes de colaborar com a prestação de serviços ecossistêmicos e podem ter efetividade de até 73,7% na redução do escoamento superficial em cidades propensas a inundações (Mabrouk *et al.*, 2023).

Em Milão, Itália as redes de infraestrutura verde pode diminuir os riscos de inundações pluviais em áreas metropolitanas, diminuindo riscos a população e danos aos edifícios e a economia local. A ampliação de redes verdes urbanas em 25% pode potencialmente reduzir pela metade os danos causados por inundações e diminuir em 40% a exposição da população a tais eventos. Para todas as intensidades de chuva analisadas, os danos aos edifícios e a parcela da população exposta diminuem (até 60% e 50%, respectivamente) à medida que a cobertura de áreas verdes aumenta, com uma redução ligeiramente maior do risco de inundações para eventos de menor intensidade (Staccione *et al.*, 2024).

As zonas úmidas têm sido utilizadas como Soluções Baseadas na Natureza (NBS) em diversas ações de gestão dos recursos hídricos, ajudando a regular o ciclo da água e melhorar sua qualidade. No entanto, as zonas úmidas naturais continuam ameaçadas por ações humanas e pelas mudanças climáticas, mesmo com o aumento das iniciativas de conservação e restauração. Nesse cenário, as zonas úmidas construídas vêm ganhando destaque, pois demandam menos energia e têm custos operacionais mais baixos, oferecendo alternativas eficientes para o tratamento e o reaproveitamento de águas pluviais e residuais (Ferreira, 2023).

Apesar de grande parte da diversidade mundial não estar concentrada em meio urbano o padrão de uso do solo podem influenciar desproporcionalmente diversos grupos taxonômicos, alterando profundamente as estruturas ecológicas (Newbold *et al.*, 2020). Algumas espécies chegam a ter uma diminuição de 85% em seu espaço de habitat colaborando ainda mais para a diminuição da biodiversidade urbana (Piano *et al.*, 2020).

Sendo assim a qualificação e enquadramento de áreas verdes urbanas quanto sua qualidade e capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos quando bem embasada pode ser utilizada como ferramenta de gestão integrada em cidades sustentáveis, preservar tais áreas e colaborar para o desenvolvimento sustentável.

3.3. Correlação entre indicadores socioambientais de paisagem e serviços ecossistêmicos

A prestação de serviços ecossistêmicos está diretamente ligada a diversas categorias da paisagem urbana como o padrão de uso do solo, uma vez que a ocupação e manejo das áreas urbanas impactam significativamente a capacidade dos ecossistemas de fornecer benefícios ambientais, sociais e econômicos (Reynard *et al.*, 2007).

Padrões de uso do solo que priorizam a impermeabilização, a expansão desordenada e a retirada de vegetação nativa comprometem serviços essenciais, como a regulação climática, a qualidade do ar e o controle da erosão do solo, assim como dificulta a provisão de alimentos, disponibilidade de matéria-prima e água doce e diminui áreas de habitat (Fry *et al.*, 2009; Stefanoski *et al.*, 2013).

As edificações, vias e demais elementos da infraestrutura urbana frequentemente reduzem a disponibilidade de áreas naturais, comprometendo a disponibilidade de espaço físico para a contribuição de áreas verdes para o bem-estar humano e o equilíbrio com a natureza (O'Sullivan *et al.*, 2017).

A vegetação, por exemplo, atua como um filtro natural, capturando partículas poluentes do ar, como poeira e metais pesados, além de absorver gases tóxicos, como dióxido de carbono e óxidos de nitrogênio. Áreas verdes também ajudam a reduzir a poluição sonora, funcionando como barreiras naturais contra ruídos. No caso da poluição hídrica, a vegetação auxilia na retenção e filtragem de águas pluviais, reduzindo a carga de contaminantes transportados para os corpos d'água (Klaus *et al.*, 2024).

Ecossistemas urbanos com maior diversidade biológica apresentam maior capacidade de fornecer serviços como polinização, controle de pragas, regulação climática e melhoria da qualidade do solo e da água. Além disso, a presença de uma rica biodiversidade em áreas urbanas promove benefícios

culturais e recreativos, como oportunidades de lazer, educação ambiental e conexão com a natureza (Truong, 2022).

Em paisagens onde a demanda de SE é consideravelmente maior que a oferta há menor percepção de prestação de tais serviços, um exemplo seria a regulação do microclima que estando atuando sobre áreas onde o arranjo espacial consistente em estruturas altas podem atuar como barreiras para o calor ou limitando o alcance do efeito de resfriamento. Em tais situações áreas neutras que não produzem SE, mas pouco consomem poder ser utilidades como forma de diminuição da discrepância entre oferta e demanda (Assis *et al.*, 2023b).

Espaços verdes urbanos (UGS) com formas irregulares têm melhor desempenho na provisão de serviços ecossistêmicos (ES), especialmente na regulação climática, por serem semelhantes a áreas naturais. Além da forma, o tamanho dos UGS também é relevante, pois grandes espaços verdes influenciam significativamente os parâmetros bioclimáticos nas áreas urbanas, enquanto os efeitos dos pequenos UGS, embora importantes, são menos evidentes (de Lima; Fonseca-Salazar; Campo, 2023).

Em áreas mais afastadas do centro, florestas e grandes remanescentes são os maiores prestadores de SE, atuando principalmente em relação a mitigação e regulação do clima. Já áreas centrais se beneficiam de serviços recreativos e culturais, prestados por áreas com menos vegetação, diminuindo assim sua capacidade de contemplar de forma significativa a capacidade da prestação de serviços ambientais (Pukowiec-Kurda, 2022).

Modelos de provisão de serviços ecossistêmicos (SE) mostram que diferentes serviços se beneficiam de diferentes estratégias. A regulação do clima e a produção pecuária são mais eficazes quando a paisagem apresenta fragmentos segregados assim como biodiversidade e a capacidade de servir como habitat já a qualidade acústica é mais beneficiada quando a paisagem é formada por remanescentes com configuração em mosaico (Boesing *et al.*, 2024).

A fragmentação da paisagem, mostrou uma correlação negativa com a maioria dos serviços ecossistêmicos (rendimento hídrico, armazenamento de carbono, retenção do solo, recreação ao ar livre) porém é benéfica para a produção de cultura, onde plantas cultivadas podem melhorar nutrientes do solo, polinização e controle de pragas (Huang; Xia; Liu, 2024).

A intensificação do uso da terra tem efeitos variados na multifuncionalidade dos ecossistemas, dependendo da região e das condições locais. Em áreas férteis, os efeitos diretos são mais evidentes, enquanto em outras regiões, os efeitos indiretos, como a perda de biodiversidade e mudanças na composição das plantas, são mais importantes. Em áreas intensivamente manejadas, a intensificação no restauro do local pode reduzir a biodiversidade e favorecer espécies de crescimento rápido, aumentando a produção, mas afetando negativamente os serviços ecossistêmicos (Allan *et al.*, 2015).

A capacidade das zonas úmidas de regular o fluxo de água durante eventos climáticos extremos e de purificá-la depende de fatores como seu tamanho, localização e as condições do entorno. Para melhorar a gestão hídrica, é importante deixar de focar apenas em áreas isoladas e passar a considerar paisagens integradas de zonas úmidas (wetlandscapes). Isso exige o uso combinado de medições em campo, modelagem analítica, análises estatísticas e técnicas de sensoriamento remoto. Além disso, o desenvolvimento de paisagens multifuncionais, que além de regular a água também favoreçam a biodiversidade e outros serviços ecossistêmicos, depende de uma gestão colaborativa, que envolva diferentes setores e interesses, definindo prioridades e benefícios em comum. (Ferreira *et al.*, 2023).

A vegetação de grande porte e em boa qualidade tem maior capacidade de sequestro de carbono, especialmente em paisagens fechadas. Em conformidade a vegetação com menor biomassa foliar sequestra menos carbono. Dessa forma quanto maior a taxa de desenvolvimento da vegetação maior a quantidade de carbono sequestrado (Strashok; Bidolakh; Ziemiańska, 2025).

A recomendação é priorizar os serviços ecossistêmicos em 39% a 50% das áreas de Espaços de Suporte à Natureza (ESN), sem perder de vista a importância de manter a conectividade entre as áreas naturais. Cenários com prioridades diferentes devem ter ideais variados e estratégias para alcançar mais resultados com recursos limitados. Esses cenários ajudam os planejadores a definirem estratégias específicas e orientações para a gestão das áreas verdes, considerando diferentes dimensões e objetivos. Além disso, a estrutura de planejamento proposta pode ser aplicada em outras cidades densamente

urbanizadas, oferecendo soluções sustentáveis e eficientes para equilibrar vários interesses (Chen *et al.*, 2024).

Dessa forma a metodologia Landscape Assessment Protocol (LAP), proposta por Vlami *et al.* (2019), tem como objetivo a avaliação holística da paisagem a partir de seis categorias temáticas, as quais são caracterizadas por 15 métricas avaliativas conforme Quadro 2.

Quadro 2: áreas temáticas e métricas utilizada para análise do método LAP.

Categorias temáticas	Indicadores	Resumo para justificativa da inclusão
Uso do solo	Padrão de Uso do Solo	Observação integrativa; gradiente de degradação perceptível. A naturalidade e os usos tradicionais da terra definem as condições de referência.
	Agricultura	Integrativo; gradiente de degradação perceptível. Os usos tradicionais da terra e a agricultura de alto valor natural definem as condições de referência.
Estruturas construídas	Rede Viária	Visual e semi-quantitativo. As referências são definidas por uma rede de estradas ausente ou mínima em áreas naturais; uma rede de estradas com maior densidade mostra uma degradação progressiva.
	Edifícios	Visual e semi-quantitativo. Diferentes abordagens para a avaliação em condições urbanizadas e não urbanizadas. Aspectos de autenticidade e ordem também são considerados na definição das condições de referência em áreas urbanizadas.
	Interferência Antropogênica Moderna	Visual e semi-quantitativo. Refere-se a estruturas artificiais modernas dominantes e à desordem (ou seja, estruturas que interrompem o horizonte).
Poluição	Poluição, Lixo e Detritos	Visual, semi-quantitativo/qualitativo; é perceptível um gradiente de degradação. Consideram-se as quantidades, a extensão da propagação e a toxicidade dos materiais de resíduos antropogênicos.
	Qualidade Olfativa	Olfativo, qualitativo. A avaliação é guiada por cheiros naturais e 'culturalmente autênticos' em contraste com cheiros artificiais.

	Fauna	Observação integrativa da história natural; gradiente de degradação perceptível (relaciona-se com espécies invasoras e empobrecimento das espécies provocados pelo ser humano).
Biodiversidade	Vida Selvagem e Habitat da Vida Selvagem	Observação integrativa da história natural; gradiente de degradação perceptível. Envolve a presença de habitats de alta qualidade para a vida selvagem.
	Vegetação	Observação integrativa da história natural; gradiente de degradação perceptível. Avalia tanto a vegetação natural quanto a vegetação culturalmente modificada por práticas tradicionais.
	Análise das Condições de Margem e/ou Ripárias	Observação integrativa da história natural; gradiente de degradação perceptível. Avalia tipos de vegetação natural e vegetação modificada culturalmente, com ênfase na qualidade ripária (ou seja, extensão e naturalidade).
Integridade do ecossistema	Alterações hidrológicas	Observação integrativa; gradiente de degradação perceptível. Considera a ausência de estruturas como represas e diques para abstração ou armazenamento de água.
	Pastagem de gado	Observação integrativa da história natural com gradiente de degradação perceptível para um observador treinado. Indicadores visuais de sobrepastoreio impactam as comunidades vegetais e a estrutura das formas de crescimento, e os indicadores específicos consideram as condições locais.
	Qualidade paisagem	da Visual e qualitativo. As condições de referência abrangem qualidades cênicas, raridade e variedade.
Qualidade estética	Qualidade sonora	Qualitativo e acústico. A naturalidade das condições ambientais estabelece os critérios de referência.

Fonte: Adaptado de Vlami *et al.* (2019)

Tendo como base a metodologia LAP, mas buscou referencial teórico para fundamentação quanto a prestação dos SE's quanto as categorias apresentadas por Vlami *et al.* (2019). Desde forma no quadro 3 se apresenta fontes de consulta atuais quanto os parâmetros utilizados nesse estudo.

Quadro 3: Referencial teórico da correlação entre as categorias de paisagem da metodologia LAP (2019) e a capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos.

CATEGORIA DE PAISAGEM	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	INDICADORES	RELAÇÃO	LITERATURA
PADRÃO DE USO DO SOLO	<p>PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)</p> <p>REGULAÇÃO (Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)</p> <p>CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)</p> <p>SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)</p>	<p>1. Padrão do uso do solo</p> <p>Paisagens terrestres originais, vegetação e paisagens culturais. Elementos e características tradicionais intactos</p> <p>Os padrões originais predominam. Pequenas mudanças recentes e rupturas nos padrões de usos tradicionais da terra.</p> <p>Moderadamente degradado. Alguns sinais de mudanças no uso tradicional da terra e nos padrões biofísicos</p> <p>Poucos padrões culturais naturais e tradicionais. Desordem e desarmonia, sinais notáveis de degradação. Alterações recentes evidentes.</p> <p>Nenhum ou mínimas características culturais naturais e tradicionais. Elementos modernos dominam. Múltiplas mudanças recentes e desordem dominam.</p>	<p>Padrão do uso do solo x serviços</p> <p><i>A paisagem ou atividade agrícola predominante contribui de forma significativa com os serviços de provisão/regulação/suporte/cultural de recursos</i></p> <p><i>A paisagem predominante ou atividade agrícola contribui adequadamente na provisão/regulação/suporte/cultural de recursos</i></p> <p><i>A paisagem predominante contribui razoavelmente na provisão/regulação/suporte/cultural o de recursos</i></p> <p><i>A paisagem predominante contribui pouco na provisão de recursos</i></p> <p><i>A paisagem predominante não contribui na provisão/regulação/suporte/cultural de recursos</i></p>	<p>Padrão de uso do solo: Brauman et al. (2020); da Silva et al. (2025); Gao et al. (2017); Hasan et al. (2020); Li et al. (2020); Liu et al. (2023); Pontarp et al. (2024); Scammacca et al. (2025); Zhang et al. (2023).</p> <p>Agricultura e pecuária: Allan et al. (2015); Brauman et al. (2020); Gao et al. (2017); Hasan et al. (2020); Huang et al. (2024); Li et al. (2020); Pontarp et al. (2024).</p>
		<p>2. Agricultura e pecuária</p> <p>Se a agricultura apresentar apenas formas tradicionais, existem em pequena escala mista; ou seja, pequenas parcelas sem monoculturas modernas. Práticas agrícolas de alto valor natural evidentes.</p> <p>Terras agrícolas ricas em biodiversidade com práticas agrícolas de alto valor natural, mas com leve degradação. Algumas monoculturas presentes (mas geralmente, menos de 30% da paisagem sob monoculturas). Outras formas de agricultura tradicional e de pequena escala dominam.</p> <p>Impacto moderado da agricultura. Monoculturas presentes. Práticas agrícolas de baixo valor natural evidentes. Práticas agrícolas variadas com muita "natureza" ainda presentes nas fazendas, apesar do aumento dos padrões de intensificação.</p> <p>Pelo menos até 50% da paisagem consistem em monoculturas modernas. Muitos elementos de infraestrutura modernos associados. Agricultura intensiva (por exemplo, estufas) e fazendas industriais baixa naturalidade.</p> <p>Excesso de agricultura intensiva ou culturas mal colocadas; agricultura industrial dominante, apoiada quimicamente.</p>		

		Monoculturas dominam e estruturas agrícolas modernas (estufas, etc.). Nenhum ou poucos vestígios de elementos naturais presentes nas fazendas.		
ESTRUTURA CONSTRUÍDA	<p>PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)</p> <p>REGULAÇÃO (Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)</p> <p>CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)</p> <p>SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética)</p>	3. Malha rodoviária	Estrutura construída x serviços	
		<p>Não há estradas pavimentadas modernas; apenas trilhas tradicionais, trilhas, paralelepípedos e outras rotas muito antigas evidentes.</p> <p>Apenas pequenas estradas de terra estão presentes. Rede rodoviária de densidade muito baixa, > 70% da vista não tem estradas presentes.</p> <p>Poucas estradas; não há grandes estradas ou muitas estradas pavimentadas, mas a rede de estradas pavimentadas cobre várias partes da paisagem.</p> <p>Rede rodoviária quase dominante. Evidência de más práticas de engenharia. Fragmentação do habitat evidente. Rede rodoviária dominante na paisagem. Ou, mesmo quando há poucas estradas, mas a rede rodoviária cria uma degradação generalizada (erosão visível, deslizamentos de terrenos, fragmentação, etc.)</p>	<p>O modelo da malha viária, as edificações e as Interferências androgênicas modernas predominantes <i>contribuem de forma significativa</i> na <i>provisão/regulação/suporte/cultural</i> de recursos</p> <p>O modelo da malha viária, as edificações e as Interferências androgênicas modernas predominantes <i>contribuem adequadamente</i> na <i>provisão/regulação/suporte/cultural</i> de recursos</p> <p>O modelo da malha viária, as edificações e as Interferências androgênicas modernas predominantes <i>contribuem razoavelmente</i> na <i>provisão/regulação/suporte/cultural</i> de recursos</p>	<p>Malha rodoviária: Bush & Doyon (2019); Kuncoro et al. (2024); Lemes de Oliveira (2025); Maimaiti et al. (2021); Mtweve et al. (2025); Saaroni et al. (2018).</p> <p>Edificações: Bush & Doyon (2019); Lemes de Oliveira (2025); Maimaiti et al. (2021); Saaroni et al. (2018).</p> <p>Interferência Antropogênica moderna: Bush & Doyon (2019); Lemes de Oliveira (2025); Maimaiti et al. (2021); Saaroni et al. (2018).</p>
		4. Edificações		
		Se fora da área de observação, os edifícios modernos são apenas em área legal. Se no interior da área analisada, os assentamentos não forem ilegais ou sem graça (ou seja, em harmonia, equilíbrio, ordem) e características tradicionais bem preservadas. Alta autenticidade e ordem em ambientes urbanos e periurbanos.		

	<p>formação/retenção de solo, etc)</p>	<p>Moderada degradação da paisagem devido a edifícios, mas muito pouco efeito de expansão.</p> <p>Se fora da área de observação, vários edifícios modernos e expansão (rupturas em padrões naturais ou tradicionais de construção). Arquitetura não-tradicional. Se os assentamentos internos ilegais ou inestéticos dominam (ou seja, desarmonia, desordem, formas incompatíveis etc.)</p> <hr/> <p>5. Interferência antropogênica moderna</p> <p>Estruturas construídas pelo homem são tradicionais (todas). Nenhuma expansão urbana, industrial ou de qualquer outro tipo. Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (sem parques eólicos, redes de eletricidade etc.). Cena rural ou natural domina.</p> <p>Influência leve de estruturas feitas pelo homem (pouquíssimos postes de utilidade, estrutura isolada ou única). Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (por exemplo, fios elétricos, parques eólicos etc.). Cena rural ou natural ainda domina.</p> <p>Estruturas antropogênicas modernas imediatamente aparentes. Algumas estruturas ligeiramente quebrando o horizonte pelo menos em uma posição no horizonte. Ambiente rural / natural ainda domina. Nas áreas urbanas, esse estado é quase referência (muito espaço verde, arquitetura tradicional).</p> <p>Estruturas antropogênicas altas evidentes em algumas áreas (fios elétricos, estruturas altas). Edifícios modernos e estruturas altas quebram o horizonte em vários (2-5) lugares no horizonte. Ambiente urbano ou periurbano com bom planejamento, mas com algum distúrbio leve e perda de integridade presente. (Algumas estruturas podem estar distantes; estruturas industriais, parques eólicos).</p> <p>Totalmente degradado pelas estruturas antrópicas modernas. Recentes mudanças modernas no nível da paisagem. Muitas estruturas, como novos edifícios e outras estruturas, quebram o horizonte em vários locais (5+) no horizonte.</p>	<p>O modelo da malha viária, as edificações e as Interferências androgênicas modernas predominantes contribuem pouco na <i>provisão/regulação/suporte/cultural</i> de recursos</p> <p>O modelo da malha viária, as edificações e as Interferências androgênicas modernas predominantes não contribuem na <i>provisão/regulação/suporte/cultural</i> de recursos</p>	
<p>CONTROLE DE POLUIÇÃO</p>	<p>PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)</p> <p>REGULAÇÃO</p>	<p>6. Poluições, lixo, detritos</p> <p>Não há lixo nem resíduos de construções ou outros detritos antropogênicos à vista.</p> <p>Quantidades muito pequenas de lixo espalhadas. Condições ligeiramente alteradas devido ao despejo antigo.</p> <p>Lixo espalhado perceptível. Alguns detritos espalhados de canteiro de obras podem ser evidentes. Condições ligeiramente alteradas devido a desordem geral (despejo antigo, porém bem presente).</p>	<p>Controle de poluição x serviços</p>	<p>Poluições, lixo, detritos: Li et al. (2024); Luo et al. (2025); Sharma et al. (2024); Toma et al. (2019); van den Bosch & Ode Sang (2017);</p>

	<p>(Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)</p> <p>CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)</p> <p>SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)</p>	<p>Despejo severo. Lixo e entulhos à vista. Grande parte do lixo e detritos despejados em grandes quantidades (mais de 10 caminhões). Também pode incluir grandes montes de detritos ou outras formas de poluição. Dumping químico tóxico pode estar presente</p> <hr/> <p>7. Experiência olfativa</p> <p>Nenhum cheiro desagradável; cheiros naturais e culturalmente autênticos dominam.</p> <p>Cheiro ligeiramente desagradável artificial de origem humana.</p> <p>Aromas desagradáveis relacionados à degradação antrópica.</p> <p>Cheiro muito desagradável de fontes antropogênicas.</p>		<p>Wang et al. (2024); Zheng et al. (2024).</p> <p>Experiência olfativa: Li et al. (2024); Luo et al. (2025); Sharma et al. (2024); Toma et al. (2019).</p>
BIODIVERSIDADE	<p>PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)</p> <p>REGULAÇÃO (Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)</p> <p>CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)</p> <p>SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)</p>	<p>8. Flora</p> <p>Flora nativa, populações naturais ou quase naturais; ou aproveitado por usos tradicionais de terra seminaturais. Tipos de habitats / comunidades vegetais relacionadas com os tipos de habitat de referência.</p> <p>Flora natural presente. Leve degradação devido a influência antropogênica; caso contrário, as populações florais naturais cobrem > 70%.</p> <p>Impactado por pressões humanas. Espécies tolerantes presentes; baixa diversidade de espécies devido a pressões humanas.</p> <p>Comunidades perturbadas de plantas. Espécies não nativas podem dominar. Degradada por pressões antropogênicas, mudanças recentes e recentes afetam a flora.</p> <hr/> <p>9. Fauna selvagem e habitats de vida selvagem</p> <p>Paisagem rica em habitat de vida selvagem. Normalmente "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, terras úmidas). Presença de espécies sensíveis, intolerantes de áreas urbanas ou perturbadas. Evidência de densidade populacional da fauna relativamente alta (espécies especializadas de aves / insetos podem ser evidentes).</p> <p>Boas condições para a vida selvagem; espécies intolerantes de áreas urbanas e / ou espécies raras ou especializadas presentes. Nenhuma ou poucas espécies domésticas / selvagens / invasoras aparentes. Alguns "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, zonas úmidas, bosques, falésias, recursos escassos etc.).</p> <p>Moderadas populações de vida selvagem são evidentes, mas poucas populações de "espécies tolerantes" presentes ou</p>		<p>Flora: Ali (2023); Felipe-Lucia et al. (2020); Gross et al. (2017); Hoffmann et al. (2025); Jato-Espino & Jensen (2025); Montibeller et al. (2020); Sala et al. (2021); Zhou et al. (2025).</p> <p>Fauna selvagem e habitats de vida selvagem: Felipe-Lucia et al. (2020); Gross et al. (2017); Hoffmann et al. (2025); Sala et al. (2021); Truong (2022).</p>

		<p>prevalentes (longe do que seria esperado em condições naturais). Não / ou "habitats especiais" degradados</p> <p>Habitat de vida selvagem pobre, alterado pelo homem. Nenhuma condição especial ou refúgio (sem "habitats especiais" presentes). Alguma vida selvagem pode estar presente ou seu potencial de habitat presente; mas principalmente "espécies tolerantes" (por exemplo, espécies urbanas).</p> <p>Quase nenhum habitat da vida selvagem presente. Nenhuma vida selvagem presente (ou somente sobrevoando e longe da localização da avaliação do local). Habitats completamente degradados para a vida selvagem.</p>		
INTEGRIDADE DO ECOSISTEMA	PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)	10. Vegetação (nativa e exótica)		<p>Vegetação (nativa e exótica): Elsen et al. (2023); Felipe-Lucia et al. (2020); Hill et al. (2022); Montibeller et al. (2020); Pérez-Méndez et al. (2025); Strashok et al. (2025).</p> <p>Linhas costeiras e/ou condições ribeirinhas: Ferreira et al. (2023); Hill et al. (2022); Pérez-Méndez et al. (2025).</p>
	REGULAÇÃO (Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)	<p>Cobertura vegetal natural ou vegetação secular cultural tradicionalmente não modificada.</p> <p>> 70% de vegetação natural ou vegetação da paisagem cultural. Ligeira modificação das condições de referência.</p> <p>< 50% de vegetação natural ou características da paisagem cultural.</p> <p>< 30% vegetação natural ou vegetação de paisagem cultural; muita degradação e pressões modernas afetam a vegetação.</p> <p>Nenhuma vegetação natural; nenhum tipo de vegetação culturalmente modificado de séculos de idade.</p>		
	CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)	11. Linhas costeiras e/ou condições ribeirinhas		
	SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)	<p>Todas as linhas costeiras naturais. Não há estradas, edifícios, portos ou estruturas artificiais notáveis. Processo costeiro e áreas ribeirinhas em estrutura e funcionamento natural.</p> <p>Todas as linhas costeiras em condições quase naturais. Pequenas mudanças e degradação localizada (por exemplo, por algumas estradas, edifícios isolados ou outras estruturas modernas menores).</p> <p>Mudança moderada aparente (quase 30% da margem / zonas ribeirinhas alteradas).</p> <p>A maior parte das costas / e ou zonas ribeirinhas (> 50%) alteradas ou construídas por usos e infraestruturas modernos. Menos de 30% de vegetação natural presente.</p> <p>Linhas costeiras / e ou zonas ribeirinhas construídas; alterado por usos e infraestruturas modernos. Nenhuma planície natural ou habitats ribeirinhos.</p>		

		<p style="text-align: center;">12. Alterações hidrológicas</p> <p>Todo (s) o (s) rio (s), nascentes e córrego (s) em condições aparentemente naturais. Nenhuma barragem, nenhuma retirada de água séria, nenhum dique ou outras estruturas afetando o regime de vazão ou limitando o acesso do córrego à planície de inundação. Condições da zona úmida no estado natural ou quase natural.</p> <p>Embora haja captações presentes, estas não afetam o regime de fluxo natural e / ou o habitat disponível para a biota. Terras úmidas em bom estado apesar de alguma alteração ou alterações induzidas pelo homem.</p> <p>Existem efeitos antropogênicos negativos significativos para o regime de fluxo. Mudanças moderadas evidentes em toda a bacia do rio.</p> <p>Hidrologia degradada. As captações de água afetam significativamente o regime de fluxo e / ou habitat disponível para biota.</p> <p>Hidrologia totalmente degradada. Captações, canalizações ou tubulações causaram completa alteração do regime de vazão e perda severa de habitat, afetando severamente a biota aquática. Barragens podem estar presentes; zonas úmidas severamente degradadas.</p> <p style="text-align: center;">13. Pastagem de gado</p> <p>Pecuária em pastagens naturais ou paisagens tradicionais sustentáveis (nenhum abandono recente evidenciado). Se não houver aparente vida selvagem pastando evidente.</p> <p>Pouca evidência de impactos negativos na pastagem. Alguns sobrepastoreio ou abandono podem ser evidenciados. Caso contrário, os impactos do pastoreio não prejudicam a biodiversidade.</p> <p>Evidência moderada de impactos negativos no pastoreio que podem mostrar degeneração recente da vegetação ou degradação de certos habitats. Forte impacto de pastoreio ou, inversamente, recente "abandono total".</p> <p>Condições de sobrepastoreio. Processo notável de degeneração da vegetação (mudanças no padrão de sucessão ecológica). Erosão do pisoteio. Arbusto atrofiado e crescimento de árvores. Escassez de grama e ervas. Pecuária de gado e trilhas em abundância. Pastoreio após o fogo / exploração florestal e associado ao desmatamento da vegetação. (A avaliação do status de pastoreio excessivo varia de acordo com o tipo de vegetação e os usos culturais tradicionais da terra).</p>	<p>Alterações hidrológicas: Ferreira et al. (2023); Hill et al. (2022); Li et al. (2024); Wang et al. (2024).</p> <p>Pastagem de gado: Allan et al. (2015); Huang et al. (2024); Pontarp et al. (2024).</p>
--	--	--	---

QUALIDADE DA PAISAGEM	PROVISÃO (Alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)	14. Atratividade da paisagem	Qualidade da paisagem x serviços	<p>Atratividade da paisagem: Assis et al. (2023c); Cheng & Cheng (2025); Vilanova et al. (2024); Yuan et al. (2019).</p> <p>Qualidade sonora: Assis et al. (2023c); Saaroni et al. (2018); van den Bosch & Ode Sang (2017).</p>
	REGULAÇÃO (Climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc) CULTURAL (Turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc) SUPORTE (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)	<p>Excepcionalmente atraente; ricamente variada; paisagem rara. Exemplares de elementos ou elementos naturais ou culturais. Excelente qualidade cênica.</p> <p>Alta atratividade; apenas pequenas condições ou elementos que colidam com elementos naturais / culturais. Beleza cênica notável.</p> <p>Atratividade média. Elementos naturais moderados, mas algumas mudanças modernas. Alguma degradação.</p> <p>Atratividade fraca. Degradado por mudanças humanas. Recursos ou elementos pouco atraentes.</p> <p>Degradado; monótono; desinteressante. Alterado por intervenções humanas e não cênica de qualquer forma.</p>		
		15. Qualidade sonora		
		<p>100% de predominância de sons autênticos naturais e tradicionais. Nenhum som artificial moderno (por exemplo, sons mecânicos).</p> <p>Predominam quase todos os sons naturais e tradicionais. Poucos sons mecânicos à distância (mas sem ruído de estrada frequente).</p> <p>A pequena estrada e / ou o ruído agrícola moderno disperso rompem os sons culturais naturais ou tradicionais (por exemplo, ruído rodoviário à distância).</p> <p>> 70% dos sons antropogênicos modernos dominam. Ruído intenso na estrada ou outras fontes (por exemplo, sobrevôo de frequentes de aviões).</p> <p>100% sons mecânicos dominam. Nenhum ou poucos sons naturais.</p>		

De modo geral, a avaliação da influência da paisagem na prestação de serviços ecossistêmicos constitui um campo de estudo abrangente, porém marcado por padrões comuns de impacto. Nesse contexto, o Quadro 4 sintetiza as principais influências discutidas na literatura em relação aos fatores da paisagem.

Quadro 4: Síntese dos principais fatores da paisagem urbana associados à prestação de serviços ecossistêmicos.

Fator da paisagem urbana	Síntese dos efeitos sobre os serviços ecossistêmicos	Referências
Uso e ocupação do solo	Padrões urbanos intensivos e impermeabilizados reduzem a capacidade de regulação, suporte e provisão de serviços ecossistêmicos.	Reynard et al. (2007); Fry et al. (2009); Stefanoski et al. (2013)
Infraestrutura urbana	Edificações e vias diminuem áreas naturais e limitam a contribuição das áreas verdes para o bem-estar humano.	O'Sullivan et al. (2017)
Vegetação urbana	Atua na purificação do ar e da água, regulação do ruído e sequestro de carbono.	Klaus et al. (2024); Strashok et al. (2025)
Biodiversidade	Maior diversidade biológica amplia serviços regulatórios, de suporte e culturais.	Truong (2022)
Configuração espacial	Forma, tamanho, fragmentação e localização influenciam diferentemente a oferta de serviços ecossistêmicos.	de Lima et al. (2023); Pukowiec-Kurda (2022); Boesing et al. (2024); Huang et al. (2024)
Oferta e demanda de SE	Desequilíbrios entre oferta e demanda reduzem a percepção dos serviços, exigindo estratégias de planejamento integradas.	Assis et al. (2023b)

Gestão e planejamento	Abordagens integradas e priorização estratégica das áreas verdes aumentam a eficiência na provisão de serviços ecossistêmicos.	Allan et al. (2015); Ferreira et al. (2023); Chen et al. (2024)
-----------------------	--	---

Fonte: elaboração própria com base nos autores citados (2025).

3.4. Políticas públicas direcionadas a conservação de remanescentes florestais urbanos

Conforme Lubaina, Asifa e Ayesha Agha (2025) mesmo sendo de conhecimento de uma parte considerável da população a necessidade de se aplicar políticas públicas direcionadas a conservação ambiental em centros urbanos as maiores barreiras estão na ausência de apoio governamental, altos custos de manutenção, ausência de mão de obra e limitações tecnológicas.

Apesar disso soluções baseadas na natureza tem sido cada vez mais reconhecidas como uma ferramenta de mitigação ambiental em centros urbanos e são base para repensar espaços urbanos a partir da gestão ecossistêmica de forma que planos de adaptação urbana possam combinar medidas técnicas (infraestruturas) e educativas/organizacionais (*soft solutions*), com participação de diferentes atores sociais (Halecki; Stachura; Fudala, 2025).

Organizações não governamentais (ONGs) podem atuar na co-produção de espaços verdes urbanos, ampliando o espaço cívico e contribuindo para a justiça procedimental e de reconhecimento nos parques urbanos (Liang; Day; Han, 2025). Em cidades da África Subsaariana a perda anual de áreas verdes chegava a 4,7% (2003–2013) e 5,4% (2013–2019) após acordo de co-governança entre instituições estatais e autoridades tradicionais a taxa caiu drasticamente para 0,9% ao ano, preservando cerca de 20,36 km² de áreas verdes (Alidzi *et al.*, 2025).

A cidade de Shenzhen na China obteve avanços significativos em sustentabilidade urbana com tecnologias inteligentes: houve uma redução o consumo de energia em 15%, embora o acesso a programas solares ainda seja desigual entre classes sociais; a frota totalmente elétrica de ônibus e 94% de táxis diminuíram em 20% as emissões de CO₂, mas com aumento do tempo de

deslocamento em áreas periféricas devido a vieses algorítmicos; o programa Sponge City reduziu em 60% os alagamentos e evitou US\$ 3,7 bilhões em danos, embora enfrente altos custos de manutenção; e a expansão da infraestrutura verde elevou em 30% a cobertura vegetal e melhorou em 22% a qualidade do ar, mas os custos de instalação e manutenção limitaram a inclusão de bairros populares. Apesar desses ganhos, persistem barreiras ligadas a desigualdades de acesso, custos elevados, vulnerabilidades de dados e governança fragmentada (Zhao, 2025).

A adesão a programas de pagamentos por serviços ambientais (PSA) está diretamente ligada a percepção de benefícios coletivos, como no Havaí onde a maior parte de empresas dispostas a colaborar financeiramente com programas de recuperação ambiental tem motivações intrínsecas pró-natureza, reputação e identidade cultural (Carlson *et al.*, 2025). Enquanto em Minas-Gerais um programa de PSA propõem a adoção de práticas de uso sustentável do solo, como recomposição de matas ciliares, conservação de nascentes e adequação ambiental de propriedades, mediante compensações financeiras (Silva *et al.*, 2025).

Em Adelaide na Austrália o projeto *Catchment to Coast*, financiado pelo Programa Nacional Landcare do Governo Australiano, envolveu governos e comunidades trabalhando juntos para melhorar a qualidade da água cidade após a identificação que despejos industriais e escoamento pluvial estavam impactando a qualidade da água e a saúde da vegetação marinha. Povos tradicionais, professores e estudantes da Universidade da Austrália Meridional, além de Conselho de Recursos Naturais da região mais de 12 governos locais e diversos grupos comunitários participaram de atividades de capacitação, monitoramento e iniciativas práticas que vêm promovendo melhorias na qualidade da água ao longo da costa de Adelaide (McDowell; Pfennig; Gerrity, 2018).

No Brasil, no entanto a partir da mudança no código florestal em 2012 houve significativa redução em APP's que se beneficiavam de proteção legislativa, o que favoreceu a expansão de usos urbanos e agropecuários, gerando conflitos socioambientais e indicando retrocesso na conservação da

vegetação nativa e na manutenção dos serviços ecossistêmicos (Chaves *et al.*, 2023).

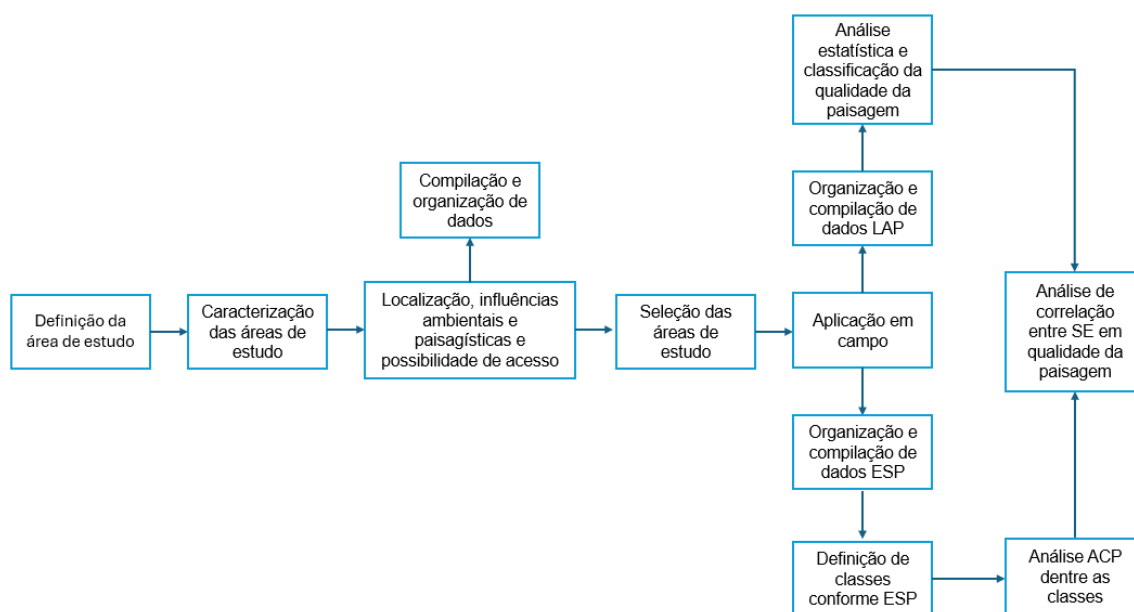
A valorização ampla dos serviços ecossistêmicos é tema constante de debate e deve buscar integrar instrumentos jurídicos, mecanismos econômicos e estratégias de governança participativa. É fundamental que políticas públicas articulem planejamento urbano sustentável, conservação da biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas, promovendo a criação de corredores ecológicos, unidades de conservação urbanas e incentivos fiscais voltados à manutenção da vegetação nativa. Além disso, a efetividade dessas iniciativas depende do engajamento comunitário, da educação ambiental e de sistemas de monitoramento contínuo, capazes de mensurar benefícios e orientar ajustes nas ações. Assim, a legislação deve não apenas proteger remanescentes florestais urbanos, mas também garantir justiça ambiental, qualidade de vida e resiliência socioecológica nas cidades.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Sequência dos procedimentos metodológicos adotados

Para a execução e avaliação da prestação de serviços ecossistêmicos no município de Campinas em remanescentes de boa qualidade ambiental se adotou o seguinte procedimento. As etapas foram caracterizadas na figura 1:

Figura 1: Síntese do procedimento metodológico



Fonte: Autora (2025)

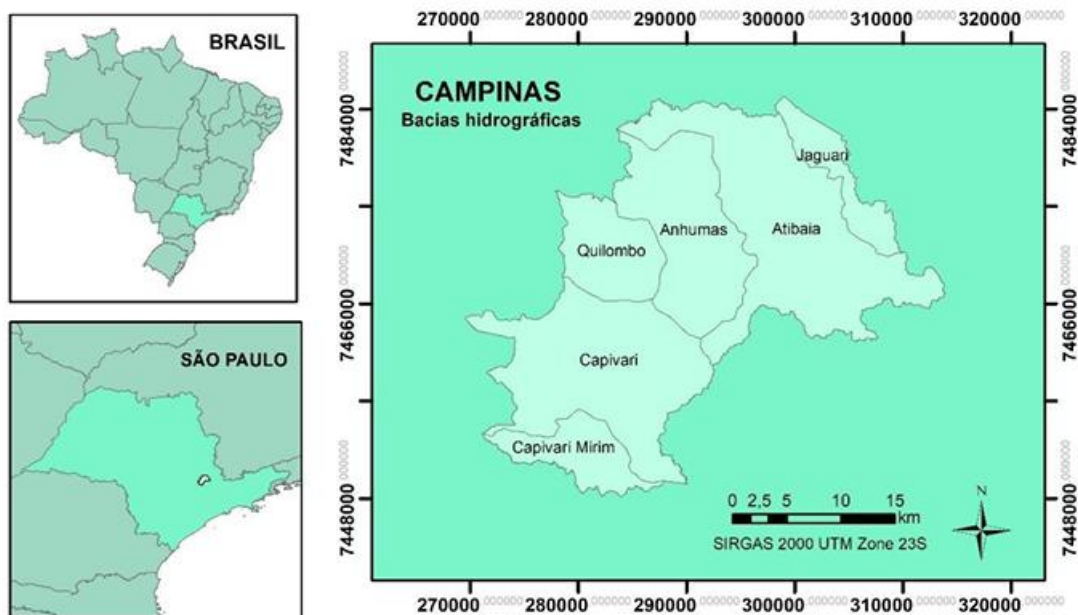
4.2. Definição e caracterização da área de estudo

Campinas é uma das principais cidades do Brasil, localizada na segunda maior região metropolitana do estado de São Paulo. A cidade é cortada por suas duas nascentes, os rios Atibaia e Capivari, responsáveis pelo abastecimento de 92,1% e 7,9% da população, respectivamente. Além das atividades rurais, principalmente cana-de-açúcar e pecuária, a maior parte da população de Campinas (98%) vive em áreas urbanas (Kaiser; Ribeiro; Montagner, 2024).

Se situa na porção Centro-Leste do Estado de São Paulo localizada nas coordenadas geográficas 22°53'20" sul e 47°04'40" oeste, distando aproximadamente 100 km da capital do Estado. Segundo dados do (IBGE, 2022) possui uma área territorial de 794,571km², 1.139.047 pessoas residentes e densidade demográfica 1.433,54hab/km, se destaca como um centro urbano,

industrial e tecnológico do país, a localização geográfica do município está ilustrada na figura 2.

Figura 2: Localização do município de Campinas SP

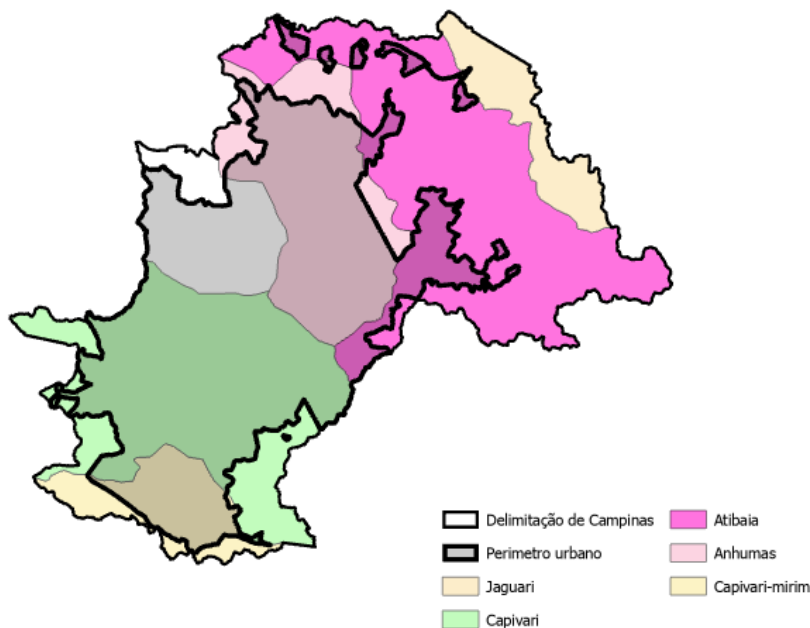


Fonte: Silva e Longo (2020)

Está dividida em 6 bacias hidrográficas (Capivari-mirim, Capivari, Quilombo, Anhumas, Atibaia e Jaguari). Das quais estão seccionadas em 30 microbacias, sendo a de maior área e maior número de microbacias a do rio Atibaia.

A partir dos objetivos do presente estudo foram delimitados que as áreas de coletas de dados que devem estar dentro da área de perímetro urbano ou imediatamente ao lado da zona delimitada onde pelo menos uma das faces dos remanescentes tenha contato direto com a área urbanizada. Por essa razão não se integram a essa pesquisa os remanescentes presentes na bacia do Jaguari, já que em sua área urbana não foram identificadas áreas que atendam o critério especificado para ser considerado apto a análise, a área urbana delimitada como perímetro urbano está expressa na figura 3.

Figura 3: Bacias hidrográficas do município de Campinas-SP, sendo: Atibaia, Anhumas, Capivari, Capivari-Mirim, Jaguari e Quilombo e delimitação do perímetro urbano.



Fonte: Autora (2025)

A lei complementar n° 189/2018 que dispõe sobre o plano diretor do município de Campinas visa um crescimento urbano ordenado para o município com amplo enfoque em gestão territorial e controle do crescimento urbano disperso. Quanto a preservação ambiental dos bens da cidade assim como sua utilização para o bem-estar da população se destaca em:

Art 3. III- “proteger, conservar e preservar os recursos ambientais municipais, a fim de promover um meio ambiente ecologicamente equilibrado e a sadia qualidade de vida, objetivando uma cidade sustentável para as presentes e futuras gerações;”

Art 3. IV – “promover a inclusão social, reduzindo os fatores que contribuem para as desigualdades e a segregação socioespacial da população;”

Art 3. VII – “garantir a preservação e a valorização do patrimônio histórico, cultural, natural e paisagístico;”

Dessa forma a proposta do presente trabalho se alinha com as diretrizes do planejamento urbano e da conservação do meio ambiente promovido pelo município de Campinas/ SP.

4.3. Descrição dos remanescentes florestais

Conforme o estudo de Silva; Longo (2020), o município de Campinas possui um total de 2.316 remanescentes florestais, categorizados em bosques,

parques lineares, áreas de preservação permanente e bens tombados. Dentre esses, 104 foram identificados com qualidade ambiental boa ou muito boa, com base nos critérios de delimitação apresentados na Tabela 1:

Tabela 1: Critérios de avaliação de remanescentes florestais utilizados por Silva e Longo (2020).

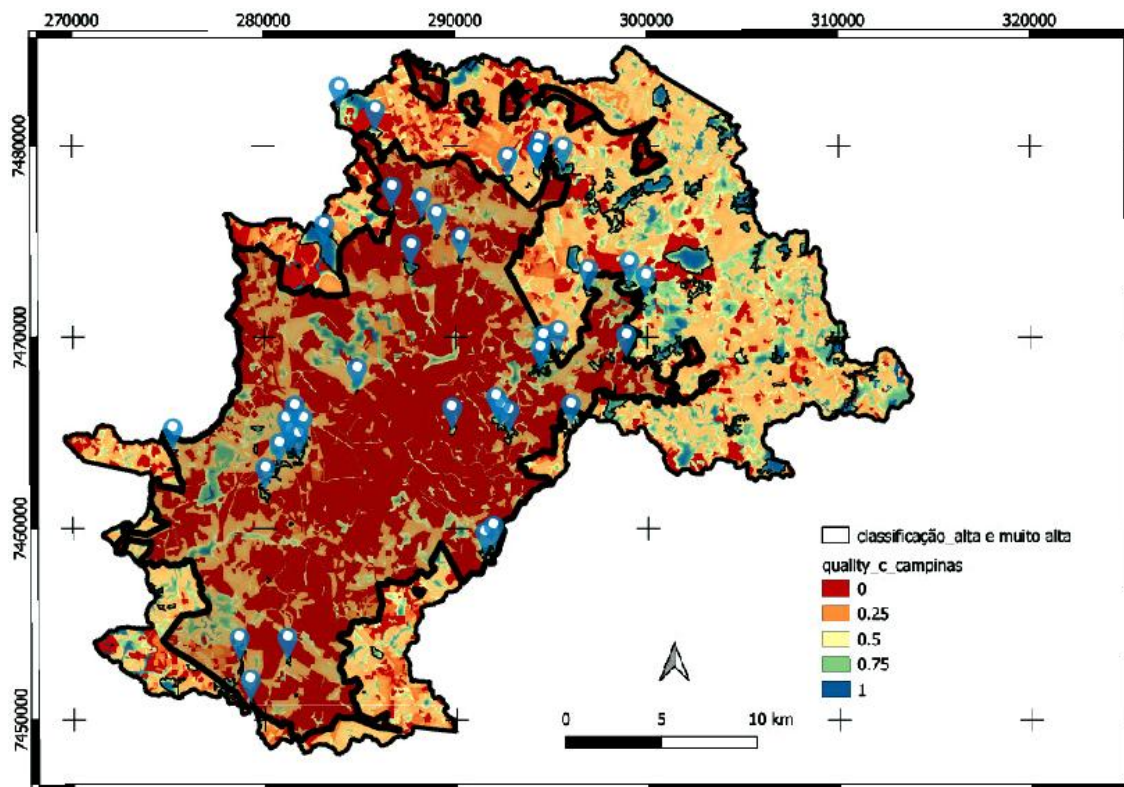
Indicador	Ponderação				
	1	3	5	8	10
Tamanho do fragmento (ha) (AREA)	< 0,50	0,50 – 1,00	1,00 – 5,00	5,00 – 20,00	> 20,00
Índice de Área Central (CAI)	< 5 %	5 – 30 %	30 – 50 %	50 – 70 %	> 70 %
Índice de Circularidade (IC)	–	–	< 0,65	0,65 – 0,85	> 0,85
Distância do vizinho mais próximo (ENN)	–	> 200	120 – 200	60 – 120	< 60
Proximidade a curso d'água (PROXRIO)	–	> 200 m	120 – 200 m	60 – 120 m	< 60 m
Produção de água (AGUA)	–	–	Não	–	Sim
Grau de uso e ocupação do solo no entorno (BORDA)	Classe 4	Classe 3	Classe 2	Classe 1	Classe 0
Grau de erodibilidade (EROD)	Muito forte	Forte	Médio	Fraco	Muito fraco

Fonte: Silva e Longo (2020)

Para a realização do presente estudo, a seleção dos locais de amostragem foi realizada a partir dos dados de remanescentes catalogados por Silva; Longo (2020). Dentre as áreas consideradas de qualidade ambiental suficiente para prestar serviços ambientais à população, 51 foram classificadas como aptas e dispostas em 34 pontos distribuídos pelo município, considerando que, em vários casos, os remanescentes são fragmentados por pequenas barreiras físicas ou legais.

Para a coleta de dados in loco foi realizada uma análise prévia de viabilidade. Foram excluídos remanescentes localizados em áreas privadas, de difícil acesso, locais considerados perigosos ou com baixa capacidade de visibilidade. Ao final do processo, 38 remanescentes foram visitados, distribuídos em 28 pontos no município (Apêndice 1). A localização dos pontos onde as coletas foram realizadas está detalhada na Figura 4.

Figura 4: 104 remanescentes classificados como tendo boas condições ambientais, dos quais 51 estão em área urbana e 38 foram visitados no presente estudo conforme indicado pelo marcador.



Fonte: Autora (2025).

4.4. Análise da qualidade ambiental dos fragmentos florestais: aplicação do Landscap Assesment Process (LAP)

A avaliação em campo foi realizada por meio da atribuição de pontuação entre 0 e 10 a cada métrica avaliada. Para cada área analisada se utiliza como ferramenta o formulário LAP, a avaliação deve ser realizada por aplicadores treinados na metodologia e atender aos valores definidos no anexo 1. A figura 5 apresenta o formulário de utilizado em campo conforme metodologia LAP.

Figura 5: Protocolo de pontuação com métricas do formulário de campo do LAP, a avaliação deve ser feita com o acompanhamento do guia de critério de métricas.

Landscape Assessment Protocol - LAP

Site Name.....Coordinates.....

Recorder Name..... Date..... Time Start..... Time Stop.....

Primary landscape anthropogenic pressures.....

<input type="checkbox"/> Land Use Pattern <input type="checkbox"/> Vegetation <input type="checkbox"/> Flora <input type="checkbox"/> Road Network <input type="checkbox"/> Modern Anthropogenic Interference <input type="checkbox"/> Pollution, Garbage & Debris <input type="checkbox"/> Agriculture <input type="checkbox"/> Livestock Grazing <input type="checkbox"/> Hydrologic Alteration <input type="checkbox"/> Shorelines &/or Riparian Conditions <input type="checkbox"/> Soundscape Quality	<input type="checkbox"/> Landscape Attractiveness <input type="checkbox"/> Smellscape Pleasantness <input type="checkbox"/> Wildlife & Wildlife Habitat <input type="checkbox"/> Buildings
--	---

LAP CI

Sum	Overall Score (Total divided by number scored X 10)

Fonte: Vlami *et al.* (2019)

O cálculo do LAP CL pode ser resumido pela seguinte equação:

$$\text{Equação 01: } LAP\ CL = \frac{\sum \text{peso LAP}}{N^{\circ} \text{ métricas aplicadas}} * 10$$

A partir do resultado do LAP CL a classificação de qualidade deve ser realizada conforme tabela 2.

Tabela 2: Classes de qualidade da paisagem conforme Vlami *et al.* (2019).

Classe de qualidade	Descrição das condições	LAP CI	Cor
Excelente	Condições de conservação favorável. Paisagem natural/ semi-natural ou paisagem cultural de qualidade excepcional com alto grau de elementos e características naturais.	≥85	
Boa	Condições de conservação favorável. Perto de paisagem natural ou cultural com leve degradação; paisagem urbana ou periurbana de alta qualidade	70-84	
Moderada	Condições de conservação desfavorável. Paisagem moderadamente degradada com inúmeras mudanças e pressões modernas.	50-69	
Ruim	Condições de conservação desfavorável. Paisagem degradada. Área urbana ou periurbana moderadamente degradada.	31-49	
Muito ruim	Condições de conservação desfavorável. Paisagem não urbana severamente degradada ou paisagem cultural/ urbana degradada.	≤30	

Fonte: Vlami *et al.* (2019)

4.5. Análise dos potenciais serviços ecossistêmicos providos pelos fragmentos florestais Environmental Services Protocol (ESP)

A partir da síntese de MEA (2005) compreender os serviços ecossistêmicos e conhecer seus benefícios sociais, econômicos e político e os quantificar se tornou um grande desafio, mas também uma forma de colaborar com o desenvolvimento sustentável. Para isso é importante que forma holísticas de analisar a paisagem sejam propostas e qualificadas.

Tendo como base os indicadores socio ambientais de paisagem definidos por Vlami *et al.* (2019) se apresentada a proposta da quantificação dos serviços ecossistêmicos com base nas características da paisagem urbana. Para a avaliação quantitativa de cada ponto os avaliadores devem utilizar como base o Anexo 1 e atribuir valores de 1 a 10 quanto a influência de cada critério na prestação de serviços ecossistêmicos. Em casos em que algum dos indicadores não sejam observados na paisagem todo o item deve ser classificado como “não se aplica” e excluído do cálculo da métrica final.

Visto que a aplicação em campo pode ser dificultada para quantidade de dados a serem recolhidos é indicado que se utilize de ferramentas de formulários, onde se possível, os dados tenham saída de forma organizada e prática, facilitando assim sua aplicação. Para fins de ilustração a figura 6 foi desenvolvida como um formulário que relacionada as métricas de LAP e seu desdobramento para o protocolo de serviços ecossistêmicos (ESP) proposto.

Figura 6: Proposta de aplicação metodológica ESP com base nas métricas de aplicação do LAP desenvolvido por Vlami et al. (2019).

ECOSSISTEM SERVICES PROTOCOL-ESP

Nome da área		Coordenadas	
Data	Horário inicial	Horário final	
Principais pressões antropogênicas			

<p>1- Padrão de uso do solo <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>2- Agricultura <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>3- Malha rodoviária <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>4- Edificações <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>5- Interferência antropogênica moderna <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>6- Poluição, lixo e detritos <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>7- Experiência olfativa <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>8- Flora <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>9- Vida selvagem e habitat da vida selvagem <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p>	<p>10- Vegetação <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>11- Condições ribeirinhas e/ou linhas costeiras <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>12- Alteração hidrológica <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>13- Pastagem de gado <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>14- Atratividade da paisagem <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p> <p>15- Qualidade sonora <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> Regulação <input type="checkbox"/> Provisão</p> <p><input type="checkbox"/> Suporte <input type="checkbox"/> Cultural</p>
--	--

ESP CL	LAP CL
_____	_____
ESP CL	PONTUAÇÃO FINAL
_____	_____

Fonte: Autora (2025).

Quanto a pontuação final da metodologia ESP se adota a seguinte equação:

$$\text{Equação 02: } ESP\ PF = ESP\ CL * \frac{LAP\ CL}{100} * 10$$

$$\text{Equação 03: } ESP\ CL = \frac{\sum \text{peso ESP}}{N^{\circ} \text{ métricas aplicadas}}$$

Onde:





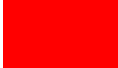
ESP PF = Prestação de serviços ecossistêmicos pontuação final (*Ecosystem services provision final score*)

ESP CL= Prestação de serviços ecossistêmicos calculada (*Ecosystem services provision calculated*)

LAP CL = *Landscape assessment protocol calculated*

A contribuição da prestação de serviços ecossistêmicos pela paisagem deve ser classificada com base na qualidade ambiental e categorizada conforme tabela 3:

Tabela 3: Contribuição da paisagem para a prestação dos serviços ecossistêmicos.

Classe de qualidade	Descrição das condições	ESP	Cor
Excelente	A paisagem contribui significativamente para a prestação de serviços ecossistêmicos	≥85	
Boa	A paisagem contribui adequadamente para a prestação de serviços ecossistêmicos	70-84	
Moderada	A paisagem contribui razoavelmente para a prestação de serviços ecossistêmicos	50-69	
Ruim	A paisagem contribui pouco para a prestação de serviços ecossistêmicos	31-49	
Muito ruim	A paisagem contribui muito pouco para a prestação de serviços ecossistêmicos	≤30	

Fonte: Autora (2025) adaptado de Vlami *et al.* (2019)

4.6. Análise estatística dos dados

O uso inadequado da estatística é uma das principais causas de interpretações errôneas e se tratando de uma grande quantidade de dados pode fornecer resultados irreais a quem os análise, sendo assim, uma boa delimitação das análises favorece o fornecimento de resultados confiáveis (Rodrigues; Lima; Barbosa, 2017).

Para a análise de dados o presente estudo propõe os seguintes fatores de cálculo:

- a) A estatística descritiva: organização de dados de campo de médias, desvios-padrão, coeficientes de variação, valores mínimos e máximos para cada indicador do protocolo LAP e ESP (Zhang, Chunhua *et al.*, 2023).
- b) Análise de Componentes Principais (ACP/ PCA), utilizada para reduzir a dimensão do conjunto de indicadores e identificar quais variáveis mais influenciam a prestação de serviços ecossistêmicos (Karimi; Corstanje; Harris, 2021) e dessa forma identificar quais variáveis apresentaram maior contribuição para a explicação da variabilidade observada entre os fragmentos, evidenciando os indicadores mais influentes na provisão, regulação, suporte e oferta de serviços culturais. As análises foram realizadas no software PAST 4.0, a partir dos dados coletados em campo.
- c) Agrupamento dos fragmentos por meio de cluster a partir de semelhança no comportamento ecológico com o objetivo de agrupar os fragmentos florestais a partir da similaridade dentre o conjunto de indicadores socioambientais e de prestação de serviços ecossistêmicos avaliados, buscando identificar padrões de semelhança e dissimilaridade entre as áreas de estudo, possibilitando a formação de grupos relativamente homogêneos internamente e distintos entre si. (Grafius; Corstanje; Harris, 2018) .
- d) Cruzamento dos índices LAP e ESP novamente em PCA Wang *et al.*, 2021). Para identificação da relação entre a estrutura da paisagem e capacidade ecológica com o objetivo de compreender de forma integrada, a relação entre a estrutura da paisagem e a capacidade ecológica dos fragmentos florestais urbanos. Ao combinar indicadores do LAP, que

refletem a qualidade, integridade e configuração da paisagem, com os índices do ESP, associados à provisão de serviços ecossistêmicos.

Em suma o desenho metodológico do presente estudo foi delimitado em 4 etapas, sendo:

- A) A avaliação ambiental foi conduzida com base no Protocolo LAP (Valmi *et al.*, 2019) e no Protocolo ESP (Environmental Service Protocol – proposta própria), envolvendo a aplicação em campo por meio de formulários eletrônicos. A primeira etapa contemplou a avaliação da qualidade ambiental dos remanescentes florestais, a partir de 15 indicadores aplicados via Google Forms. Com os dados coletados o objetivo será identificar quais apresentaram melhor ou pior desempenho.
- B) Posteriormente, foi calculado e classificado o índice de qualidade ambiental para cada remanescente, conforme diretrizes do LAP. A seguir, fim de identificar os indicadores que mais influenciam na qualidade ambiental, onde se realizou uma análise estatística buscando identificar o comportamento e interação da paisagem entre os indicadores;
- C) Sucedeu-se a avaliação do potencial de serviços ecossistêmicos (ESP), também a partir de 15 indicadores cruzados com quatro categorias de serviços: regulação, provisão, suporte e culturais. A partir dos indicadores por categoria de serviço, onde foi possível discutir os melhores e piores desempenhos em cada uma. O índice de potenciais serviços ecossistêmicos será então calculado e classificado.
- D) A ACP foi aplicada para verificar a contribuição relativa de cada indicador na prestação dos serviços ecossistêmicos. Por fim, será realizada uma análise de correlação entre os índices de qualidade ambiental e os de serviços ecossistêmicos, avaliando a relação entre as duas dimensões avaliadas.

4.7. Levantamentos realizados em campo

Para a aplicação em campo da proposta metodológica se definiu uma distância padrão de observação de 100 m dos remanescentes, com campo de visão de 180° da área, dessa forma sendo possível entender a paisagem como um todo. Quanto a composição da equipe se definiu que todas as áreas deveriam

ser avaliadas por mais de uma pessoa, treinadas na metodologia LAP e ESP, assim como a presença de técnicos ambientais em todos os locais.

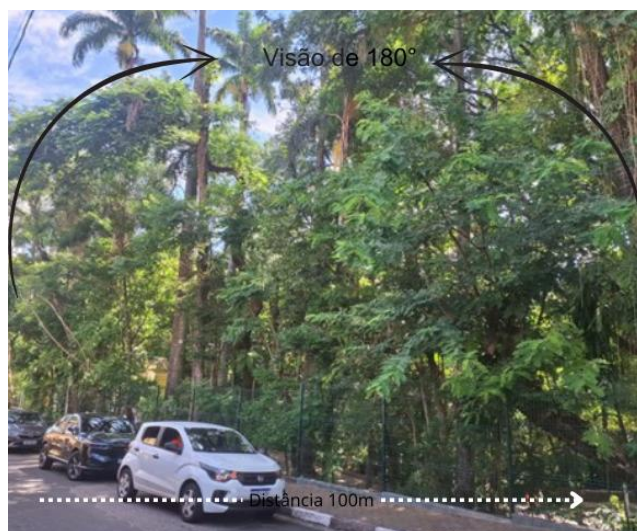
Durante as análises de campo cada remanescente foi fotografado buscando ilustrar as condições do remanescente e a paisagem observada, algum exemplo das visitas de campo registradas está ilustrado na Figura 7.

Figura 7: Áreas de coleta de dados de aplicação LAP e ESP com visão de 180° e distância aproximada do remanescente de 100m, se apresenta em ordem:



A) Fragmento fazenda rosário

B) Fragmento haras figueira do lago



C) Fragmento bosque dos jequetibás

Fonte: Autora (2025).

Dentre os remanescentes apresentados na figura 6 tem-se as situações paisagísticas mais observadas, sendo:

A) Remanescente isolado por rodovias, próximo a áreas residenciais, área majoritariamente urbana e altamente edificada, o remanescente não tem funções culturais por não se integrar a área urbana.

B) Remanescente em meio urbano, mas com algumas características rurais, com estruturas e intervenções antrópicas evidentes, majoritariamente fragmentado, sem conexão com a sociedade.

C) Remanescente em área completamente urbanizada e central, alto fluxo de veículos, estruturas altas construídas, se conecta com o planejamento urbano e corresponde a área isolada de vegetação não segregada na paisagem.

As avaliações de campo foram realizadas entre dezembro de 2024 a abril de 2025, de forma que remanescentes próximos fossem avaliados no mesmo dia e pela mesma equipe, a média máxima percorrida foi de aproximadamente 70 km por dia. Para a facilitação e otimização da aplicação cada avaliador registrou as respostas em um questionário desenvolvido no google forms. Como forma de ilustração o formulário está destacado na figura 8.

Figura 8: Formulário de resposta LAP e ESP para campo, conforme critérios da metodologia proposta.

LAP- Landscape Assessment Process/ ESP-
Ecosystem Services Protocol

B I U ↻ ✖

Descrição do formulário

Este formulário está coletando automaticamente os e-mails de todos os participantes. [Alterar configurações](#)

Nome do remanescente? *

Texto de resposta curta

Local (endereço/ coordenadas)

Texto de resposta curta

Data

Mês, dia, ano 📅

Horário de início

Horário 🕒

Fonte: Autora (2024).

A partir das respostas fornecidas por cada avaliador no questionário ilustrado na Figura 8, a planilha-base foi automaticamente alimentada, registrando as respostas de cada item. Essa planilha serviu tanto como

instrumento de armazenamento dos dados coletados quanto como base para a realização da análise estatística.

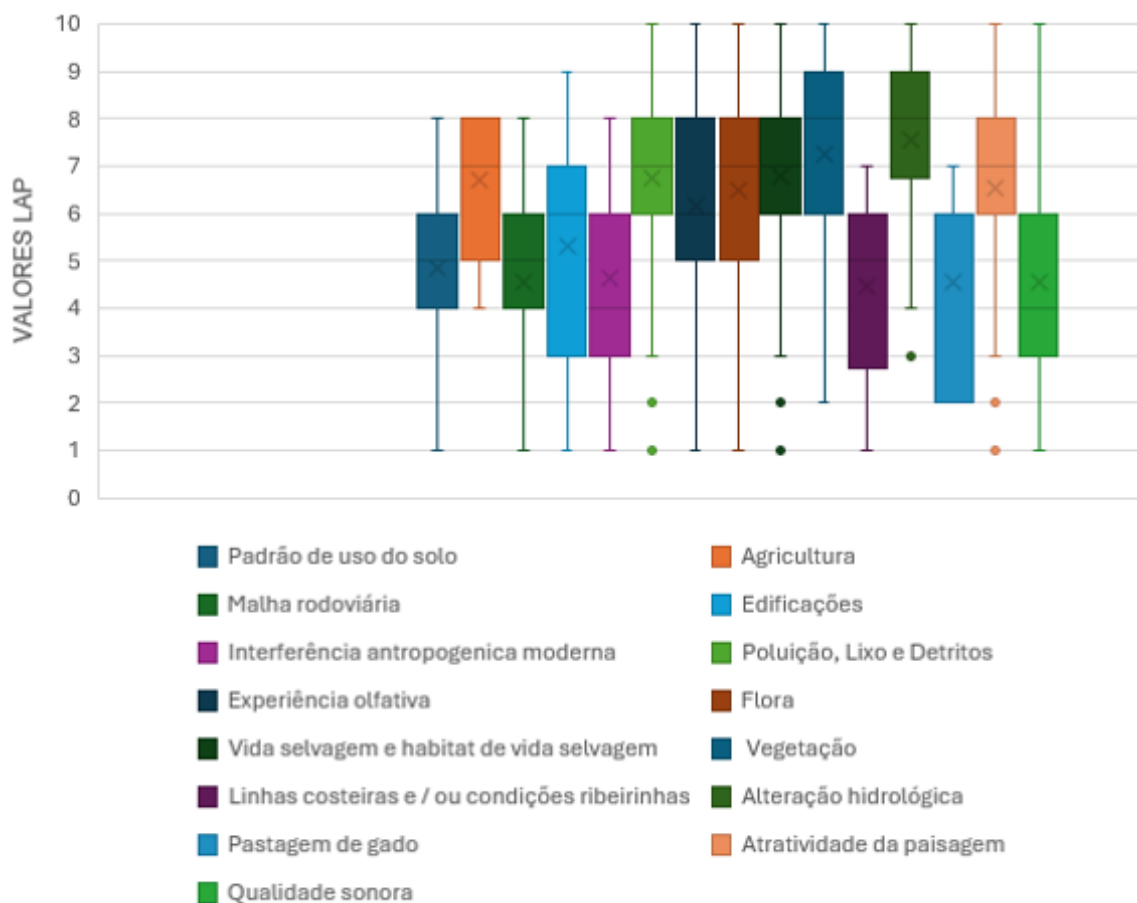
A padronização da distância de observação e a fundamentação de Vlami *et al.* (2019) garantiu consistência na avaliação dos remanescentes. Além disso, a presença de equipes treinadas tanto na LAP quanto na ESP, se demonstrou eficiente na avaliação paisagística visto que a percepção holística da paisagem pode ser aplicada em diversos contextos do planejamento paisagístico (Kang; Liu, 2024). Essa sistematização minimiza vieses individuais e possibilita uma análise comparável entre diferentes áreas urbanas, além disso o uso de formulários digitais (Google Forms) também se mostrou eficiente, agilizando a coleta e garantindo integridade no armazenamento dos dados.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estatística descritiva dos dados de análise da paisagem

Como forma de resumir e descrever os dados obtidos se calculou inicialmente a média, o desvio padrão e o coeficiente de variação, assim como valor máximo e mínimo atribuído em campo a cada métrica a analisada. A figura 9 apresentou a análise estatística dos resultados obtidos com a análise ambiental da paisagem, cada indicador foi calculado com base nos valores atribuídos entre todas as áreas visitadas.

Figura 9: Análise estatística descritiva em cada indicador da metodologia LAP.



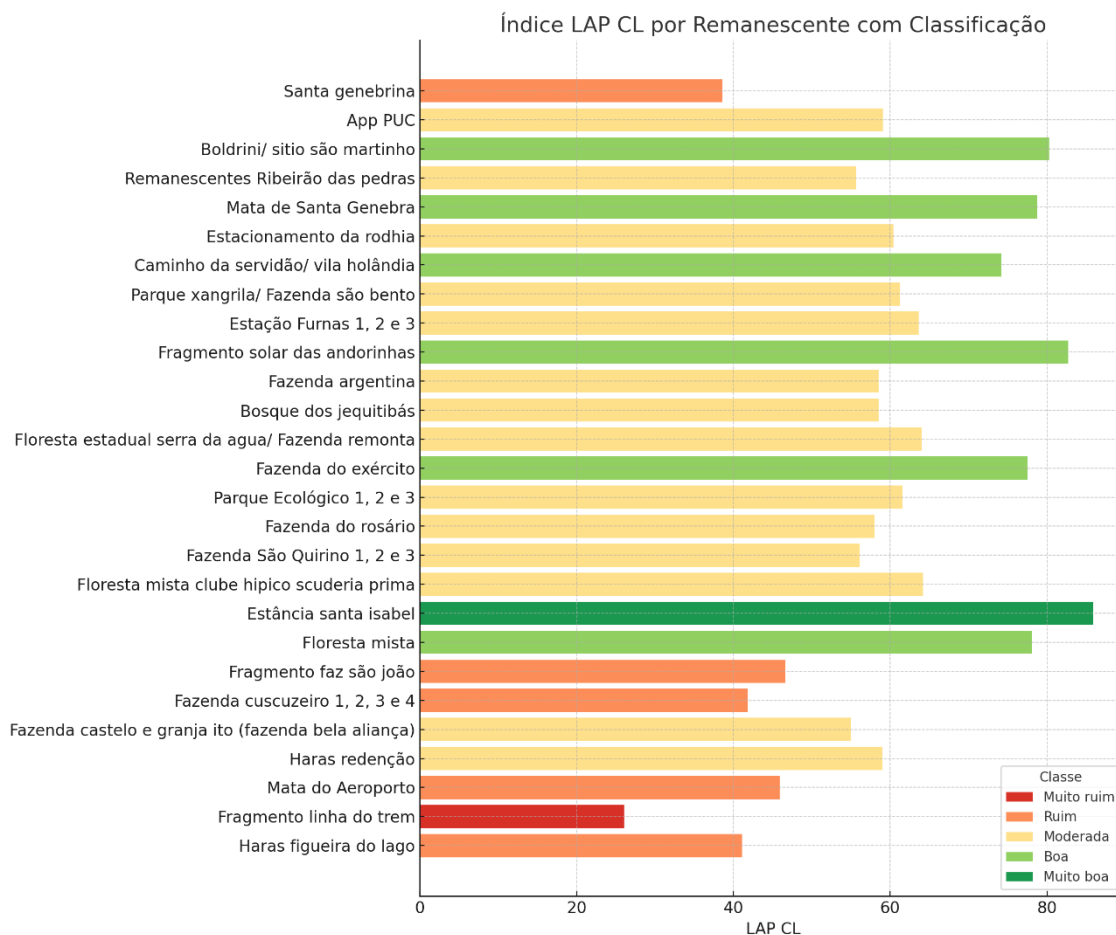
Fonte: Autora (2025).

Dentre os indicadores obtidos demonstraram que a vegetação e os fatores de alteração hidrológica se destacaram positivamente na paisagem no município, além disso em diversos critérios se atingiu nota máxima de avaliação. O indicador com nota mais baixa foi o relacionado a pastagem de gado, porém este foi observado em apenas duas áreas, o que indicou uma baixa presença desse tipo de impacto na paisagem.

Outro fator pouco identificado foi o de agricultura, presente na paisagem associada a apenas 3 remanescentes. Dos quais recebeu avaliação percentual maior, ou seja, mesmo estando inserida na paisagem urbana não contribui negativamente com as características da área verde.

A figura 10 apresentou as classes dos remanescentes analisados conforme metodologia LAP, sendo que como resultado os remanescentes tiveram qualidade moderada. Foi importante destacar que apenas um deles teve qualidade muito ruim e um com qualidade muito boa.

Figura 10: Classificação dos remanescentes analisados quanto a metodologia LAP.



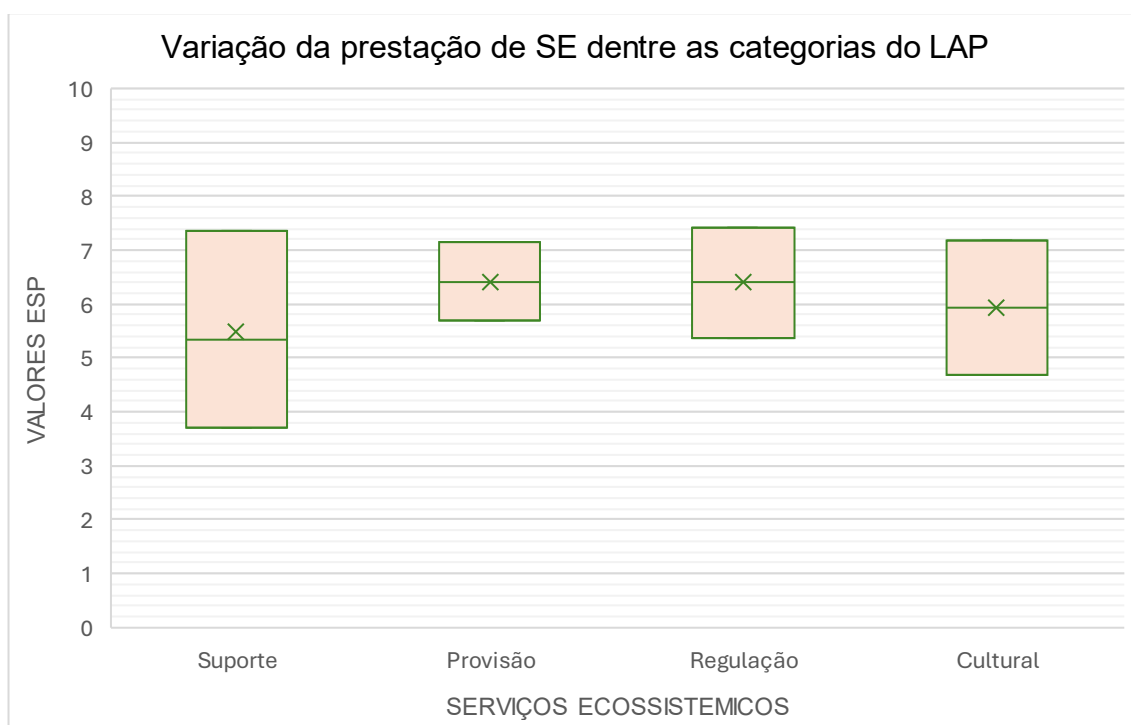
Fonte: Autora (2025).

Desta forma os remanescentes de Campinas tiveram, de um modo geral, avaliação da paisagem “moderada”, mas dentre os de classe “boa” não se distanciaram do considerado “muito bom”, se destacando como áreas de fácil remediação e possibilidades de elevação da qualidade ambiental.

5.2. Estatística descritiva dos Potenciais Serviços Ecosistêmicos (ESP)

A figura 10 apresentou os resultados iniciais obtidos quanto as métricas da metodologia proposto pelo protocolo ESP, ilustrando a relação entre as 4 categorias de serviços ecosistêmicos definidas por MEA (2005) e os 15 indicadores do LAP.

Figura 11: Análise estatística descritiva da aplicação da metodologia ESP.



Fonte: Autora (2025).

A figura 11 indicou que a média de prestação de serviços ecosistêmicos superou os 7 pontos, porém o serviço de suporte se destacou pela maior variação, indicando assim diferença entre algumas áreas analisadas quanto a este indicador. Por outro lado, o serviço de provisão teve a menor variação e atingiu a média mais elevada entre as categorias.

Vale ressaltar que a contribuição dos remanescentes dentre cada serviço tendeu a sofrer variação em função do contexto ao qual estava inserido, conforme Zhang, Xiao *et al.*, (2023). urbanização interfere diretamente na provisão e regulação dos serviços ecosistêmicos. Outro fator importante foi que,

dentre os avaliados, o serviço menos observado foi o cultural e, de um modo geral, nos pontos que prestaram tal serviço houve maior disparidade na pontuação geral

Sendo assim a classificação da prestação de serviços ecossistêmicos teve ampla variação entre os remanescentes o que adicionou um grau de complexidade ao seu enquadramento qualitativo.

As figuras 12 a 15 ilustraram a prestação dos serviços de provisão, regulação, cultural e suporte, respectivamente, em cada área analisada, dessa forma cada indicador do LAP foi analisado quanto ao seu potencial de prestação de SE.

Figura 12: Contribuição dos remanescentes quanto ao serviço de provisão.

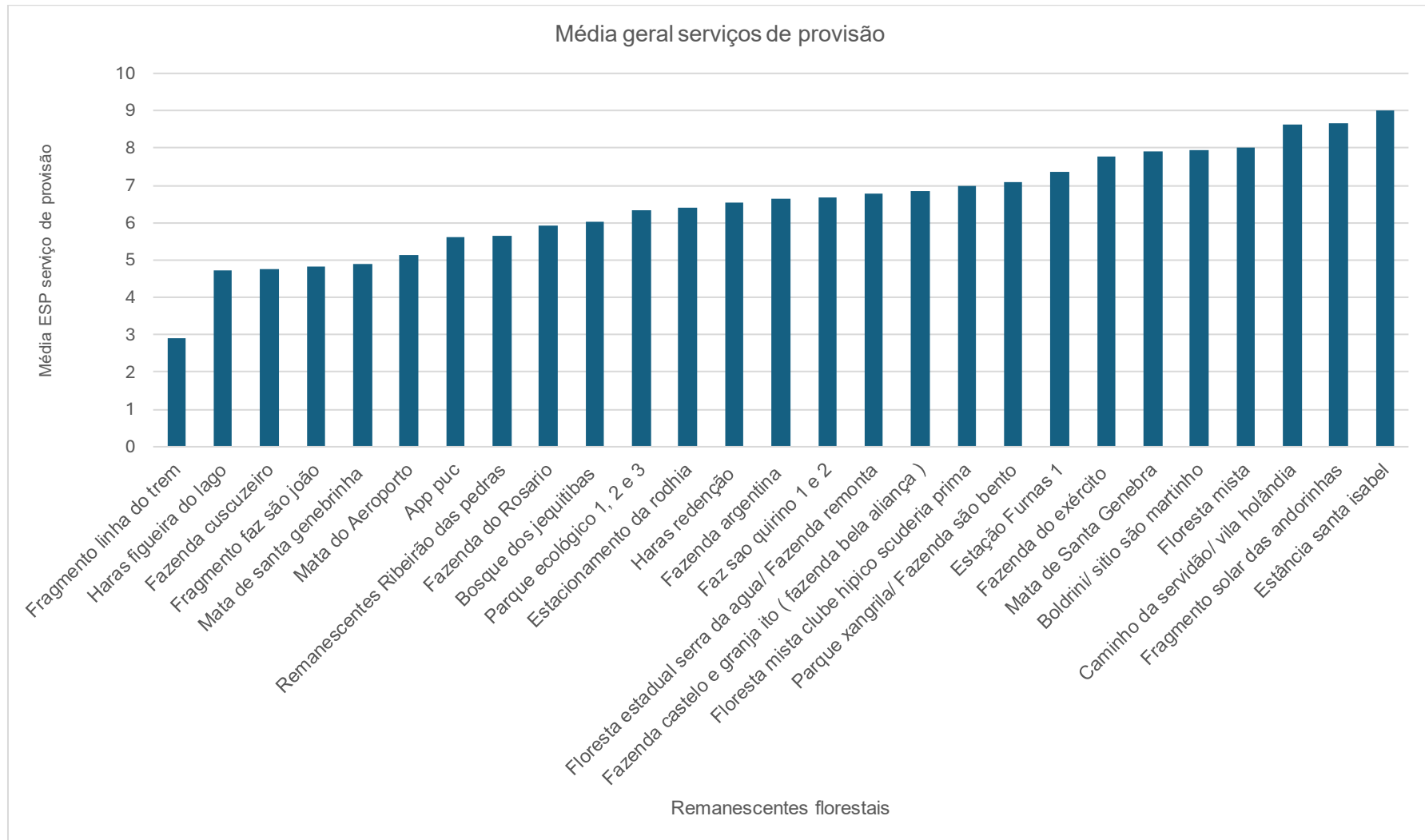


Figura 13: Contribuição dos remanescentes analisados aos serviços de regulação.

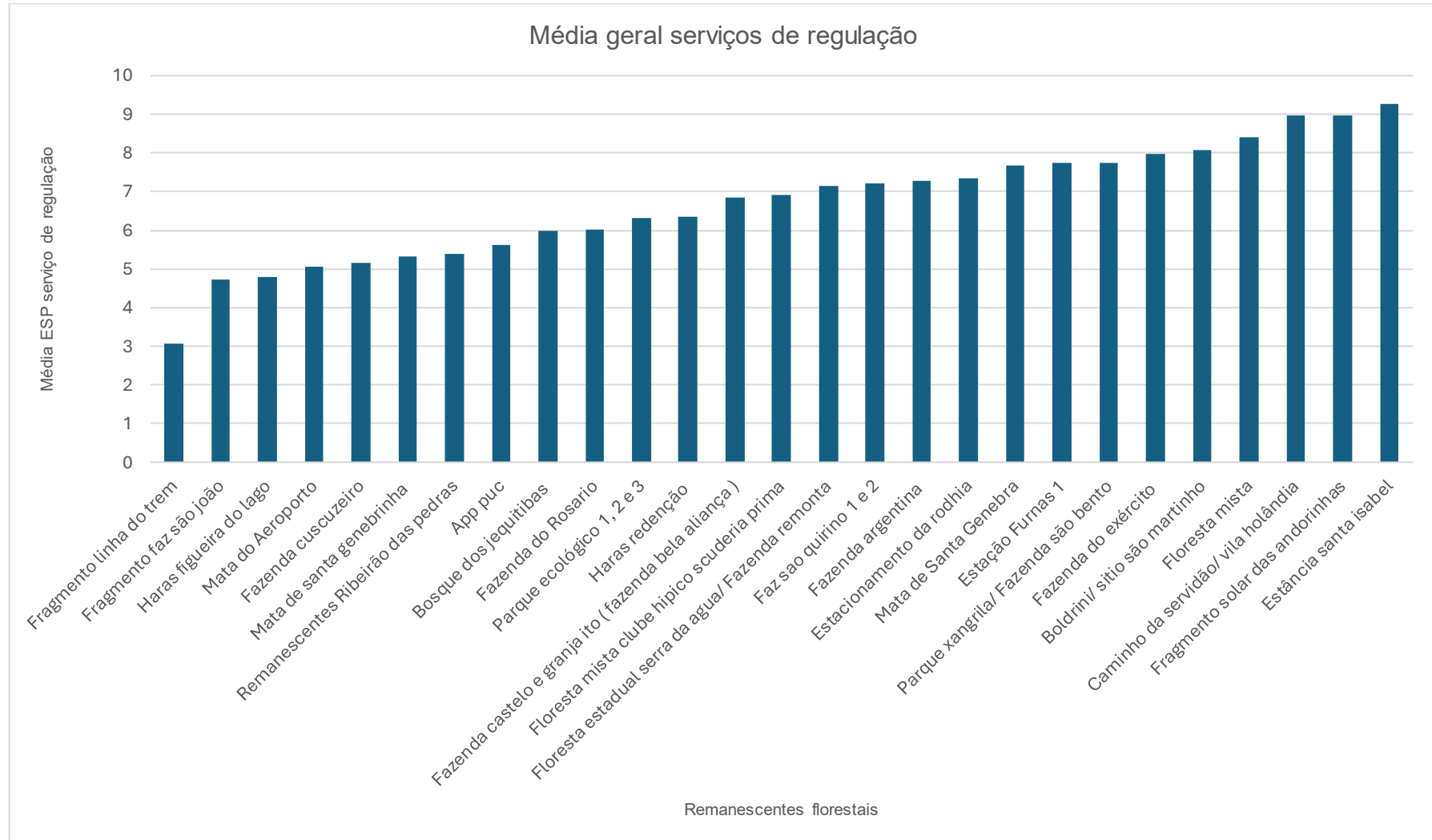


Figura 14: Contribuição dos remanescentes analisados aos serviços culturais, dentre todos os pontos visitados apenas 5 áreas desempenham tal serviço ecossistêmico.

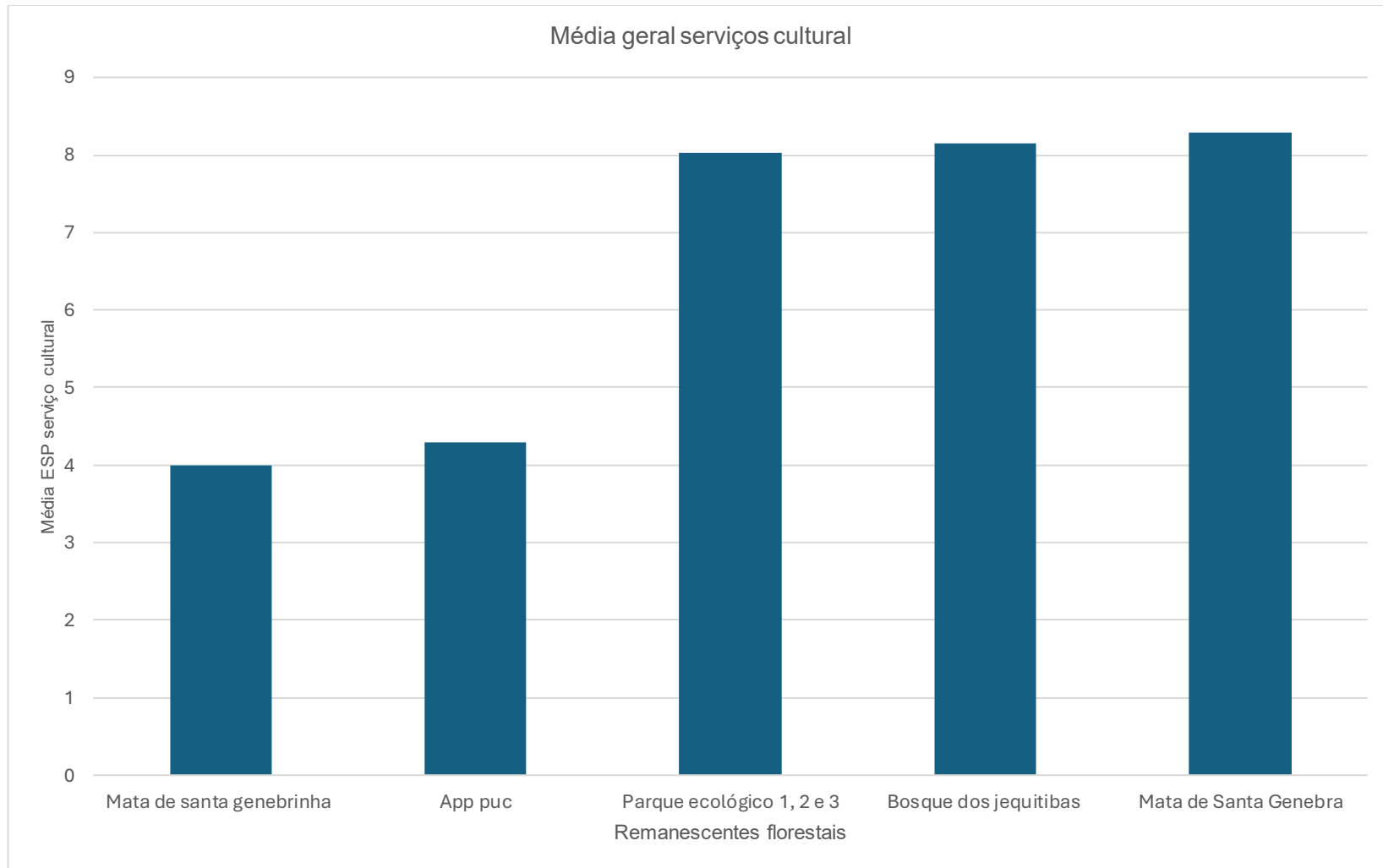
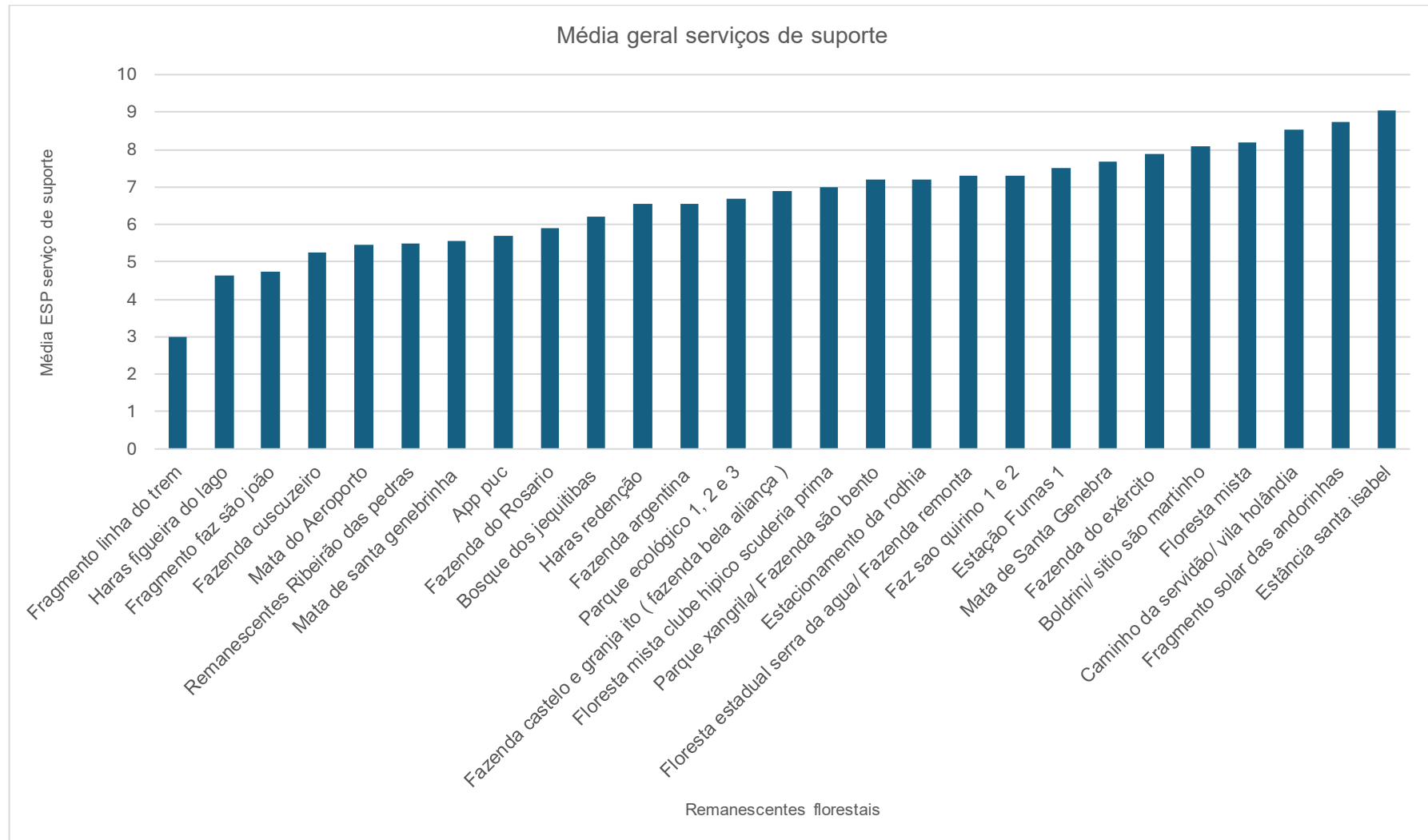


Figura 15: Contribuição dos remanescentes aos serviços de suporte.



5.3. Classificação dos remanescentes conforme metodologia ESP

Quanto aos serviços de provisão, regulação e suporte o remanescente Estância Santa Isabel se destacou como tendo a maior média geral, porém em relação à média de prestação de SE teve um considerável aumento quando comparado à influência da qualidade ambiental do LAP, o que indicou que a paisagem geral teve capacidade de reduzir a prestação de tais serviços, principalmente indicadores como padrão de uso do solo, malha rodoviária e interferência antropogênica moderna apresentaram as médias consideravelmente menores dentre todos os parâmetros avaliados.

No entanto, aspectos como a contribuição da vegetação para os serviços ecossistêmicos destacaram-se como os de maior relevância e melhor desempenho entre as áreas analisadas. Da mesma forma, observou-se a redução das alterações hidrológicas como fator associado à melhoria da qualidade ambiental e à estabilidade funcional dos fragmentos (Hanna; Bruno; Comín, 2024). Esses elementos, além de essenciais para a regulação do ecossistema urbano, apresentaram potencial para serem ampliados por meio de ações de manejo e restauração, promovendo o aumento da qualidade ambiental dos remanescentes e, conseqüentemente, a elevação da capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos (He *et al.*, 2023).

Quanto ao serviço cultural apenas 5 remanescentes foram identificados quanto a tal critério, sendo que dentre todos a Mata de Santa Genebra apresenta o melhor resultado levando em consideração todos os indicadores combinados do LAP, mesmo que áreas como o Bosque dos Jequitibás e o Parque Ecológico tenham maior destinação a tal critério, onde se evidencia a necessidade de valorização ambiental desses remanescentes visando a melhor utilização do local em benefício da sociedade.

Quanto à qualidade da prestação dos serviços ecossistêmicos dentre os indicadores de paisagem do LAP o cenário analisado indicou uma diminuição da qualidade em consequência da influência da paisagem sobre as áreas florestais da cidade. A tabela 4 demonstrou a queda da qualidade de serviços ecossistêmicos.

Tabela 4: Classes da qualidade da prestação de serviços ecossistêmicos dentre as áreas analisadas.

REMANESCENTE	ESP	CLASSE
Santa Genebrina	14,15	Muito pouco
APP PUC	30,14	Muito pouco
Boldrini/ Sitio São Martinho	62,44	Razoavelmente
Remanescentes Ribeirão Das Pedras	29,34	Muito pouco
Mata de Santa Genebra	62,12	Razoavelmente
Estacionamento da Rodhia	40,68	Pouco
Caminho da Servidão/ Vila Holândia	60,12	Razoavelmente
Parque Xangrila/ Fazenda São Bento	45,41	Pouco
Estação Furnas 1, 2 e 3	47,92	Pouco
fragmento Solar das Andorinhas	72,70	Adequadamente
Fazenda Argentina	43,88	Pouco
Bosque dos Jequitibás	38,60	Pouco
Floresta Estadual Serra da Água/ Fazenda remonta	54,29	Razoavelmente
Fazenda do Exército	61,00	Razoavelmente
Parque Ecológico 1, 2 e 3	47,58	Pouco
Fazenda do rosário	34,48	Pouco
Fazenda São Quirino 1, 2 e 3	39,62	Pouco
Floresta Mista Clube Hípico Scuderia Prima	45,27	Pouco
Estância Santa Isabel	78,22	Adequadamente
Floresta Mista	64,11	Razoavelmente
Fragmento Fazenda São João	22,21	Muito pouco
Fazenda cuscuzeiro 1, 2, 3 e 4	21,71	Muito pouco
Fazenda Castelo e Granja Ito (Fazenda Bela Aliança)	37,66	Pouco
Haras redenção	38,00	Pouco
Mata do Aeroporto	23,93	Muito pouco
fragmento Linha do Trem	8,05	Muito pouco
Haras Figueira do Lago	19,37	Muito pouco

Fonte: Autora (2025).

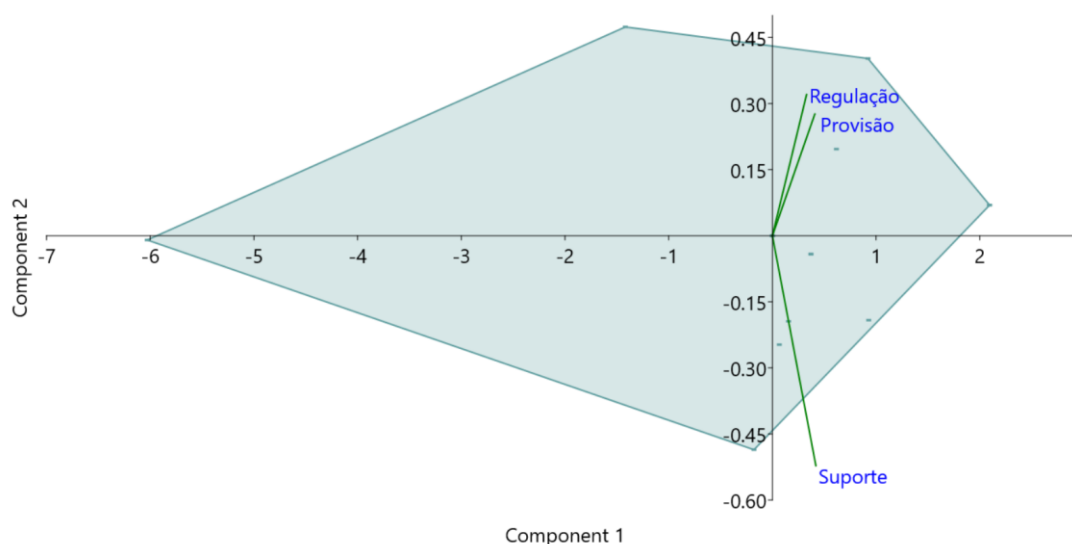
Desta forma remanescentes como boa qualidade ambiental tiveram seu potencial de prestação de serviços ecossistêmicos reduzidos e apenas dois remanescentes contribuíram de forma adequada, enquanto a maioria das áreas tiveram pouca contribuição, visto que todo seu potencial de serviços foi explorado de forma incorreta.

Tal fator indicou a má gestão dos passivos ambientais na composição da paisagem e a necessidade do aumento das políticas públicas direcionadas a conservação, manejo adequado e valorização de tais áreas (Guo *et al.*, 2024).

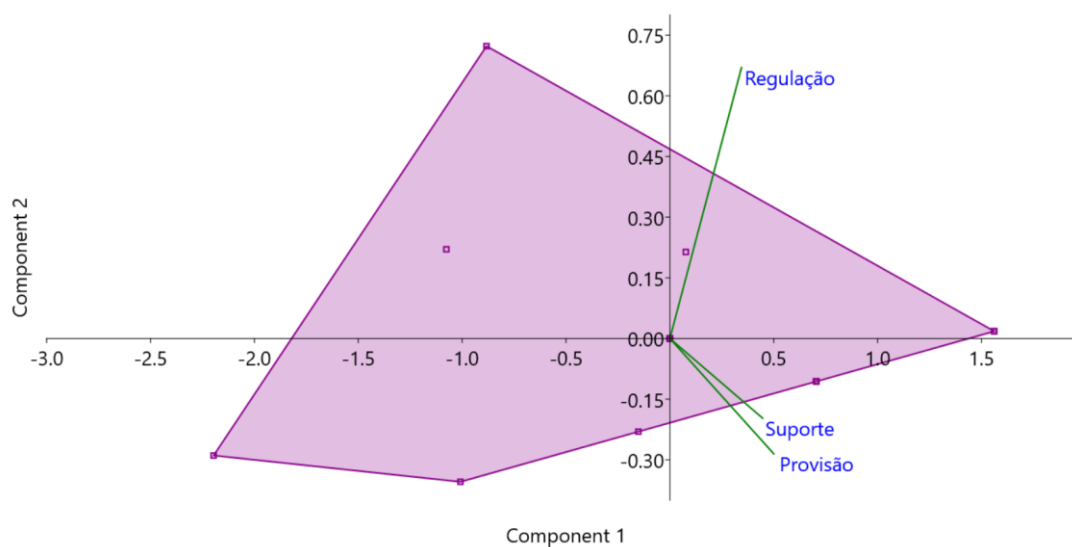
Dentre os grupos classificados a partir do ESP a análise de PCA demonstrou disparidade entre a prestação de serviços ecossistêmicos, mesmo entre grupos com maior avaliação, conforme apresentado:

- Grupo A: classificação “adequada” conforme ESP. Composto pelos fragmentos Fragmento Solar das Andorinhas e Estância Santa Isabel, as análises de PCA dos remanescentes foram apresentadas na figura 16.

Figura 16: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “adequada” (Grupo A) conforme classificação ESP.



Fragmento Solar das Andorinhas



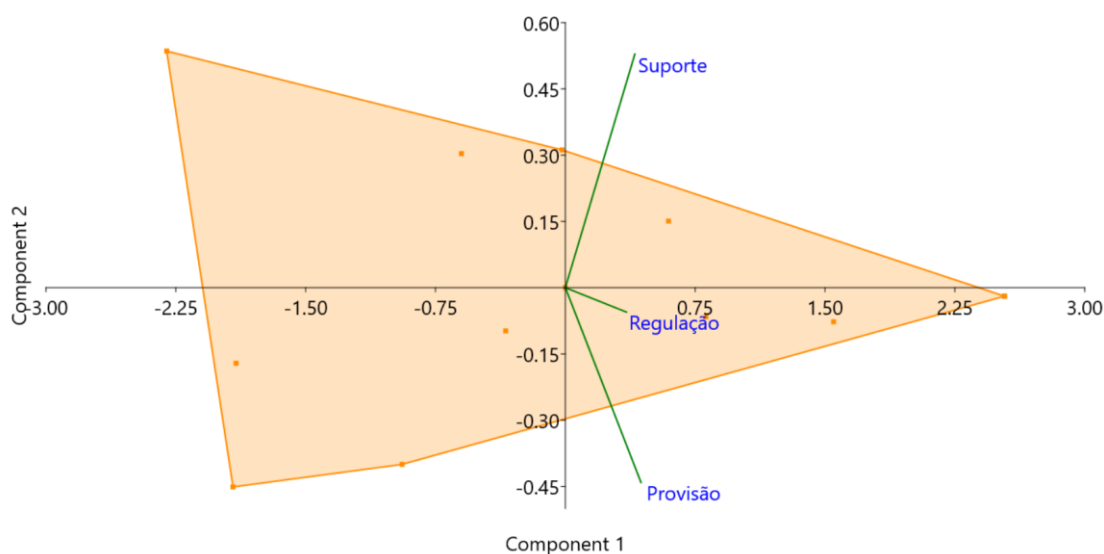
Estância Santa Isabel

O Grupo A apresentou valores intermediários no eixo principal (PC1), indicando uma contribuição moderada aos serviços ecossistêmicos de regulação e provisão, mas baixa contribuição aos serviços de suporte. A proximidade dos vetores de regulação e provisão sugeriu a presença de vegetação capaz de fornecer benefícios locais (sombras, mitigação de calor, abrigo para fauna), mas a baixa associação ao vetor suporte indicou menor complexidade ecológica e funcionalidade do ecossistema (Stroud; Peacock; Hassall, 2022). Esses fragmentos representaram áreas em estágio intermediário de desenvolvimento ecológico, com potencial para aumento da prestação de serviços ecossistêmicos caso recebam ações de manejo e restauração (He *et al.*, 2023).

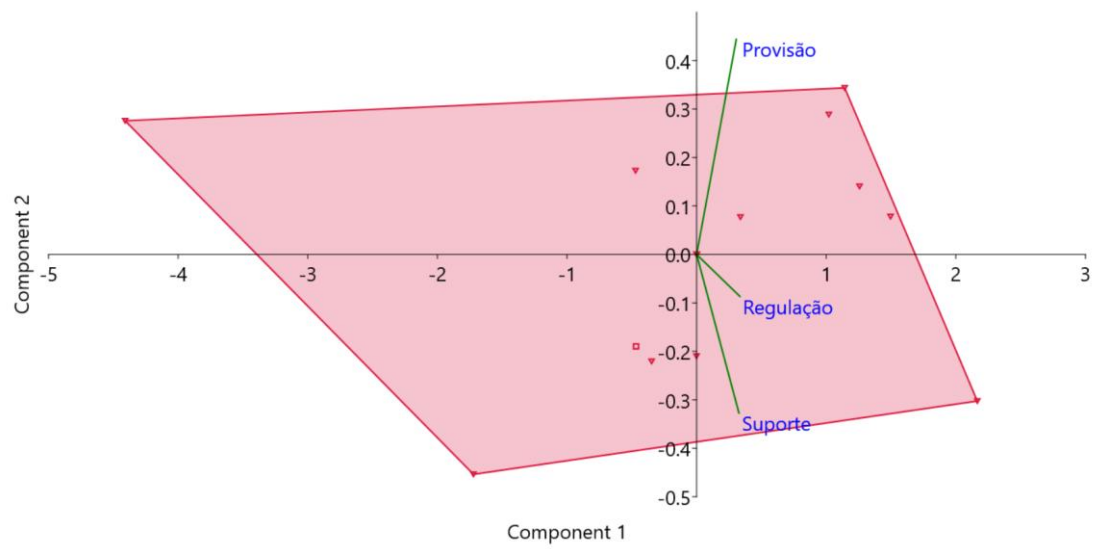
Além disso não tiveram seu potencial de serviços culturais explorados, podendo contribuir com a beleza cênica e harmonia da paisagem, sendo possível identificar, no entanto, que tais áreas se destacaram de forma relevante em alguns indicadores de forma que ações simples de manejo poderiam ser eficientes para maior valorização de SE.

- Grupo B: classificação “intermediária” conforme ESP, composto por 7 remanescentes conforme tabela 5, a figura 17 demonstraram os resultados obtidos nas análises de PCA do grupo.

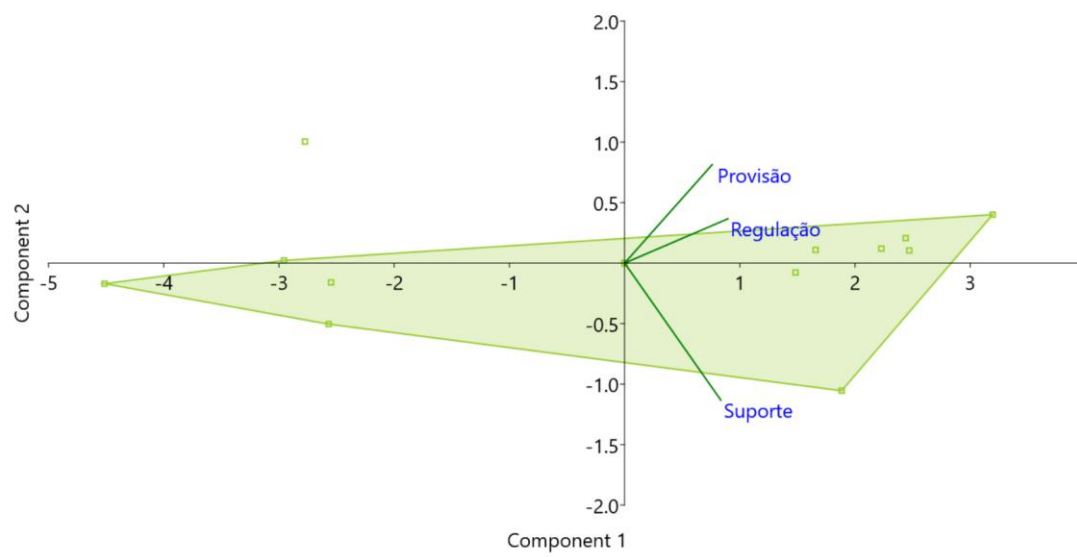
Figura 17: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “intermediaria” conforme classificação ESP (Grupo B).



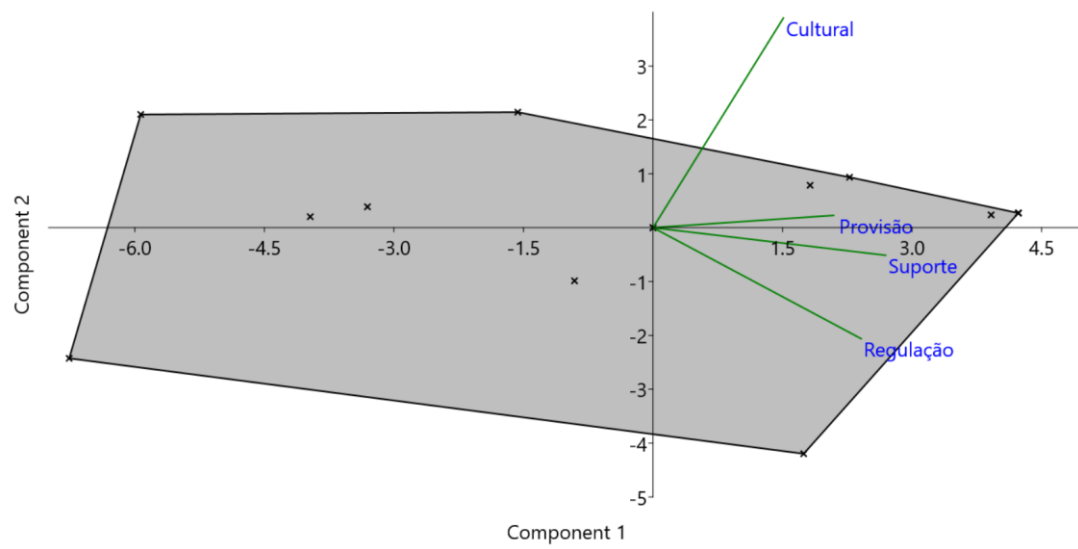
Fragmento Floresta Mista



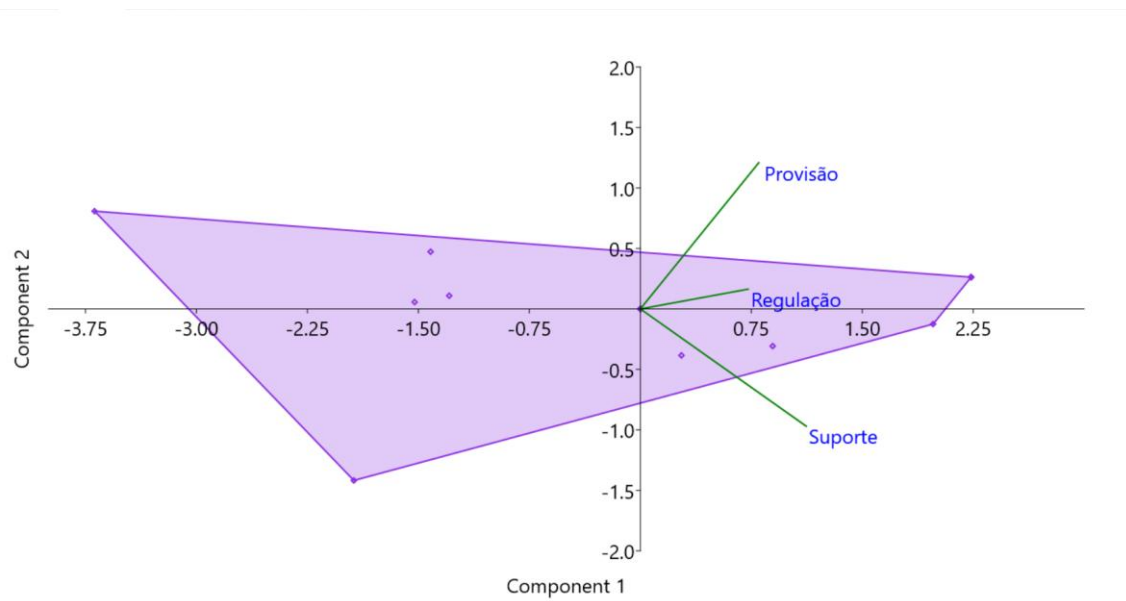
Fragmento Fazenda do Exército



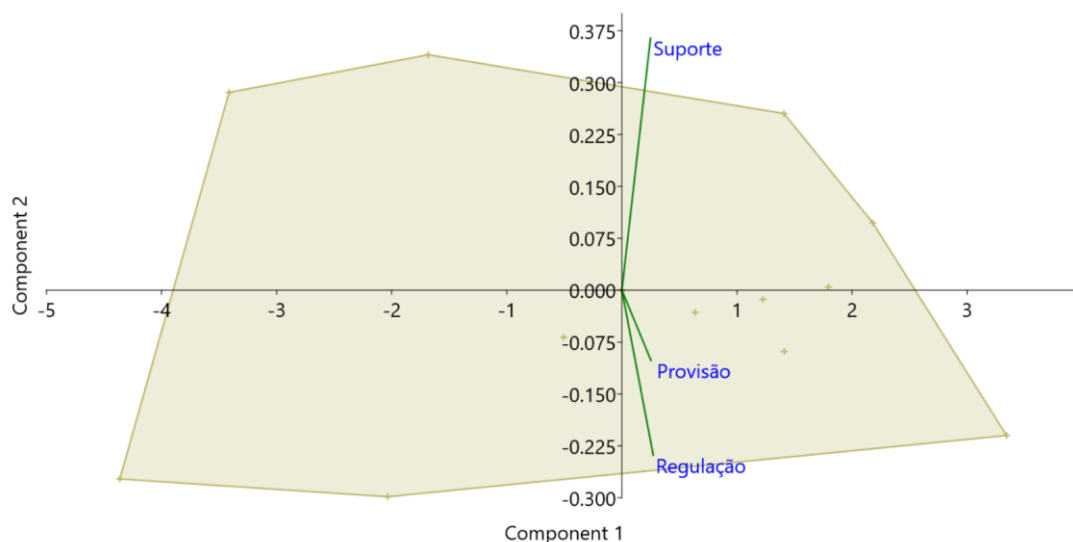
Fragmento Boldrini/ Sítio São Martinho



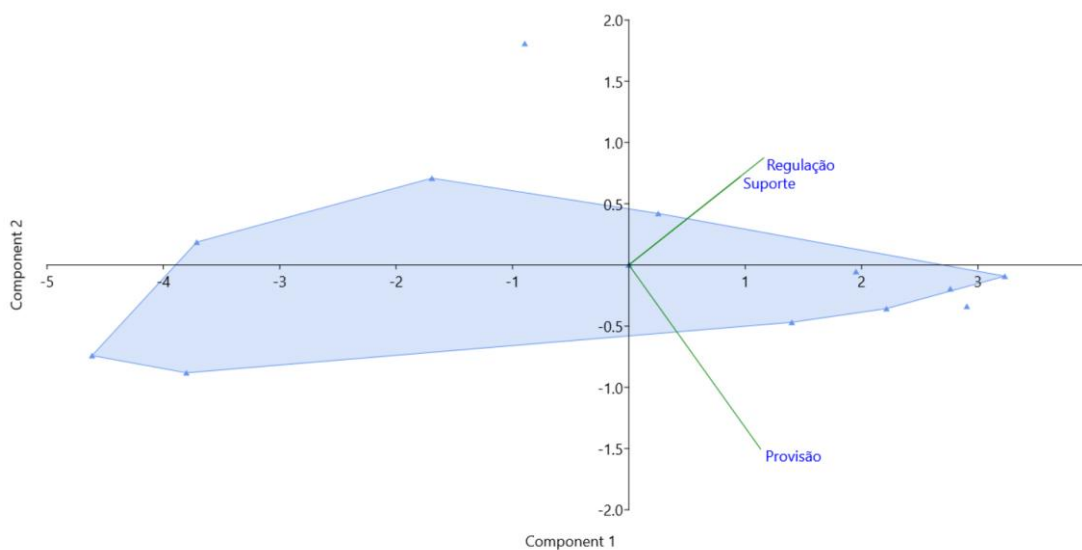
Fragmento Mata de Santa Genebra



Fragmento Caminho da Servidão



Floresta Mista Clube Hípico Scuderia Prima



Floresta Estadual Serra da Água/ Fazenda Remonta

O Grupo B, composto por grandes fragmentos florestais como a Mata de Santa Genebra, Floresta Estadual Serra da Água e outros remanescentes de vegetação nativa, apresentou alta associação aos vetores de suporte, regulação e provisão na PCA, posicionando-se no extremo positivo do eixo principal (PC1). Essa configuração evidenciou que esses fragmentos forneceram múltiplos serviços ecossistêmicos de maneira integrada, sustentados pela complexidade estrutural, alta diversidade de espécies e processos ecológicos funcionais. Tais áreas desempenharam papel estratégico como núcleos de conservação da biodiversidade e provedores de serviços ecossistêmicos essenciais à

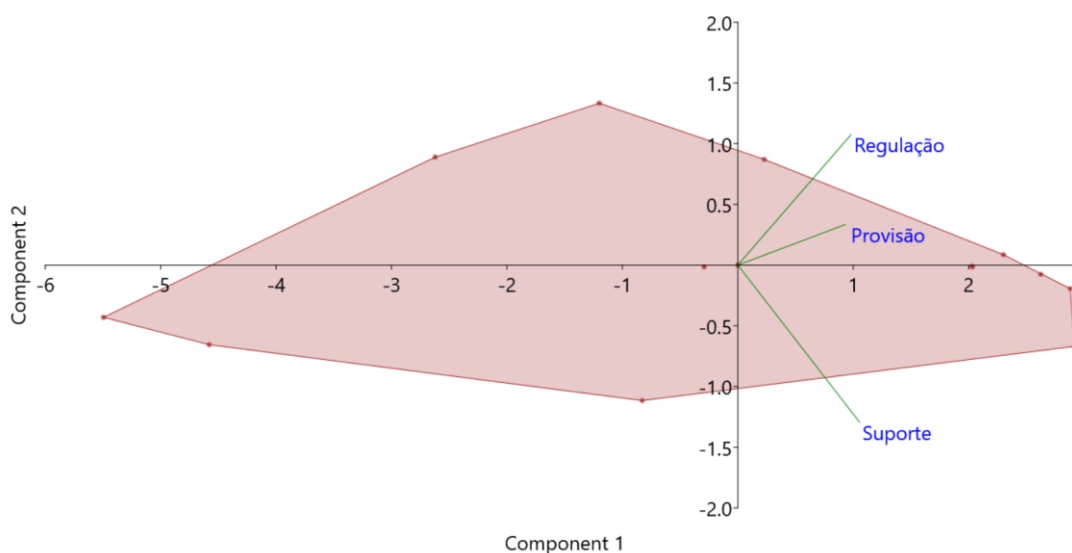
sustentabilidade urbana, devendo ser priorizadas em políticas de proteção e conectividade da infraestrutura verde (Hanna; Bruno; Comín, 2024; Li; Carter, 2025).

Fragmentos como a Mata de Santa Genebra se destacaram como tendo alta capacidade e prestação múltipla de serviços ecossistêmicos, porém sofreram impactos diretos da paisagem, como proximidade com grandes rodovias fator importante no afugentamento de fauna, por outro lado, tal localização pode favorecer a prestação de serviços culturais, tornando o acesso local possível.

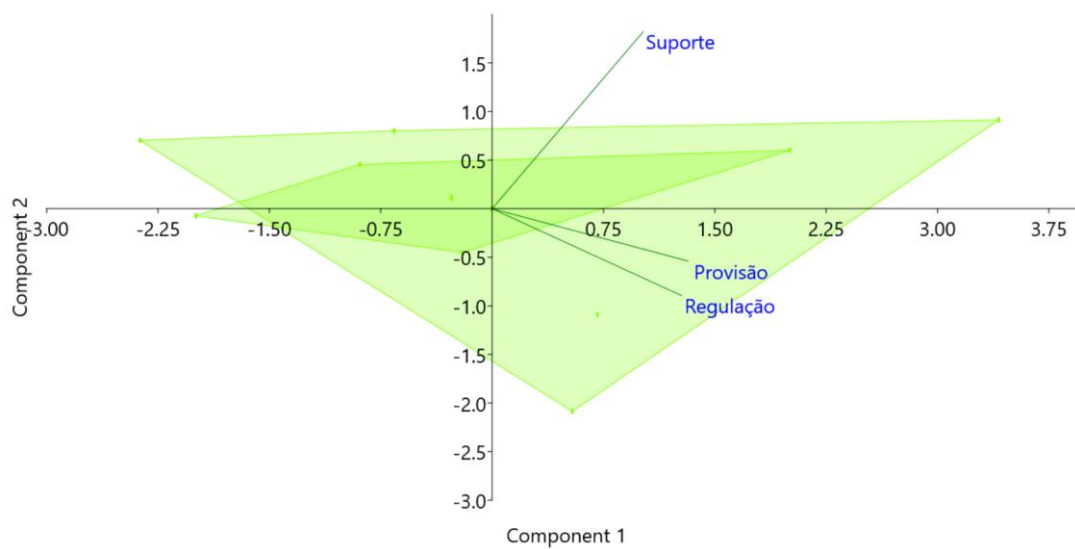
Já o fragmento Boldrini/ Sitio São Martinho apesar de sofrer impactos da urbanização da paisagem se destacou como uma ferramenta de mitigação de áreas de alagamento, sendo assim destacou-se no serviço de regulação ao qual foi ainda valorizado por sua posição geográfica.

- Grupo C: classificado como tendo “pouca” contribuição aos serviços ecossistêmicos o grupo C teve onze remanescentes o compondo, sendo a classificação mais abrangente, a análise de PCA dos remanescentes foi expressa na figura 18:

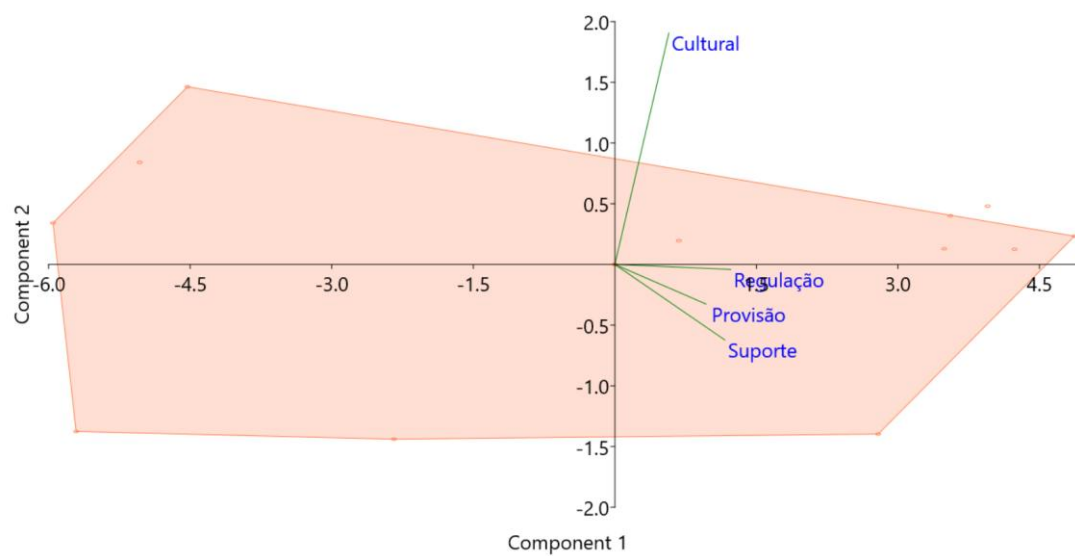
Figura 18: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “pouca” conforme classificação ESP (Grupo C).



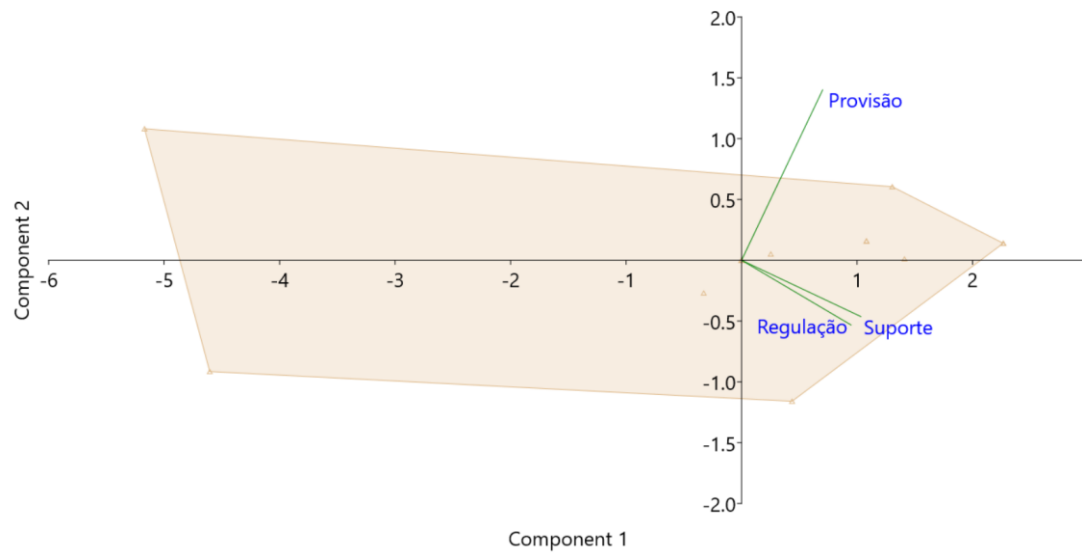
Fragmento Fazenda São Bento



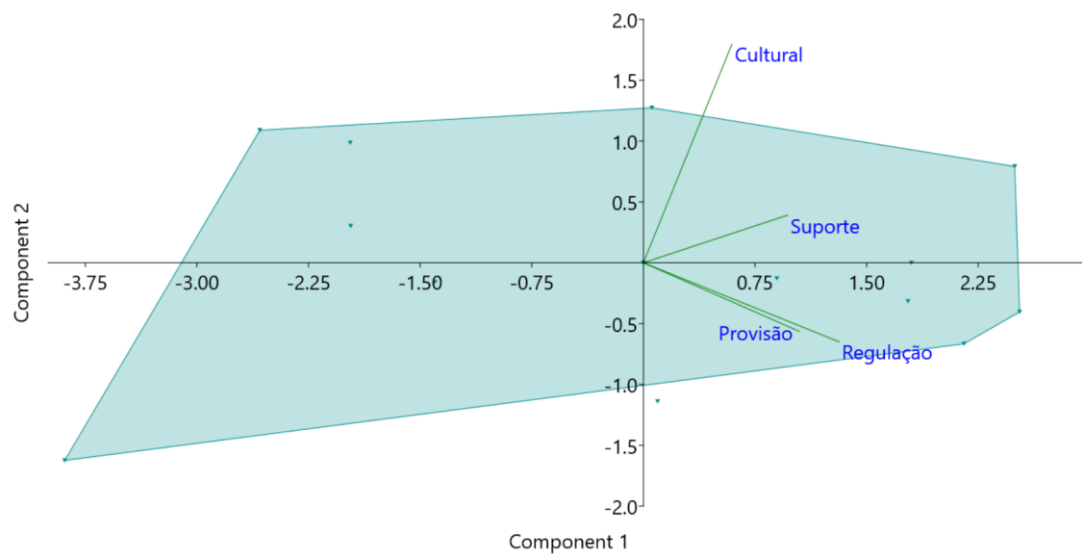
Fragmento Fazenda Argentina



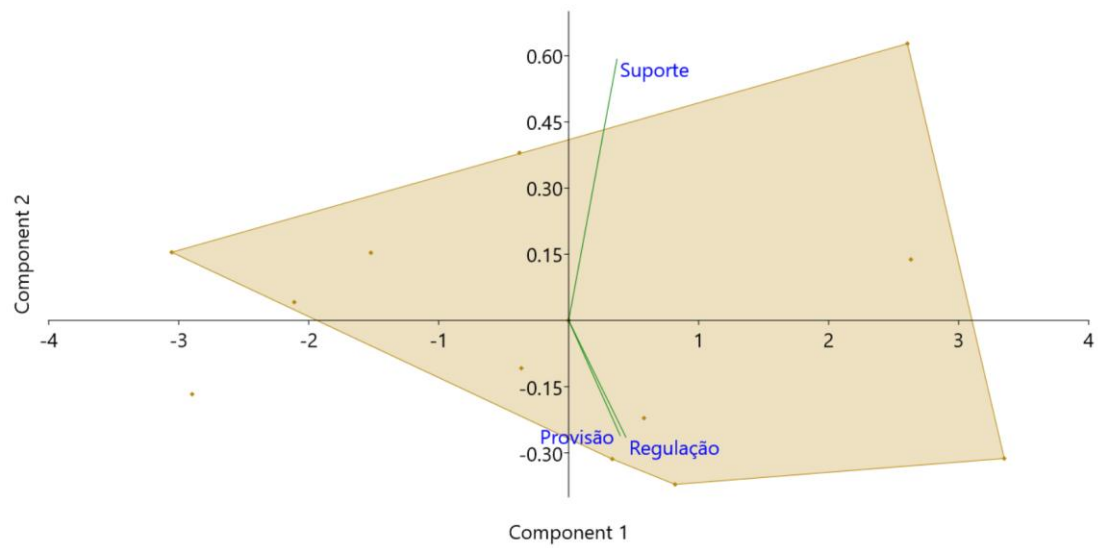
Fragmento Bosque dos Jequitibás



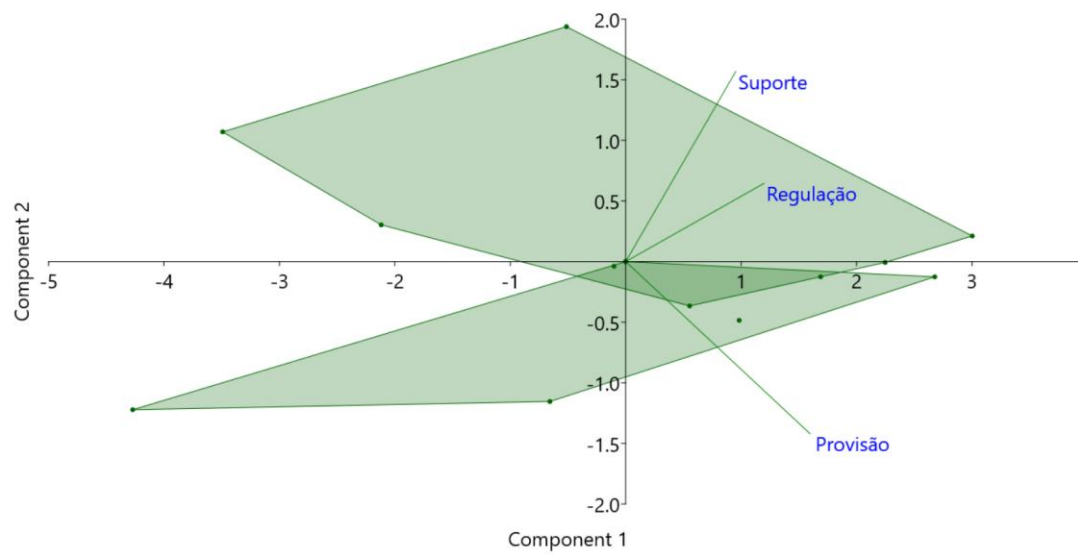
Fragmento Estação Furna 1



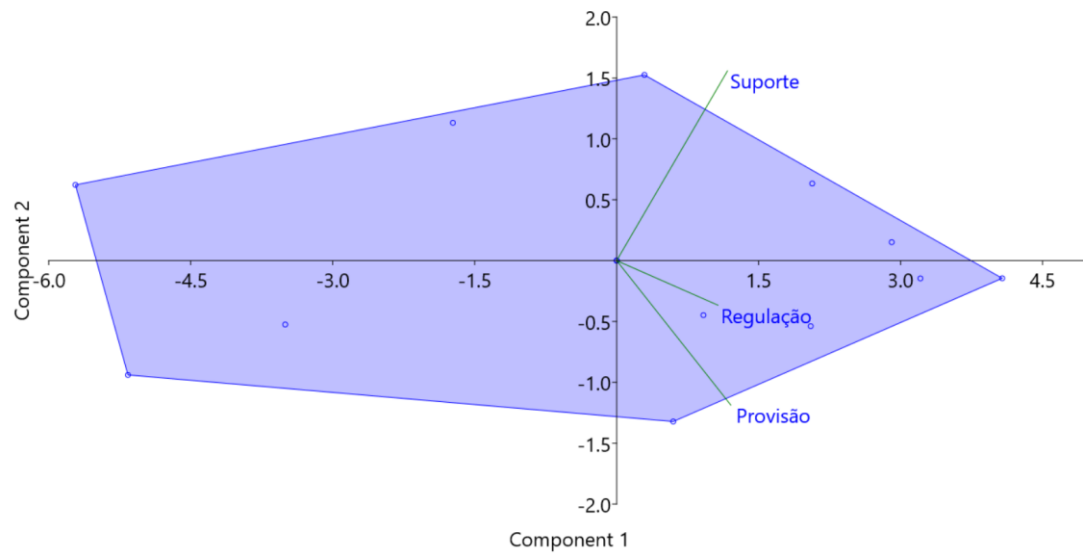
Parque Ecológico



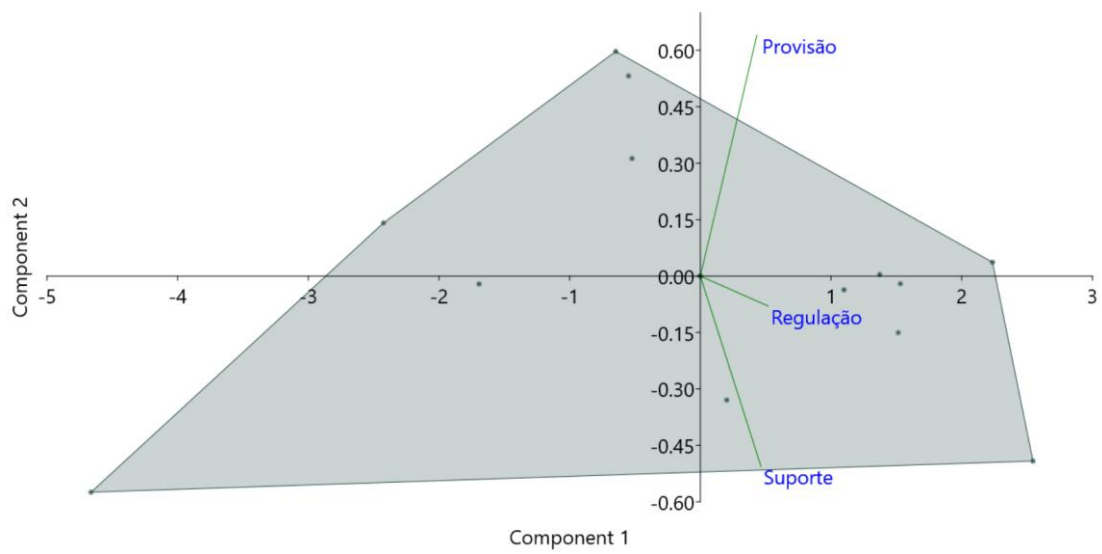
Fazenda do Rosario



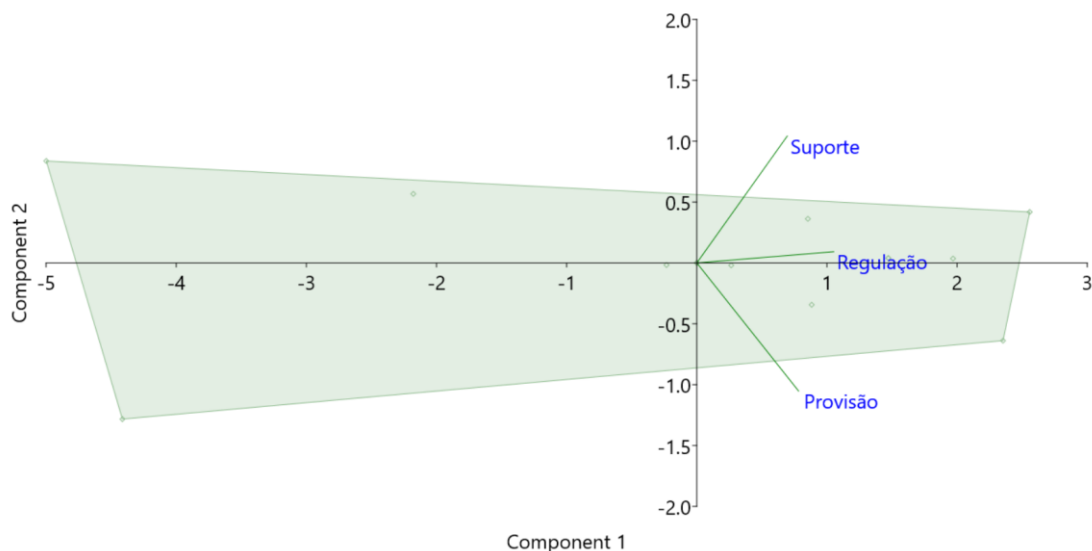
Fazenda São Quirino



Estacionamento da Rodhia



Haras Redenção



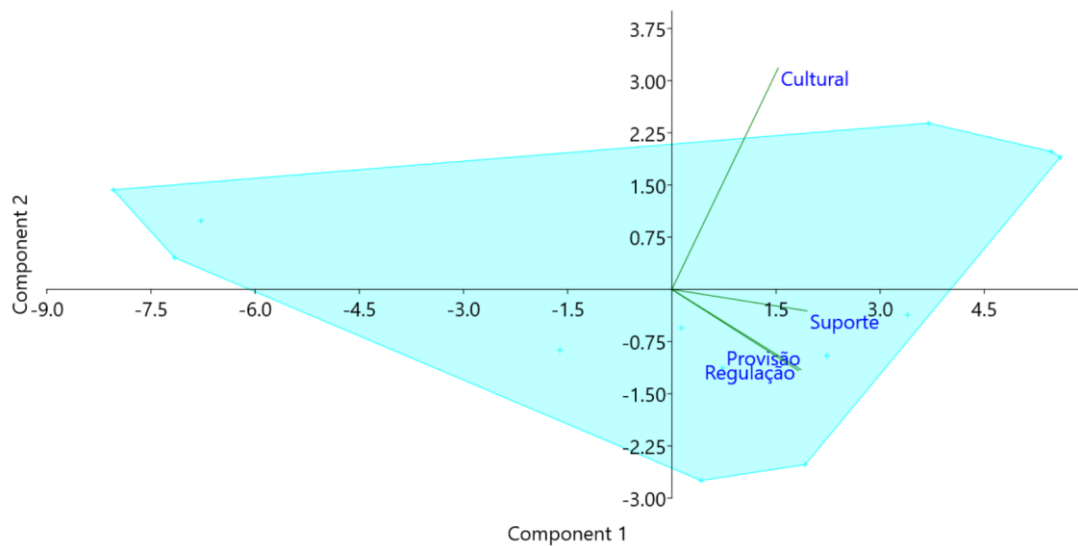
Fazenda Castelo/ Granja Ito

Na PCA, os fragmentos do Grupo C se posicionaram de forma a contribuir moderadamente, refletindo um perfil em que os serviços de regulação e provisão apareceram em nível com baixa contribuição dos serviços de suporte. Esse resultado indicou que, embora tais áreas tiveram relevância para amenização climática, abrigo de fauna generalista e provisão de biomassa, sua estrutura ecológica ainda se apresentou pouco complexa, o que limitou processos fundamentais como ciclagem de nutrientes e manutenção da biodiversidade (Zhang; Muñoz Ramírez, 2019).

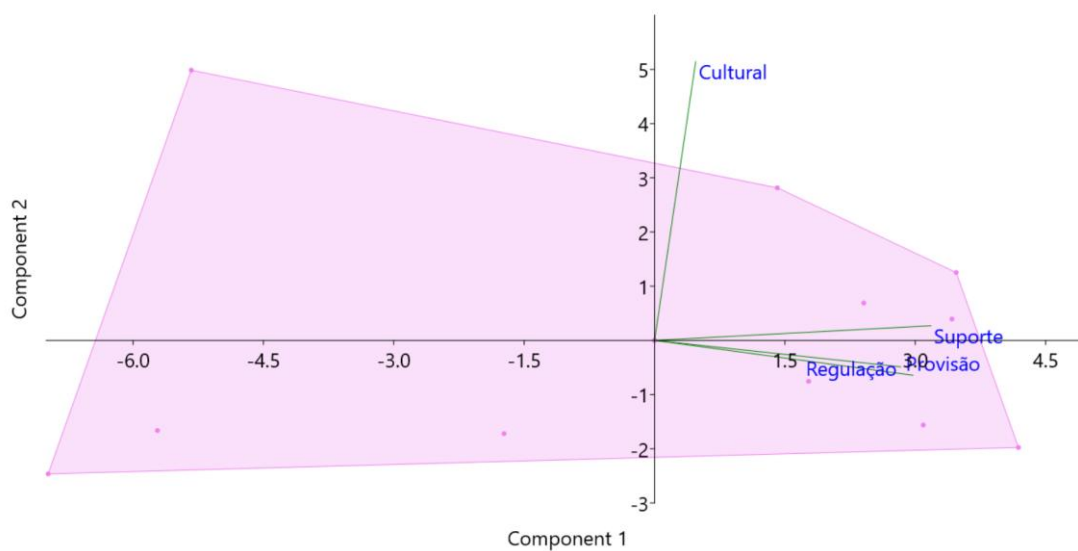
Dentro do grupo, alguns fragmentos apresentaram características particulares: o Bosque dos Jequitibás e o Parque Ecológico se destacaram pela oferta de serviços culturais, evidenciando sua importância social e paisagística no contexto urbano, enquanto a Fazenda do Rosário, o Estacionamento da Rodhia e a Fazenda São Quirino revelaram maior potencial ecológico, especialmente em suporte. De modo geral, essas áreas funcionaram como zonas de suporte e conectividade entre os núcleos de maior qualidade ecológica (Grupo B) e, com medidas de restauração e manejo adaptativo, poderiam ampliar sua contribuição à rede de infraestrutura verde urbana.

- Grupo D: formado pelos remanescentes classificados como tendo a contribuição “ruim” com os serviços ecossistêmicos e menor qualidade ambiental, demonstraram na análise de PCA pontos essenciais de recuperação e manejo conforme figura 19:

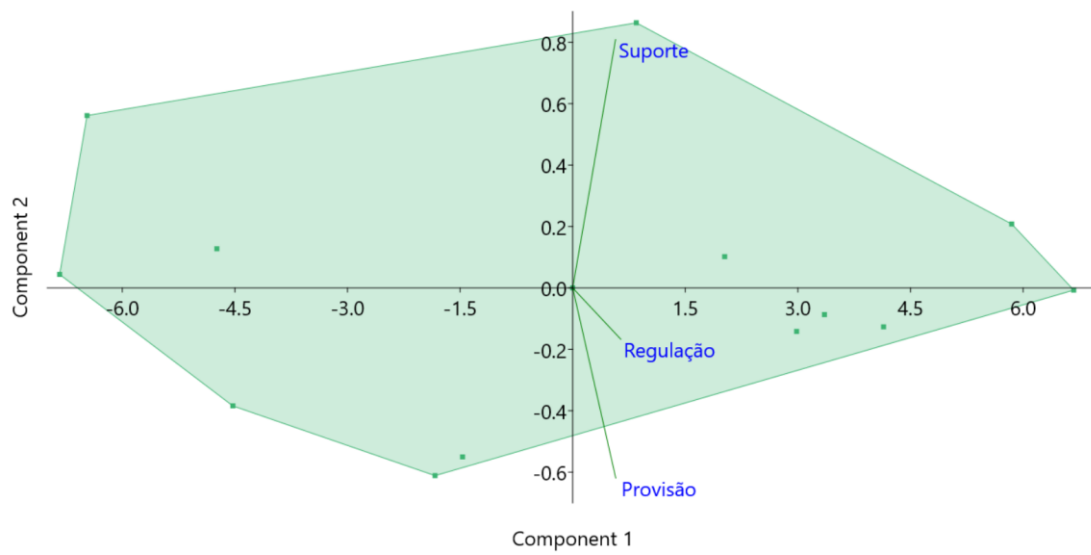
Figura 19: Gráfico biplot dos remanescentes de classificação “ruim” conforme classificação ESP (Grupo D).



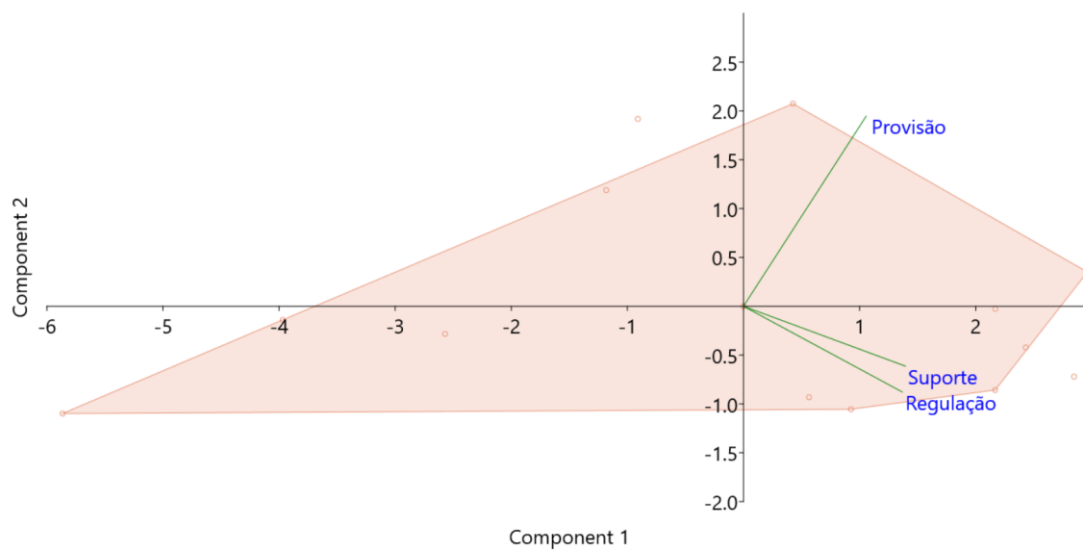
Fragmento APP PUC



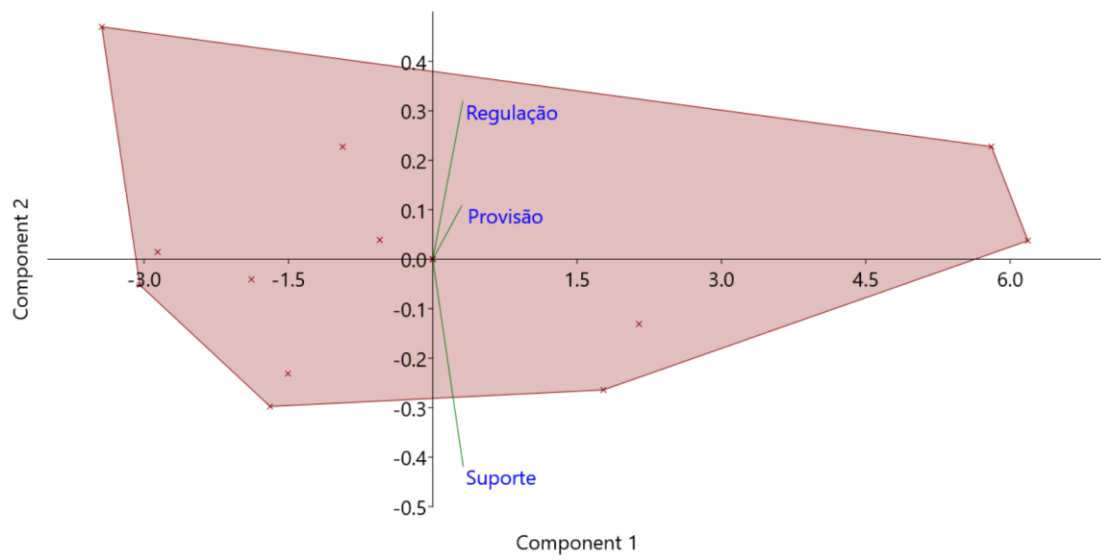
Mata de Santa Genebrina



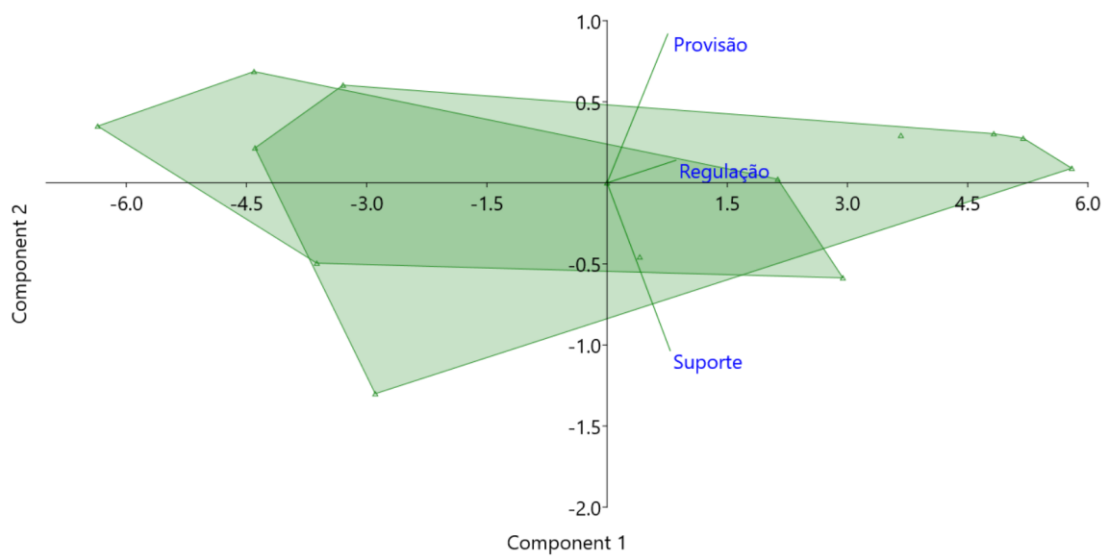
Fragmento Ribeirão das Pedras



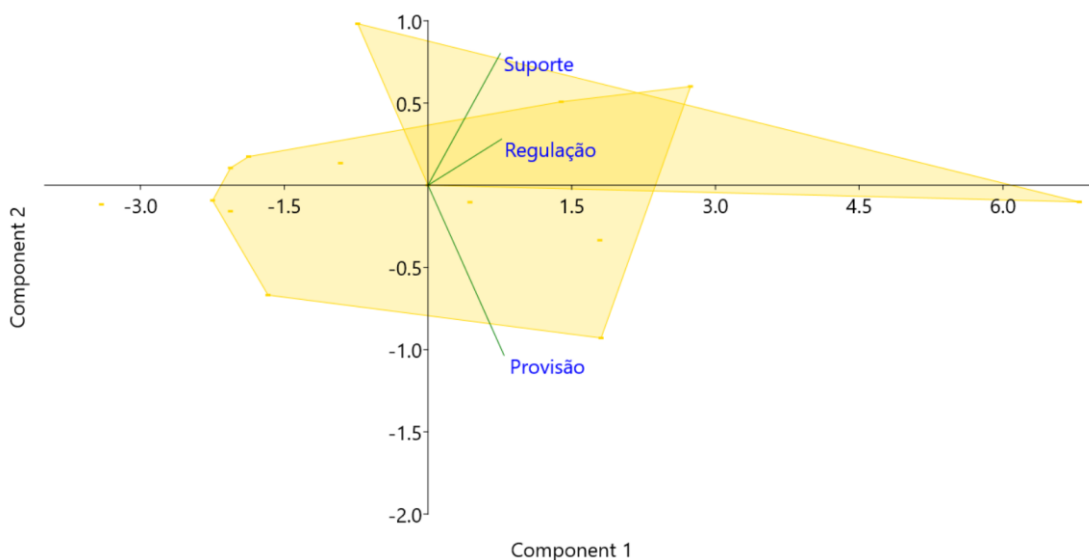
Fazenda Cuscuzeiro



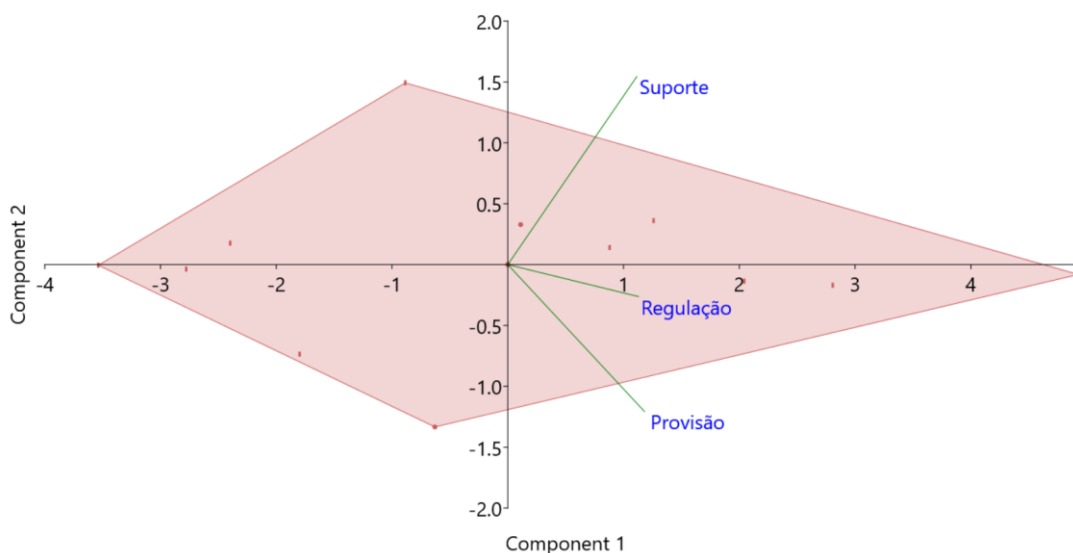
Fragmento Fazenda São João



Mata do Aeroporto



Fragmento Linha do Trem



Haras Figueira do Lago

A análise geral dos fragmentos do Grupo D evidenciou um conjunto heterogêneo de áreas que, em sua maioria, apresentaram baixa contribuição para os serviços ecossistêmicos, refletindo tanto limitações estruturais quanto pressões antrópicas. A Mata de Santa Genebrina e o Ribeirão das Pedras se destacaram como fragmentos mais estruturados, com maior diversidade e funcionalidade, mostrando proximidade aos vetores de suporte, regulação e provisão, o que lhes conferiu papel relevante na manutenção de processos ecológicos básicos e na conectividade da paisagem (Isola *et al.*, 2024). Já a Fazenda Cuscuzeiro e a Mata do Aeroporto demonstraram potencial associado

à provisão e regulação, mas com fragilidades em suporte, o que apontou para a necessidade de intervenções de manejo para ampliar sua estabilidade ecológica, tais fatores se intensificaram devido a posição dos remanescentes no meio urbano, onde foram separados por grandes edificações (Shopping, rodovias e aeroporto) o que aumentou as pressões antrópicas.

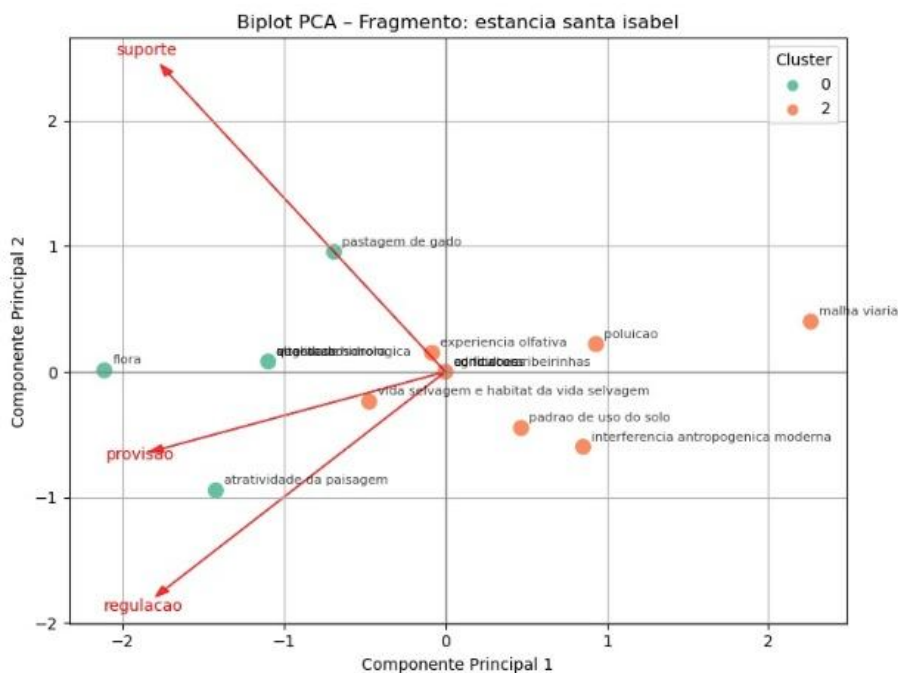
Por outro lado, fragmentos como o da Fazenda São João e o Haras Figueira do Lago revelaram baixo desempenho geral, atuando como manchas isoladas e pouco funcionais, enquanto o Fragmento da Linha do Trem cumpriu papel diferenciado como corredor ecológico, favorecendo a dispersão de fauna e sementes apesar da baixa complexidade estrutural (Mahmoudzadeh *et al.*, 2022).

5.4. Relação entre a prestação de serviços ecossistêmicos e indicadores de paisagem

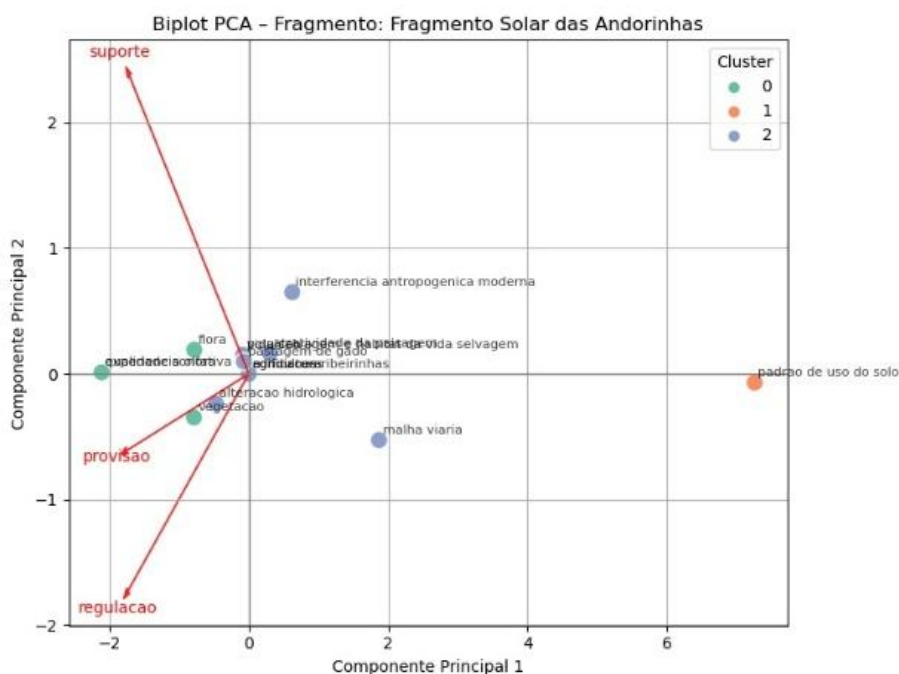
A relação entre os indicadores paisagísticos e a capacidade de distribuição e qualidade dos SE por meio da análise de PCA dentre os grupos demonstrou ampla variação nos dados além de interferência antrópica a capacidade dos serviços ecossistêmicos.

No Grupo A a análise dos gráficos biplot demonstrou que em ambos os casos há predominância das categorias suporte e provisão, associadas a variáveis ecológicas e paisagísticas como flora, vegetação, atratividade da paisagem e experiência olfativa. No entanto, as magnitudes e direções dos vetores indicaram diferenças estruturais importantes entre os dois fragmentos, conforme figura 20.

Figura 20: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo A e correlação com os indicadores do LAP.



Estância Santa Isabel



Fragmento Solar das Andorinhas

No fragmento Estância Santa Isabel, a ordenação dos eixos principais demonstrou um gradiente bem definido, no qual a porção esquerda do gráfico representou setores com maior integridade ecológica e potencial de prestação de serviços de suporte e provisão, enquanto a direita concentrou indicadores

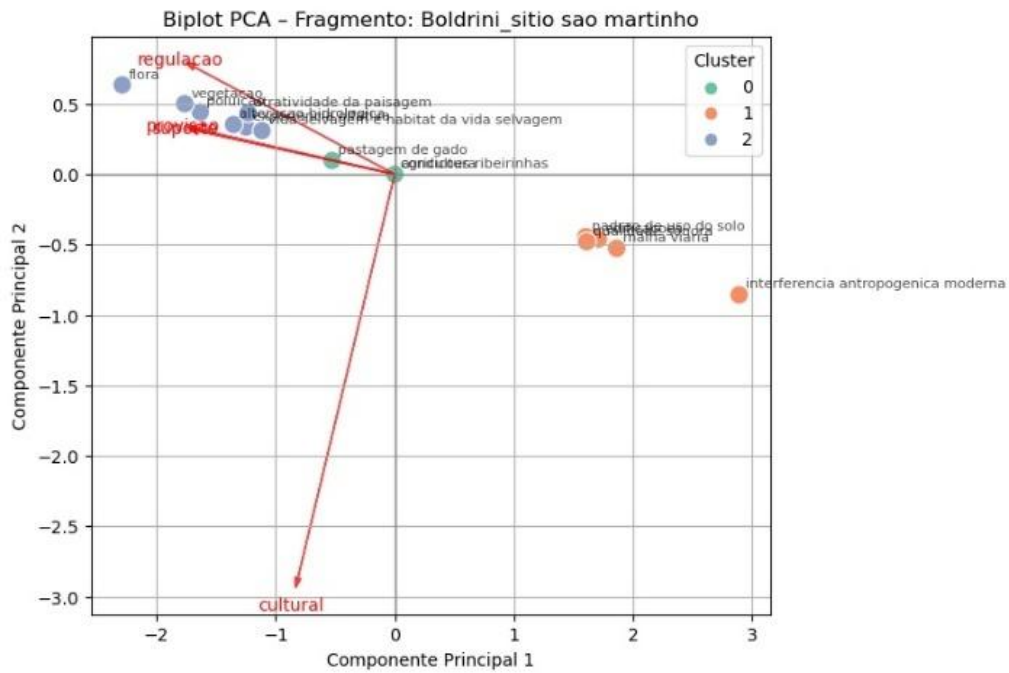
antrópicos, como malha viária, poluição e interferência antrópica moderna, que expressam degradação e perda da função de regulação ambiental.

Já no fragmento Solar das Andorinhas, a dispersão dos indicadores ao longo da CP 1 foi mais concentrada, e o vetor regulação apresentou baixa correlação com as variáveis ambientais. O padrão de uso do solo e a malha viária exerceram influência negativa, caracterizando um cenário de pressão urbana intensa e reduzindo a diversidade (Li; Wang; Zhou, 2024). Apesar de ainda apresentar área vegetada com capacidade de sustentar serviços de suporte e provisão, o fragmento demonstrou menor heterogeneidade ecológica e menor potencial de mitigação de impactos ambientais.

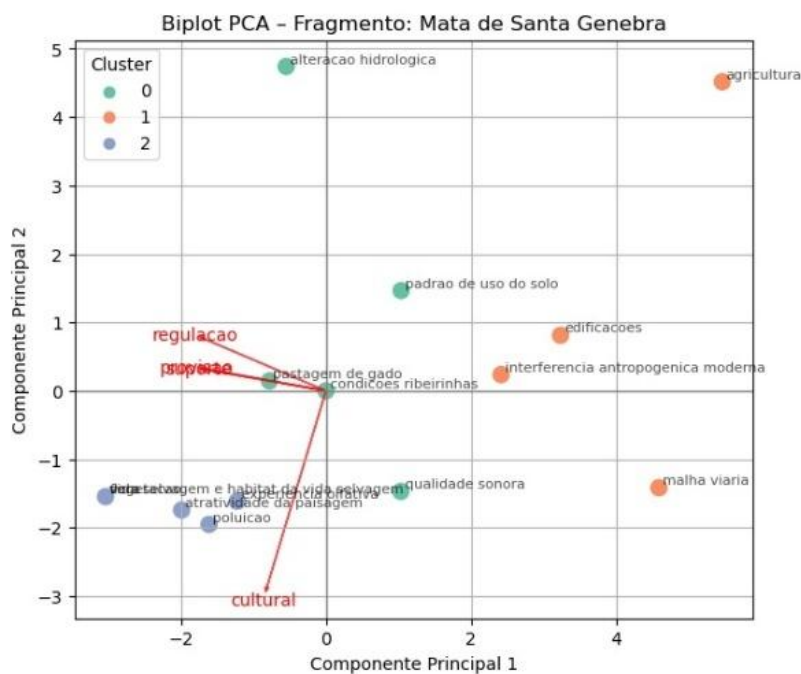
De modo geral, a comparação entre ambos os fragmentos indicou que, embora compartilharam a tendência de predomínio dos serviços de suporte e provisão em detrimento da regulação, o grau de integridade e o padrão espacial desses serviços variaram conforme o contexto paisagístico e a intensidade de uso do solo no entorno (He *et al.*, 2023).

No Grupo B os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) para os fragmentos Boldrini (Sítio São Martinho), Mata de Santa Genebra, Caminho da Servidão/Vila Hortolândia, Floresta Estadual Serra da Água/Fazenda Remonta, Fazenda do Exército e Floresta Mista evidenciaram um padrão estrutural consistente entre eles, caracterizado pela expressão conjunta dos serviços de regulação, provisão e cultural, indicando uma condição ecológica superior e multifuncionalidade paisagística quando comparados aos fragmentos mais urbanizados do conjunto de estudo, conforme figura 21.

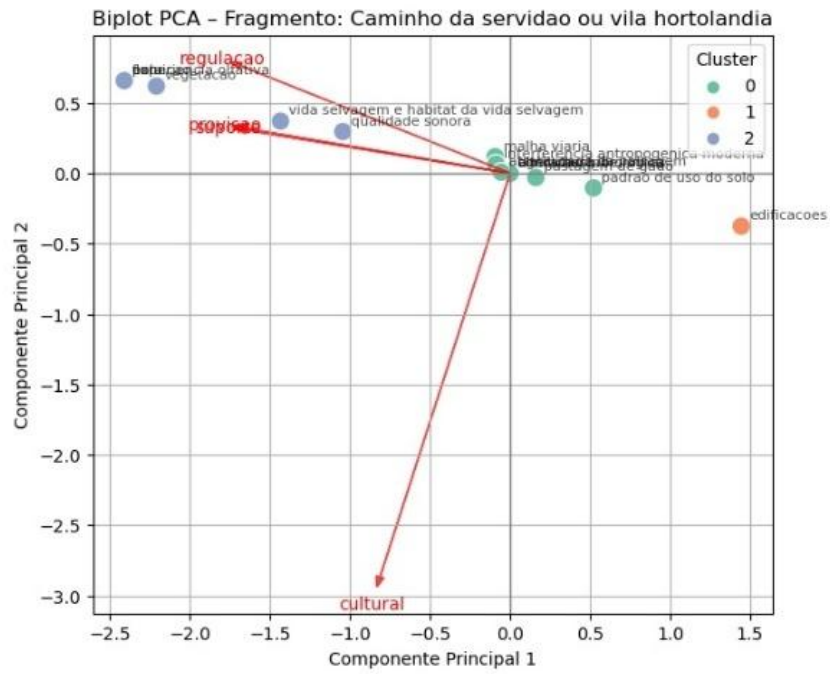
Figura 21: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo B e correlação com os indicadores do LAP.



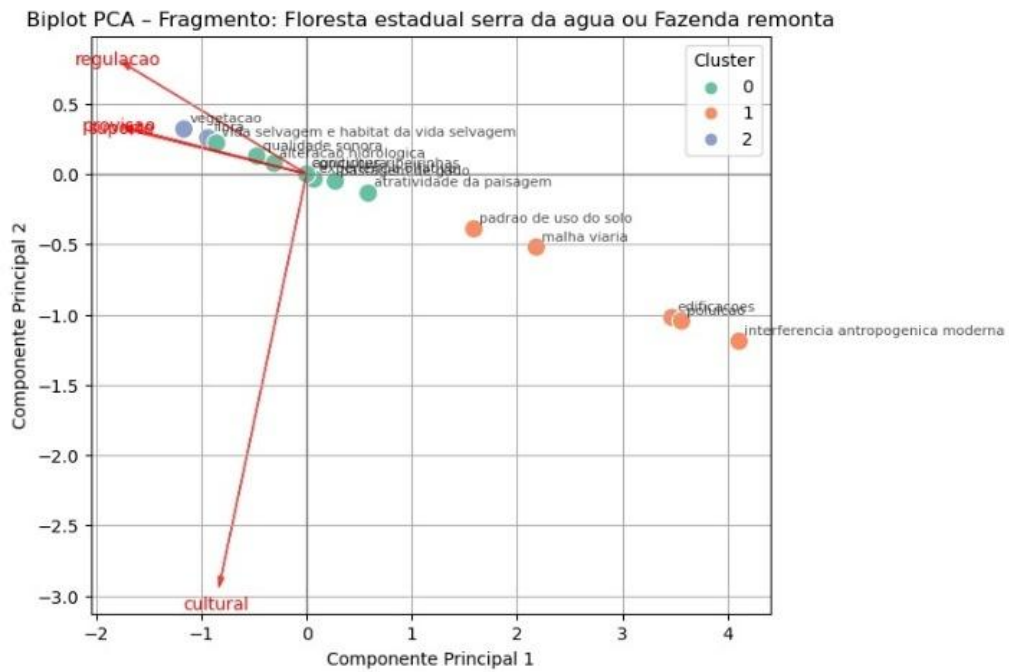
Fragmento Boldrini/ Sítio São Martinho



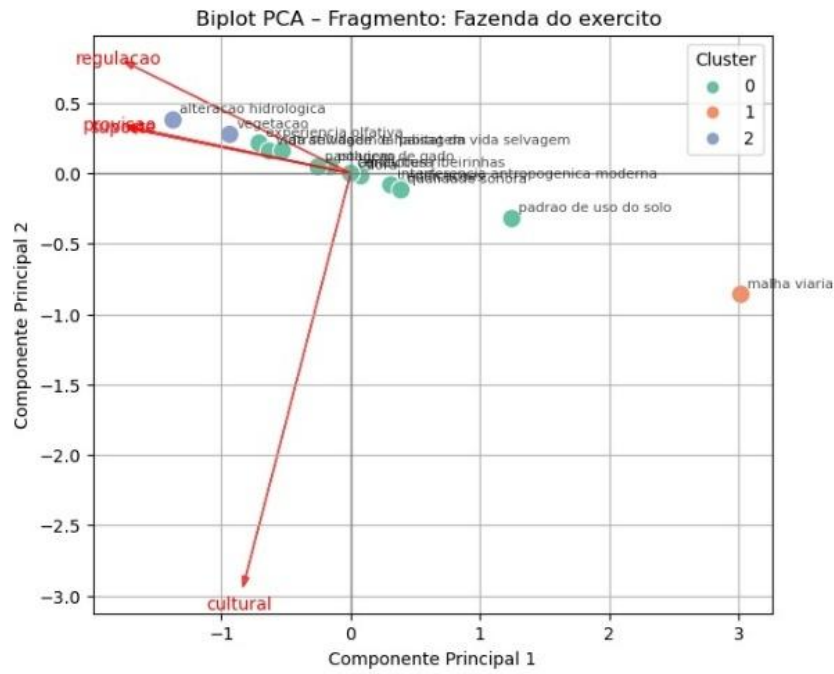
Fragmento Mata de Santa Genebra



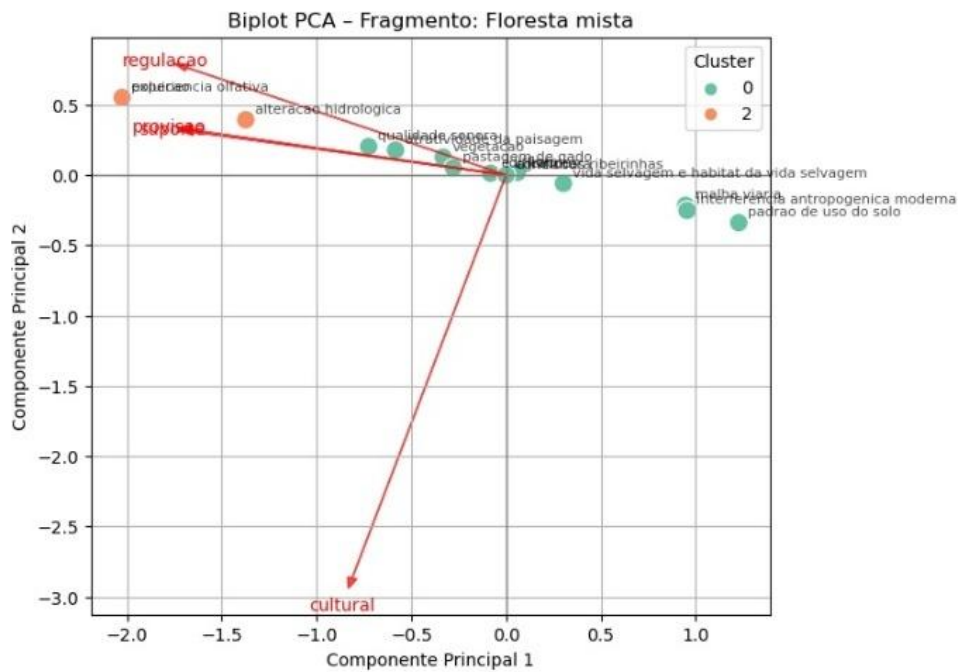
Fragmento Caminho da Servidão



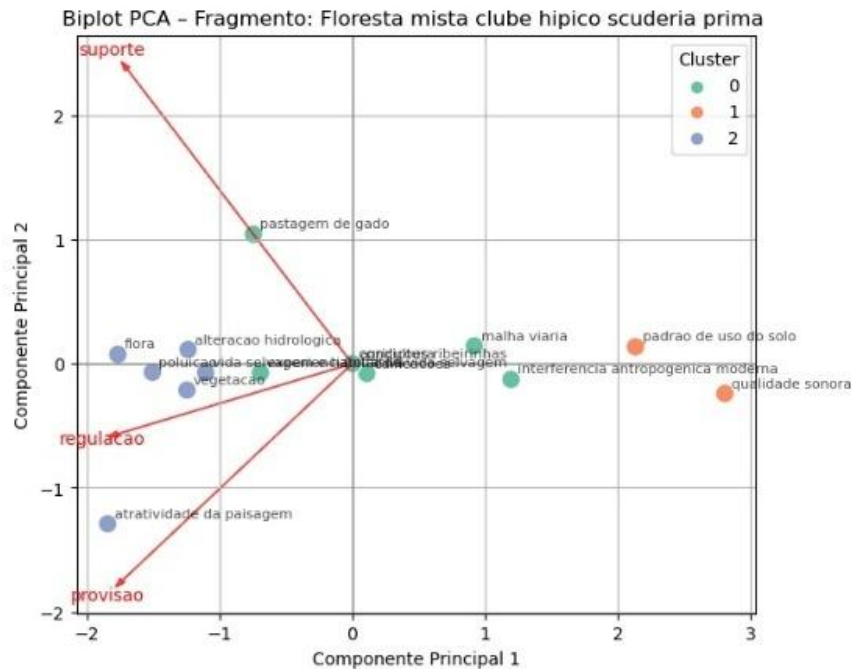
Floresta Estadual Serra da Água/ Fazenda Remonta



Fragmento Fazenda do Exército



Fragmento Floresta Mista



Fragmento Floresta Mista Clube Hípico Scuderia Prima

De modo geral, foi possível identificar que as componentes principais 1 e 2 se organizaram a partir de um gradiente de antropização claramente definido: os indicadores antrópicos como malha viária, padrão de uso do solo, edificações e interferência antrópica moderna ficaram à direita dos eixos, enquanto as variáveis ecológicas e paisagísticas, como flora, vegetação, vida selvagem, condições ribeirinhas e atratividade da paisagem à esquerda, dessa forma se correlacionando aos vetores de regulação e provisão (Pandey; Ghosh, 2023). O vetor cultural, por sua vez, apareceu direcionado ao quadrante inferior, indicando sua associação a atributos sensoriais e estéticos, como qualidade sonora e experiência olfativa, que expressaram o potencial recreativo e simbólico das áreas.

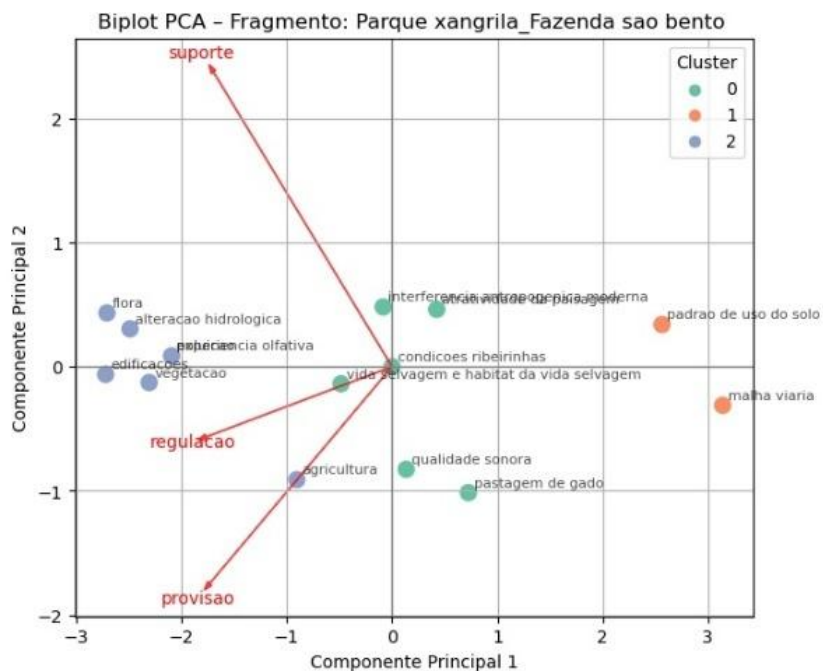
Em fragmentos como Boldrini e Mata de Santa Genebra, o biplot demonstrou a distribuição dos pontos reforçando a presença de núcleos vegetados bem estruturados, capazes de sustentar tanto funções de regulação microclimática e hidrológica quanto valores culturais associados à experiência da paisagem. A proximidade dos indicadores flora, vegetação, vida selvagem e atratividade da paisagem sugeriu conectividade ecológica e integridade ambiental, com menor influência dos fatores urbanos. A Mata de Santa Genebra, em especial, apresentou maior dispersão ao longo da CP2, indicando coexistência de setores mais naturais com áreas de uso antrópico como

agricultura e o padrão de uso do solo local o que confirmou sua relevância como núcleo de conservação.

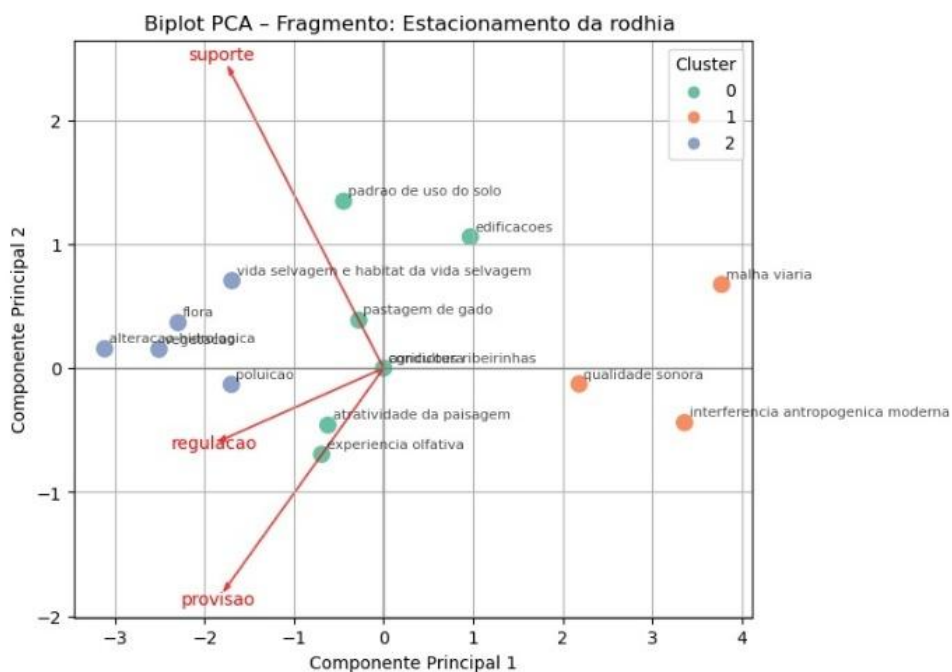
Dessa forma, os fragmentos analisados neste grupo apresentaram melhor desempenho ecológico e paisagístico, evidenciado pela proximidade das variáveis de vegetação e fauna aos vetores de serviços ecossistêmicos. A presença simultânea de funções regulatórias, provisórias e culturais indicou que esses espaços mantêm multifuncionalidade ambiental e relevância estratégica para a sustentabilidade ecológica e o bem-estar urbano, funcionando como reservatórios de biodiversidade e mitigadores de impactos ambientais. Essas características os distinguiram como pontos prioritários para a conservação dentro da matriz urbana (Guo *et al.*, 2024; Hanna; Bruno; Comín, 2024; Zhang, Xiao *et al.*, 2023).

No Grupo C os resultados da Análise de Componentes Principais (PCA) dos fragmentos Parque Xangrilá/Fazenda São Bento, Estacionamento da Rodhia, Estação Furnas, Fazenda Argentina, Bosque dos Jequitibás, Fazenda do Rosário, Fazenda São Quirino, Floresta Mista (Clube Hípico Scuderia Prima), Fazenda Castelo/Granja Ito e Haras Redenção revelaram um padrão de equilíbrio parcial entre funções ecológicas e influência antrópica, típico de áreas em processo de transição dentro do contexto urbano. Esses fragmentos apresentaram valores medianos de prestação de Serviços Ecossistêmicos (SE), destacando-se pelo predomínio de suporte e regulação, mas com fragilidade nos serviços de provisão e cultural, frequentemente condicionada à presença de infraestrutura e uso misto do solo, conforme figura 22

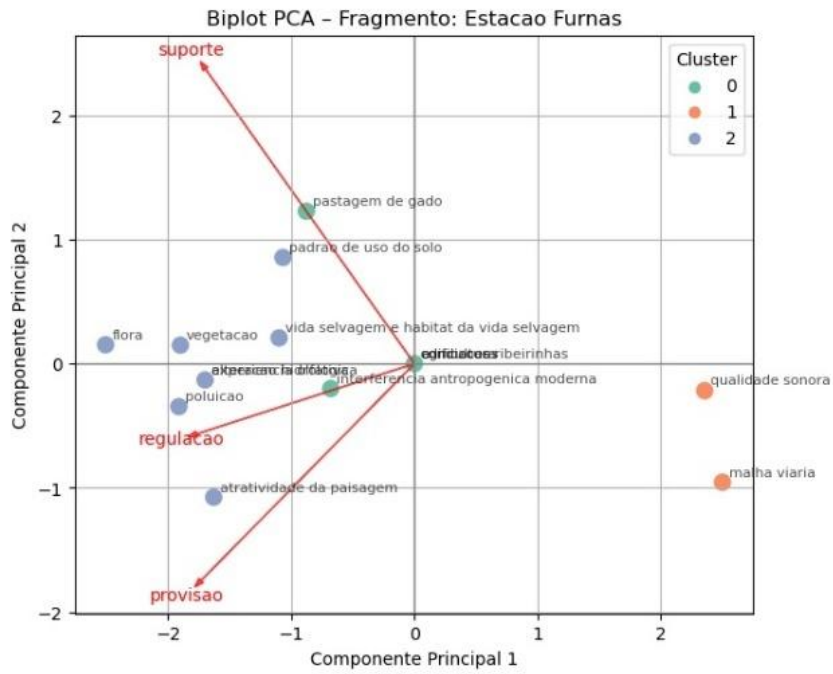
Figura 22: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo C e correlação com os indicadores do LAP.



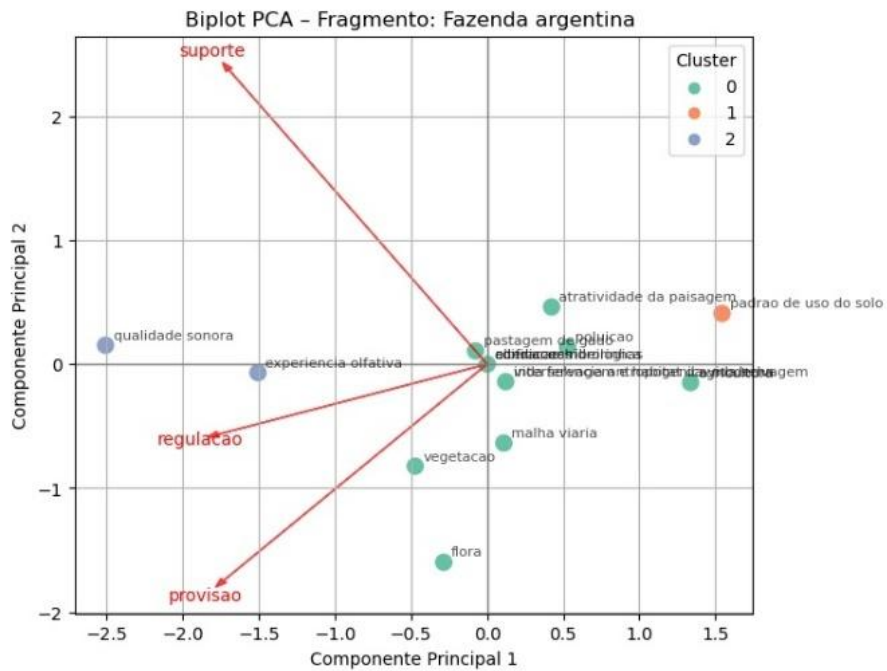
Fragmento Parque Xangrilá/ Faz. S. Bento



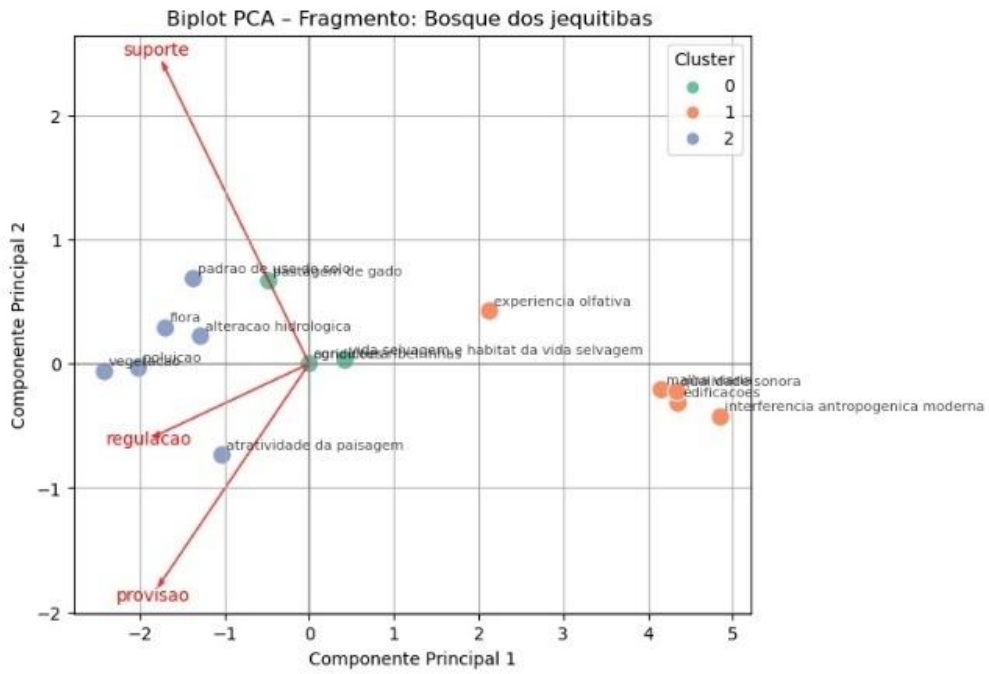
Fragmento Estacionamento da Rodhia



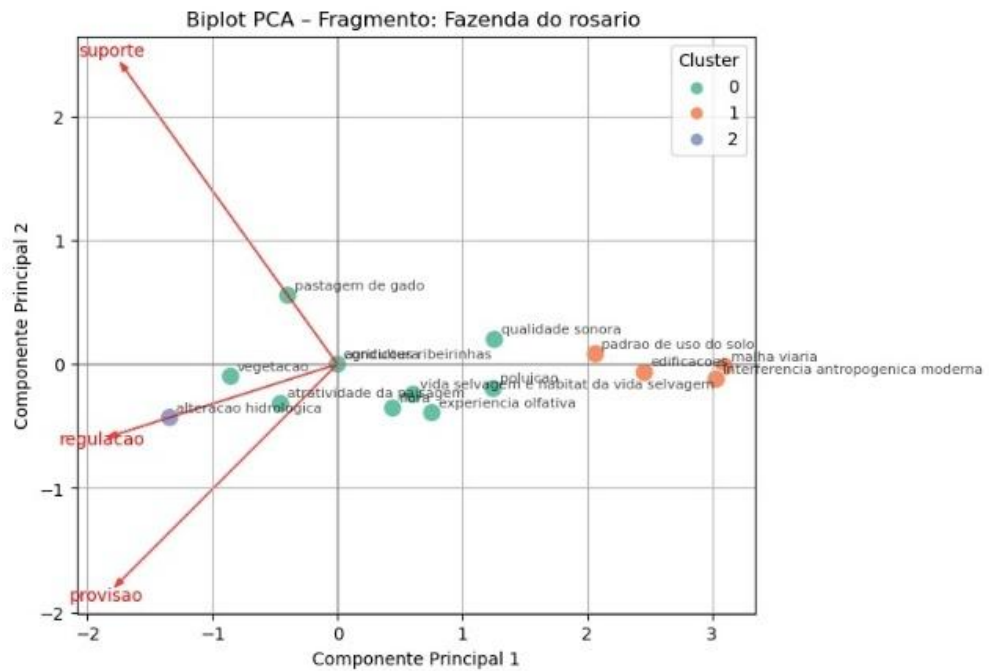
Fragmento Estação Furnas



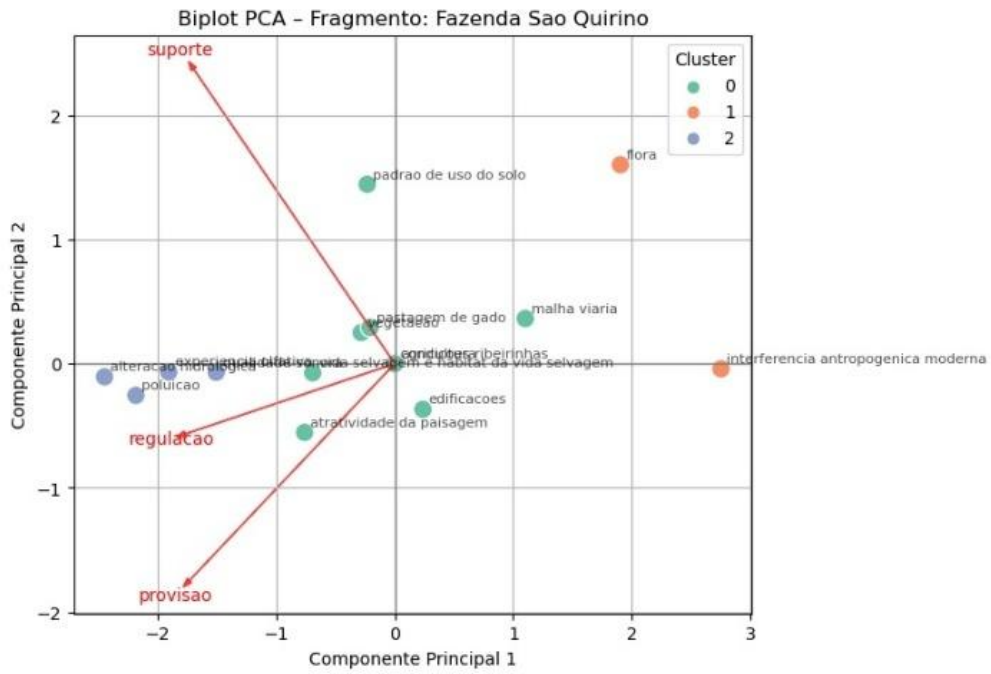
Fragmento Faz. Argentina



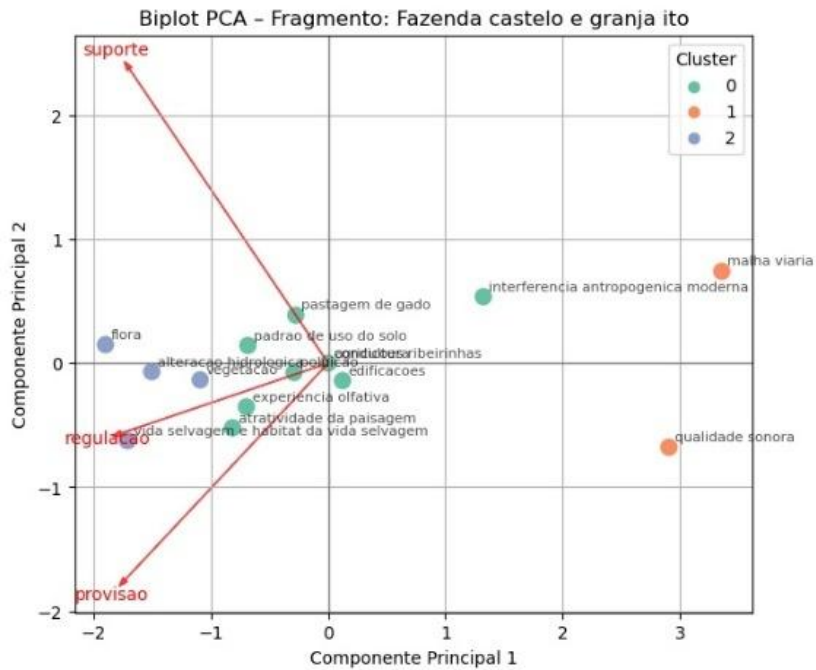
Fragmento Bosque dos jequitibás



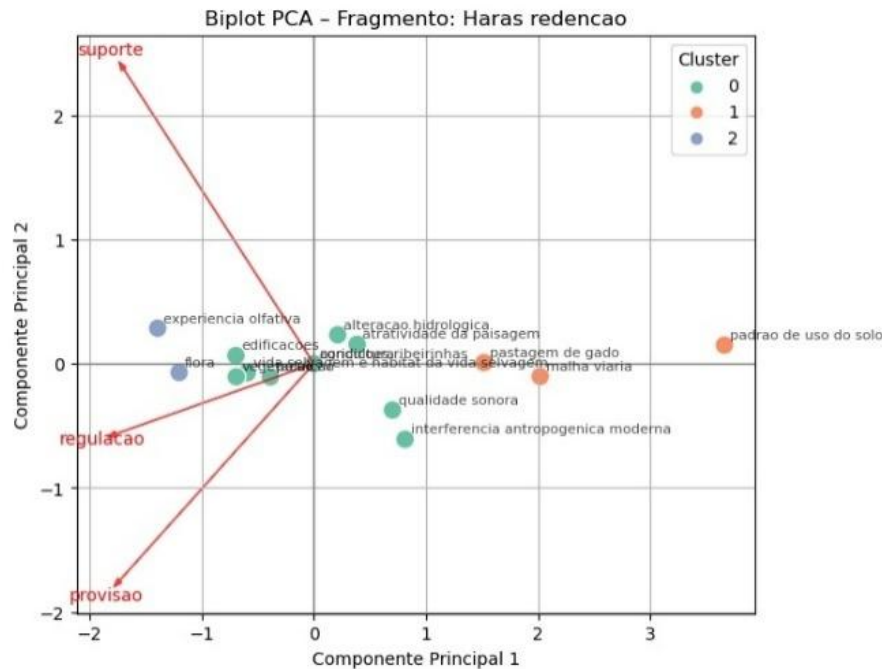
Fragmento Faz. Rosário



Fragmento Faz. São Quirino



Fragmento Faz. Castelo/ Granja Ito



Fragmento Haras Redenção

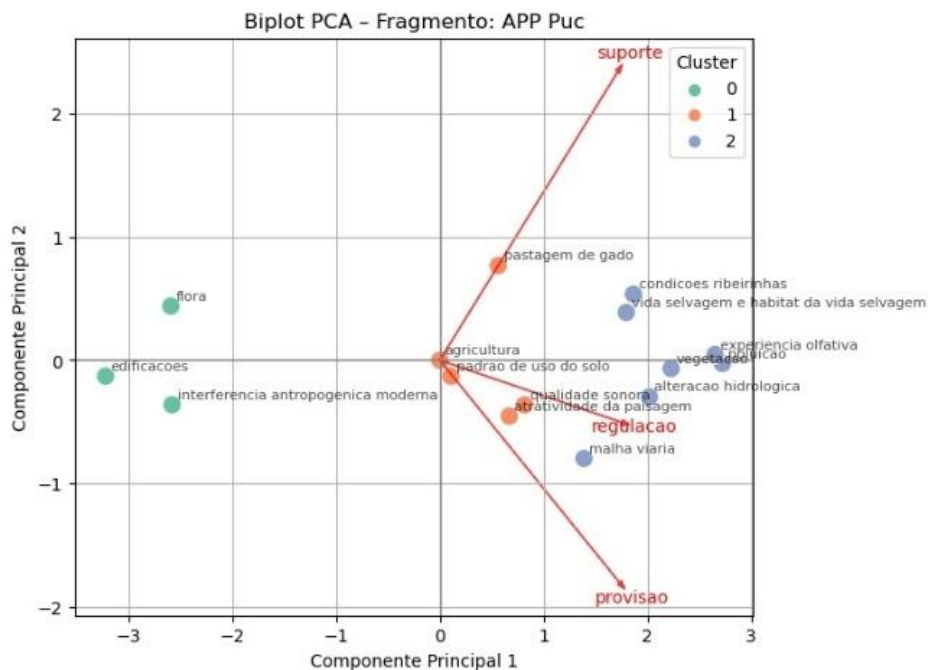
De modo geral, o eixo 1 (CP1) expressou o gradiente de pressão urbana, onde variáveis como padrão de uso do solo, malha viária, interferência antrópica moderna e edificações apareceram à direita, associadas à degradação ambiental e menor oferta de SE. À esquerda, concentraram-se as variáveis ecológicas, como flora, vegetação, alteração hidrológica e vida selvagem, diretamente relacionadas aos vetores suporte e regulação. O eixo 2 (CP2), por sua vez, diferenciou os fragmentos conforme a contribuição dos serviços culturais (experiência olfativa, qualidade sonora, atratividade da paisagem), revelando sutis distinções na percepção ambiental e no valor recreativo dos espaços.

Em suma, esses fragmentos representaram paisagens intermediárias no gradiente de conservação, com desempenho ecológico satisfatório, porém dependente da manutenção da cobertura vegetal e da mitigação dos efeitos de borda e da urbanização circundante. Sua capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos foi parcial, mas relevante, garantindo suporte à biodiversidade, regulação microclimática e funções culturais localizadas. (Wang; Liu; Zhou, 2024). Tais áreas configuraram zonas de amortecimento e transição ecológica, fundamentais para a conectividade entre os núcleos mais preservados e a matriz

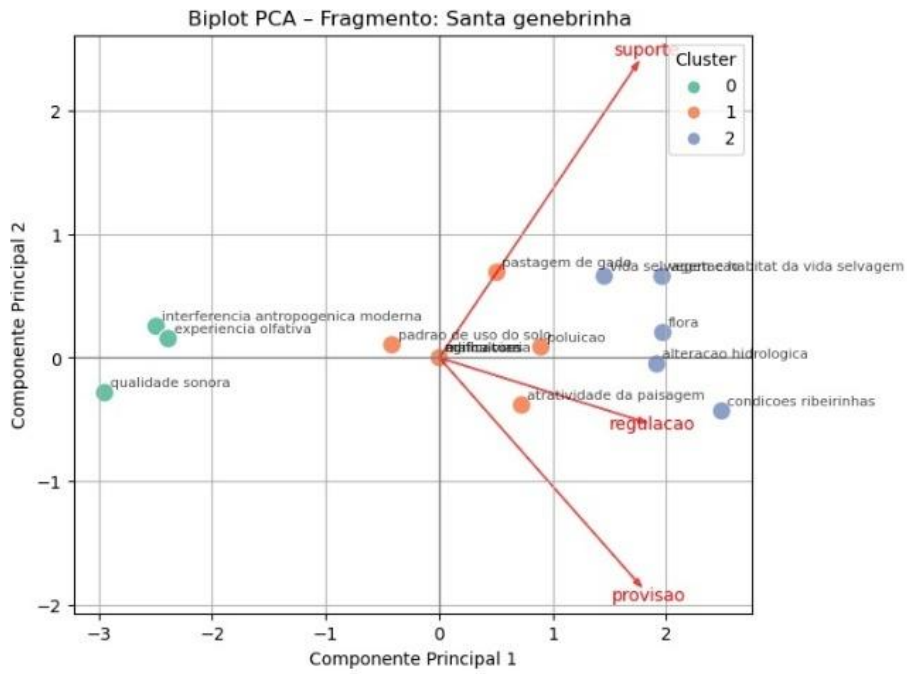
urbana, justificando ações de gestão integrada, restauração de bordas e controle da expansão antrópica (Ersoy Mirici, 2022).

No Grupo D os biplots de PCA dos fragmentos APP PUC, Santa Genebrinha, Ribeirão das Pedras, Fazenda São João, Fazenda Cuscuzzeiro, Mata do Aeroporto, Linha do Trem e Haras Figueira do Lago revelam um padrão típico de fragmentos urbanos sob elevada pressão antrópica, com baixa diversidade funcional e forte influência do uso e ocupação do solo. Esses fragmentos se caracterizaram pela redução das funções de regulação e suporte, enquanto os serviços de provisão apareceram fragmentados e restritos a micro áreas de vegetação residual conforme figura 23.

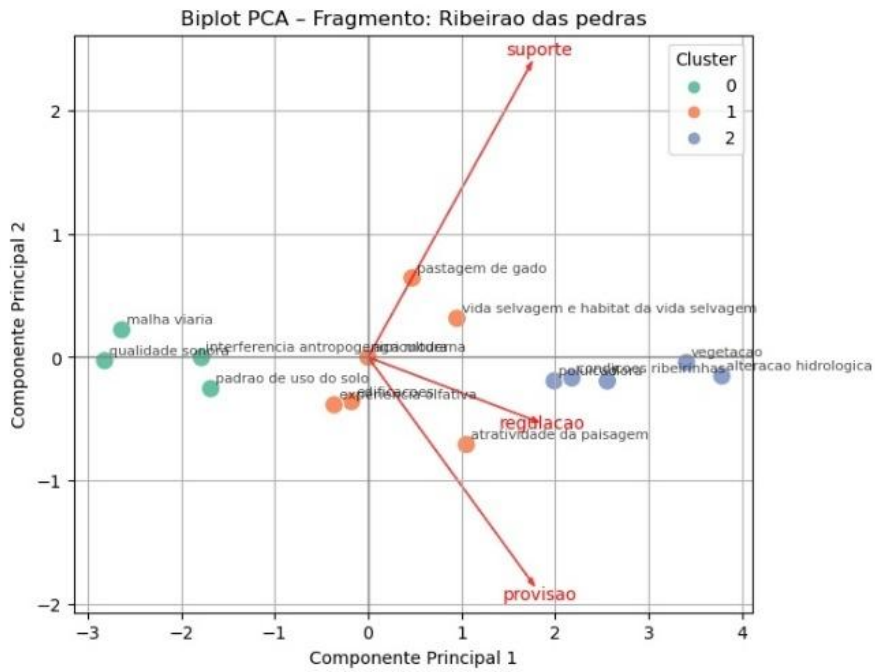
Figura 23: Análise PCA em gráficos biplot dos remanescentes enquadrados no grupo D e correlação com os indicadores do LAP.



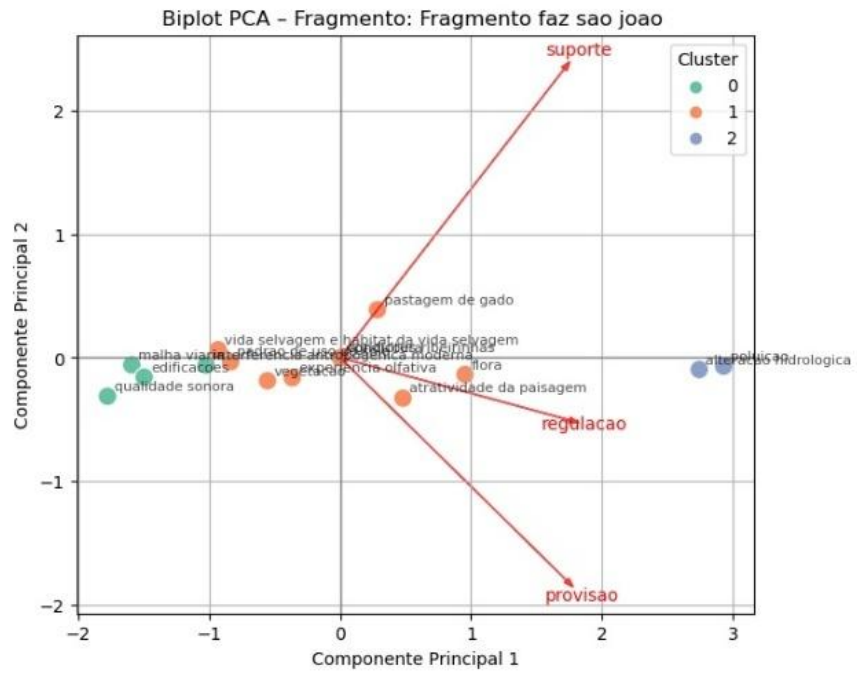
Fragmento APP Puc



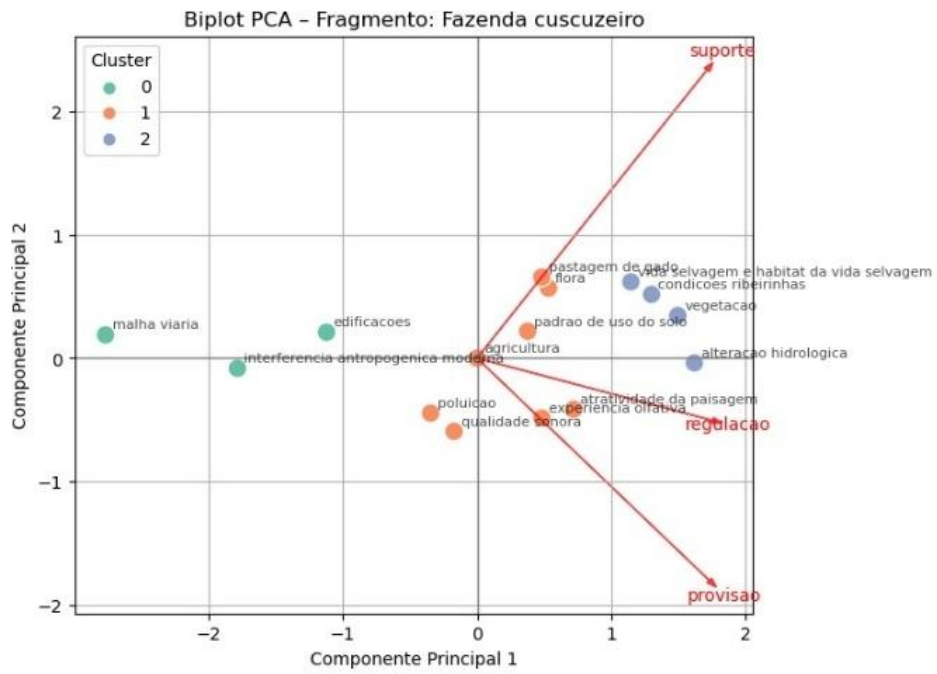
Fragmento Santa Genebrinha



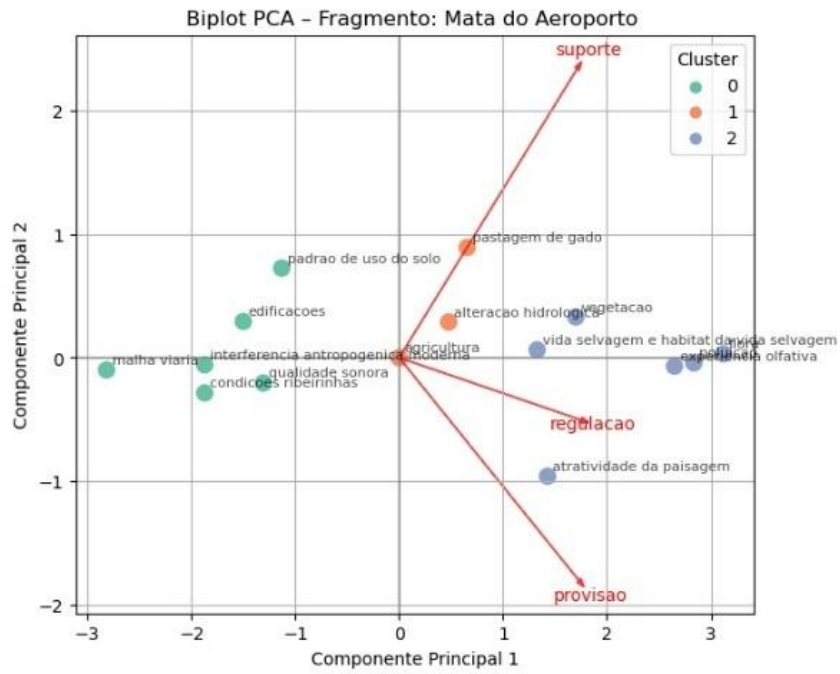
Fragmento Ribeirão das Pedras



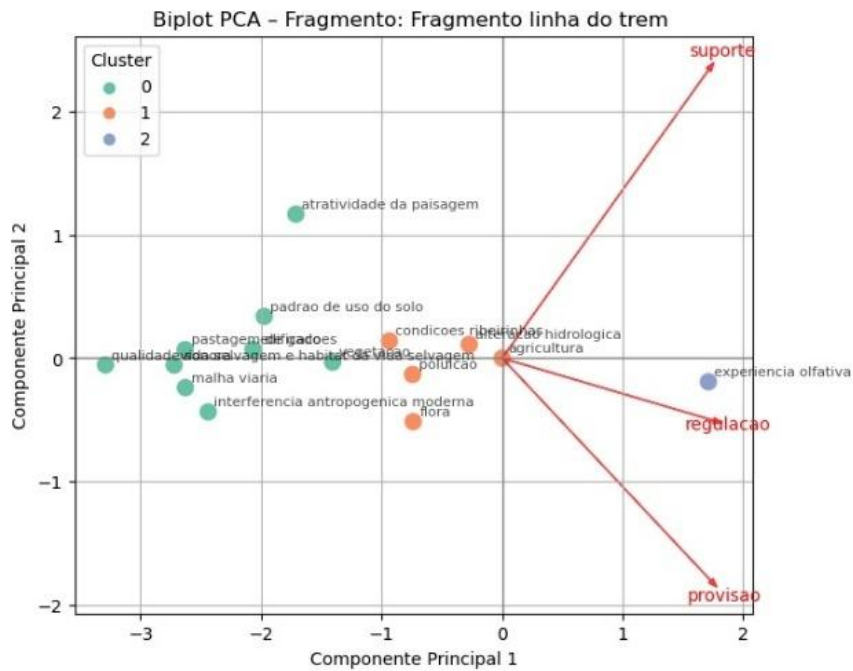
Fragmento Faz. São João



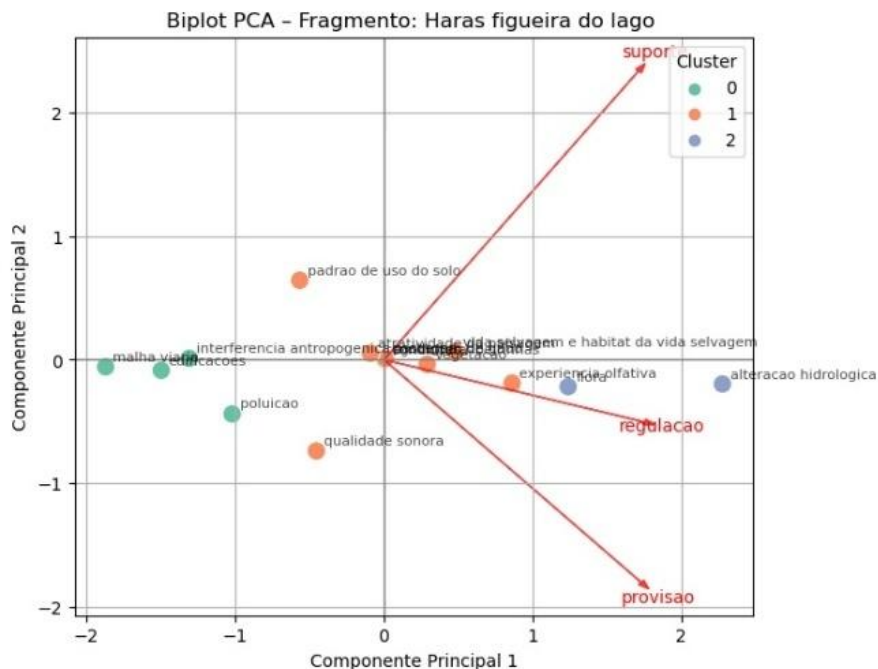
Fragmento Faz. Cuscuzeiro



Fragmento Mata do Aeroporto



Fragmento Linha do Trem



Fragmento Haras figueira do lago

A Componente Principal 1 (CP1) expressou um gradiente claro de antropização, separando as variáveis ecológicas (à direita) como vegetação, vida selvagem, alteração hidrológica e condições ribeirinhas das variáveis antrópicas (à esquerda), representadas por interferência antrópica moderna, malha viária, edificações e poluição.

Essa distribuição reforçou o predomínio de pressões urbanas e rurais (como agricultura e pecuária) sobre as dinâmicas naturais. Já a Componente Principal 2 (CP2) diferenciou fragmentos conforme sua capacidade de suporte ecológico: aqueles com vegetação ainda presente tenderam a situar-se nos quadrantes superiores, enquanto áreas de uso misto e amplamente perturbadas apareceram mais próximas ao eixo horizontal.

Dessa forma, o conjunto dos fragmentos do grupo D representaram paisagens urbanas e periurbanas degradadas, com predomínio de funções isoladas e pouca contribuição ecológica. O vetor suporte encontrou-se presente apenas de forma pontual e os serviços de regulação apareceram comprometidos por processos de impermeabilização, perda de cobertura vegetal e uso do solo voltado à produção agropecuária ou expansão urbana (como grandes construções de amplo uso). A sobreposição dos clusters próximos ao centro dos

biplots indicou baixa diferenciação interna e homogeneização da paisagem, típica de áreas fortemente antropizadas.

Ainda assim, a presença localizada de vegetação, vida selvagem e condições ribeirinhas sugeriu núcleos potenciais de regeneração ecológica, cuja restauração poderia restabelecer parte da funcionalidade ambiental. Portanto, esses fragmentos configuraram zonas prioritárias para ações de requalificação ecológica e reconexão de corredores verdes, desempenhando papel estratégico na mitigação dos impactos urbanos e na reestruturação da paisagem ecológica regional (Vindigni *et. al.*, 2021).

A aplicação da metodologia ESP demonstrou que a maior parte dos fragmentos analisado apresentou qualidade paisagística moderada, mas ainda sim com extremos positivo e negativos. No geral houve baixa incidência de impactos como pastagens e agricultura, além disso em grande parte dos remanescentes a cobertura vegetal se mostrou razoavelmente variado e conservada, porém a fragmentação urbana, o isolamento por rodovias e a intenção interferência antrópica na paisagem foram fatores que reduziram a estabilidade ecológica.

Esse cenário reforçou a necessidade de medidas de integração ecológica, como corredores verdes e restauração de áreas degradadas, para elevar as áreas moderadas ao patamar de boa qualidade, a manutenção e o aprimoramento dos SEs em uma determinada área de paisagem, maximiza seu nível de sustentabilidade. Ao mesmo tempo, a capacidade de uma paisagem em fornecer SEs permite que os componentes ecossistêmicos sejam mantidos em um determinado estado de equilíbrio (Perrone; Gatto; Vandermeulen, 2026).

A análise dos serviços ecossistêmicos mostrou médias gerais superiores a 7 (em escala 0–10), mas com grande disparidade entre as categorias, no geral os serviços de provisão tem a maior média e menor variação, assim como o serviço de regulação deve destaque em vários fragmentos e se demonstra fundamental para o controle microclimático, o serviço cultural foi o menos observado, isso aponta para uma subutilização do potencial paisagístico e recreativo de grande parte dos remanescentes, vale levar em consideração que nem todas as áreas foram planejadas para desempenhar tais funções. Quanto aos serviços de suporte foi a categoria mais heterogênea,

refletindo diferenças estruturais entre fragmentos. Áreas mais complexas ecologicamente (ex.: Grupo B) mantêm melhor funcionalidade ecológica, enquanto áreas urbanizadas sofrem queda drástica.

Esses resultados evidenciaram um paradoxo que mesmo os fragmentos com boa qualidade ambiental poderiam ter serviços ecossistêmicos pouco explorados pela sociedade, devido à falta de integração ao planejamento urbano estando alinhado (Li et. al., 2025) que apontou florestas como a maior ferramenta de estabilidade do ecossistema, com elevada consistência na provisão de SEs e alta resiliência, redução tanto de resistência quanto resiliência, afetando a conectividade ecológica devido a fragmentação da paisagem e a diminuição da estabilidade ecossistêmicos por utilização do espaço urbano relacionado ao desenvolvimento socioeconômico.

No entanto conforme as análises de PCA demonstraram a interação direta da paisagem com a capacidade e qualidade da prestação de serviços ecossistêmicos em remanescentes urbanos, a síntese das análises realizadas foram apresentados no quadro 4.

Quadro 5: Síntese das relações entre as categorias de serviços ecossistêmicos e métricas de avaliação paisagística conforme Vlami et. al. (2019) a partir de análise de PCA.

Categoria de SE	Descrição geral conforme MEA (2005)	Evidências observáveis (indicadores LAP / ESP)	Tendência nos grupos de fragmentos
SUPORTE	Categoria estrutural e ecológica- Refletiu a manutenção da base ecológica (solo, flora, fauna e processos naturais). Foi predominante em fragmentos com maior integridade ambiental e conectividade.	Vetor suporte associado diretamente a flora, vegetação, condições ribeirinhas e alteração hidrológica (positiva). E apareceram afastados das variáveis antrópicas (malha viária, edificações).	Representado nos Grupos 1 e 2, especialmente em fragmentos como Mata Santa Genebra, Floresta Estadual Serra da Água e Fazenda do Exército, onde houve continuidade vegetal e menor interferência urbana. Nos Grupos 4 e 5, torna-se menos presente e localizado.

PROVISÃO	Produção de bens e recursos naturais- Alimentos, água, biomassa e matérias-primas disponíveis para consumo, comercialização ou uso energético.	Vetor <i>provisão</i> a correlacionado a <i>agricultura, pastagem de gado, padrão de uso do solo</i> e, em alguns casos, <i>alteração hidrológica</i> . Representou uso direto e produtivo da terra, mais associado à exploração que à conservação.	Mais forte nos Grupos 4 e 5, especialmente em fragmentos periurbanos ou rurais (APP PUC, Fazenda São João, Estância Santa Isabel), onde houve substituição da vegetação nativa por áreas produtivas.
----------	--	---	--

REGULAÇÃO	Categoria funcional e ambiental- Relacionou-se à capacidade de controle microclimático, hídrico e de qualidade do ar. Diminuiu com o aumento da artificialização.	Vetor <i>regulação</i> apresentou menor projeção e distância dos demais, frequentemente deslocado ou oposto a poluição, malha viária e interferência antrópica moderna. Em alguns fragmentos (Santa Genebra, Serra da Água), mostra correlação parcial com alteração hidrológica e vegetação.	Moderado a forte nos Grupos 1 e 2, enfraquecendo nos Grupos 3 e 4, e quase ausente no Grupo 5, refletindo o avanço da urbanização e da impermeabilização do entorno.
-----------	---	---	--

CULTURAL	Categoria simbólica e cognitiva—Representa o valor imaterial, identitário e estético da paisagem, percebido socialmente.	Definido pela proximidade entre <i>provisão e variáveis perceptivas</i> (atratividade, experiência olfativa, qualidade sonora). Em áreas de uso público, sobrepõe-se a padrão de uso do solo e interferência moderna, indicando cultura urbana associada ao verde remanescente.	Presente nos Grupos 3, 4 e 5, com destaque em fragmentos como Bosque dos Jequitibás e parque ecológico onde o valor cultural suplanta o ecológico.
----------	--	---	--

SÍNTESE	<p>Transição entre ecossistemas funcionais — Reflete a interação entre pressões antrópicas e remanescentes ecológicos.</p>	<p>Em PCA, observou-se sobreposição dos clusters próximos ao centro, indicando e homogeneização da paisagem. Indicadores ecológicos e antrópicos coexistem, porém com funções dissociadas (ex.: <i>vida selvagem</i> próxima a <i>edificações</i> ou <i>padrão de uso do solo</i>).</p>	<p>Representou o gradiente dos cinco grupos: Grupos 1–2: domínio de suporte e regulação. Grupo 3: equilíbrio instável entre provisão e suporte. Grupos 4–5: domínio de provisão e cultural, com funções ecológicas residuais.</p>
---------	--	---	---

Fonte: Autora (2025).

A análise integrada das categorias de Serviços Ecossistêmicos (SE) evidenciou uma funcionalidade ecológica diretamente associado à intensidade de antropização e as características do padrão paisagístico em cada grupo de fragmentos (Kang *et al.*, 2025; Zhang *et al.*, 2024). Os resultados obtidos pelos vetores principais do PCA demonstraram que as dimensões de suporte, regulação, provisão e valor cultural coexistiram de forma desigual ao longo da paisagem urbana, refletindo os diferentes níveis de integridade ambiental e conectividade ecológica identificados pelos indicadores LAP (2019).

A categoria de Suporte constituiu a base ecológica sobre a qual os demais SE se estruturam. Foi predominante em fragmentos com grande cobertura vegetal e presença de elementos naturais a paisagem (Stroud; Peacock; Hassall, 2022), como flora nativa, vegetação densa e condições ribeirinhas preservadas. A forte associação do serviço “suporte” a esses indicadores demonstrou que esses remanescentes exerceram papel essencial na manutenção dos processos ecológicos e na sustentação da paisagem vegetal em meio urbano. Contudo, à medida que se intensificou a fragmentação e a substituição do uso do solo, observou-se uma redução progressiva dessa categoria, especialmente nos grupos 4 e 5, onde os vetores ecológicos se tornam pontuais e isolados.

Quanto aos serviços de profissão a maior associação foi em áreas com uso produtivo do solo, representadas por variáveis como agricultura, pastagem de gado e alteração hidrológica. Isso indica que, mesmo sob pressão

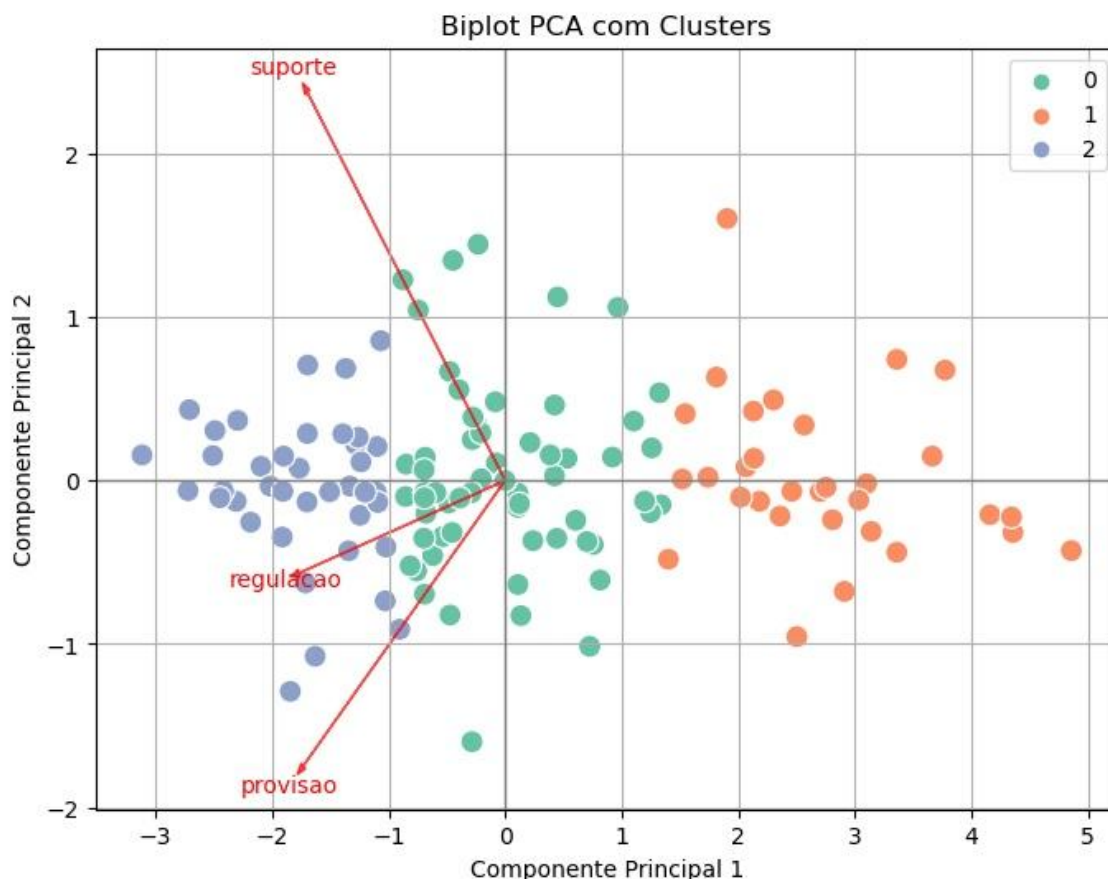
antrópica, certos fragmentos continuaram a desempenhar papel na produção de bens naturais, como alimentos, biomassa, madeira ou recursos hídricos superficiais. Contudo, a presença desse serviço não implicou em maior qualidade ecológica; ao contrário, sua expressão foi frequentemente associada à substituição da vegetação nativa por coberturas de uso econômico, caracterizando uma função produtiva dissociada das funções de regulação e suporte (Abu Abdulai; Osumanu, 2023; Jiang *et al.*, 2025). Essa tendência foi mais evidente nos Grupos 4 e 5, onde a pressão urbana e rural redefiniu a paisagem em termos de exploração de recursos e não de conservação.

A categoria de Regulação demonstrou uma relação inversamente proporcional as características urbanas. Fragmentos com maior cobertura vegetal e áreas de conectividade apresentam maior capacidade regulatória (Drillet *et al.*, 2020), enquanto aqueles expostos à malha viária, edificações e poluição mostram menor capacidade de mitigação em eventos climáticos, hídricos e atmosféricos. A redução da categoria de regulação ao longo dos eixos do PCA indicou que o tal serviço foi sensível as pressões antrópicas e demonstrou a relação de redução de sua capacidade perante o avanço da impermeabilização e fragmentação do remanescente (Hou; Liu; Zeng, 2023; Li; Wang; Zhou, 2024).

A dimensão Cultural surgiu como uma categoria pouco explorada, fortemente conectada ao uso social e simbólico das áreas verdes. Sua inferência se intensifica como uma ferramenta de regulação da paisagem como espaço de turístico e de lazer (Dushkova *et al.*, 2021). Nos fragmentos urbanos centrais, como Bosque dos Jequitibás, o valor cultural superou o ecológico, convertendo o espaço verde em território de convivência e contato social com a natureza, o que reforça a importância dos SE culturais na construção de cidades mais sensíveis e integradas à paisagem.

Por fim, a figura 24 evidenciou a transição entre ecossistemas naturais e urbanos. A distribuição de clusters na região central dos biplots revelou uma uniformização da paisagem, na qual indicadores naturais e antrópicos se relacionaram, mas sem pouca cooperação ecológica. Esse padrão confirmou a tendência de redução das funções ecológicas em relação ao espaço urbano.

Figura 24: Distribuição dos clusters nos eixos de PCA conforme capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos.



Fonte: Autora (2025).

O gráfico PCA com clusters evidenciou que os fragmentos se organizaram conforme o nível de conservação e pressão antrópica. À esquerda do gráfico predominaram os serviços de suporte e regulação, associados à vegetação, flora e conectividade ecológica indicando áreas mais naturais e estáveis. Ao centro, os fragmentos do cluster intermediário mostraram equilíbrio misto entre características naturais e urbanas. Já à direita concentraram-se os fragmentos mais antropizados, onde a provisão se destaca, representando usos produtivos do solo (agricultura, pastagem) e substituição da vegetação nativa. Dessa forma, o gráfico ilustrou a redução progressiva da capacidade regulatória e de suporte perante o avanço da urbanização, enquanto os serviços de provisão persistem, porém sem ligação com a qualidade ecológica (Santiago-Ramos; Hurtado-Rodríguez, 2022; Verdú-Vázquez *et al.*, 2021).

Assim, a análise dos SE com base nos indicadores LAP/ESP reforçou a hipótese de que a integridade ecológica e a multifuncionalidade dos fragmentos

dependem diretamente da estrutura paisagística. A presença equilibrada das quatro categorias suporte, regulação, provisão e cultural ocorreu em fragmentos de maior naturalidade e menor interferência urbana, enquanto os demais tenderam a desempenhar funções parciais. Essa constatação reforçou a necessidade de planejamento urbano-ecológico que considere os SE como infraestrutura essencial para a sustentabilidade das cidades e para o bem-estar da população (Stroud; Peacock; Hassall, 2022).

Essa integração possibilita a análise conjunta dos aspectos estruturais e funcionais da paisagem urbana, superando abordagens tradicionais que os tratam de forma isolada. A metodologia proposta operacionaliza a paisagem como uma variável ecológica mensurável, viabilizando análises comparativas entre fragmentos e a aplicação de técnicas estatísticas multivariadas. Ademais, oferece subsídios consistentes para a gestão urbana, permitindo que gestores identifiquem de forma criteriosa as necessidades das áreas avaliadas e direcionem estratégias e soluções voltadas ao seu aprimoramento.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

a) Os resultados da análise LAP e ESP demonstraram que a maioria dos remanescentes apresentaram qualidade ambiental moderada, mas exposta a pressões antrópicas significativas.

b) De modo geral, a paisagem urbana teve relação inversa a capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos dos remanescentes, apesar do bom potencial de diversas áreas.

c) Os serviços de suporte e regulação se relacionaram diretamente com indicadores de vegetação e flora se beneficiando em áreas com ampla cobertura vegetal.

d) Em meio urbano os serviços de provisão ganharam destaque conforme o uso produtivo do solo, porém com poucas funções de gerar suplementos a sociedade próxima.

e) Embora pouco representativa dentre os remanescentes qualificados para o estudo os serviços culturais demonstraram relevância ao se relacionar com o uso social e suas características podem se sobrepor a serviços ecológicos quando destinadas.

d) No geral a paisagem dos remanescentes urbanos foi homogênea, tendo pontos de destaque na prestação de SE, mas pouca integração a funções ecológicas.

e) A capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos foi pouco valorizada, principalmente em áreas distantes ao centro o que acarretou pouca contribuição a sociedade perante os benefícios providos por remanescentes florestais em meio urbano.

f) A metodologia do ESP mostrou-se eficiente para a análise do manejo urbano, uma vez que requer um número reduzido de elementos para viabilizar a avaliação de áreas verdes. No entanto, sua aplicação demanda aprimoramentos, especialmente quando utilizada de forma recorrente em uma mesma área, considerando a diversidade de paisagens que a compõem.

g) Diante do atual estado da arte, a relação entre os indicadores de paisagem e a prestação de serviços ecossistêmicos apresenta-se como um campo inovador e ainda pouco explorado. Apesar do seu alto potencial para subsidiar políticas públicas e estratégias de planejamento territorial, observa-se

a necessidade de estudos complementares que aprofundem essa abordagem, de modo a garantir a aplicação correta e eficiente dos resultados obtidos.

h) Para a avaliação isolada dos indicadores de paisagem e das diferentes categorias de serviços ecossistêmicos, torna-se necessário um avanço significativo na literatura científica, bem como o desenvolvimento e a aplicação de metodologias específicas capazes de produzir resultados mais robustos e consistentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABU ABDULAI, Ibrahim; OSUMANU, Issaka Kanton. How urbanisation shapes availability of provisioning ecosystem services in peri-urban Ghana. **International Journal of Urban Sustainable Development**, [s. l.], vol. 15, nº 1, p. 282–298, 2023.

ABUHAY, Ayenew *et al.* Small forest patches in Ethiopian highlands uniquely support high plant biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], vol. 33, nº 5, p. 1711–1727, 2024.

ADDAS, Abdullah. Optimizing urban green infrastructure using a highly detailed surface modeling approach. **Discover Sustainability**, [s. l.], vol. 5, nº 1, p. 75, 2024.

ALBUQUERQUE, Rejane de Assis *et al.* Urban Agglomeration: A Qualitative Assessment of Landscape Patterns on a Slope in Jabotão dos Guararapes, Pernambuco. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, [s. l.], vol. 18, nº 3, p. e04382, 2023.

ALI, Arshad. Biodiversity–ecosystem functioning research: Brief history, major trends and perspectives. **Biological Conservation**, [s. l.], vol. 285, p. 110210, 2023.

ALIDZI, James Gbeku *et al.* Co-governance for green infrastructure preservation: Collaborative strategies in customary land tenure cities of Sub-Saharan Africa. **Environmental Development**, [s. l.], vol. 57, p. 101315, 2026.

ALLAN, Eric *et al.* Land use intensification alters ecosystem multifunctionality via loss of biodiversity and changes to functional composition. **Ecology Letters**, [s. l.], vol. 18, nº 8, p. 834–843, 2015.

ARANSIOLA, Sesan Abiodun *et al.* Niger Delta mangrove ecosystem: Biodiversity, past and present pollution, threat and mitigation. **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], vol. 75, p. 103568, 2024.

ASSIS, Julia C. *et al.* Linking landscape structure and ecosystem service flow. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 62, p. 101535, 2023a.

ASSIS, Julia C. *et al.* Linking landscape structure and ecosystem service flow. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 62, p. 101535, 2023b.

ASSIS, Julia C. *et al.* Linking landscape structure and ecosystem service flow. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 62, p. 101535, 2023c.

ATHOKPAM, Varun; CHAMROY, Themmeichon; NGAIRANGBAM, Haripriya. The Role of Urban Green Spaces in Mitigating Climate Change: An Integrative Review of Ecological, Social, and Health Benefits. **Environmental Reports**, [s. l.], vol. 6, n° 1, p. 10–14, 2024.

BARRANQUERO, Rosario S. *et al.* Environmental assessment of water management and urban growth: A case study in an Argentina Pampean plain's basin. **Applied Geography**, [s. l.], vol. 160, p. 103095, 2023.

BENAVIDES, Raúl Andrés Molina *et al.* Application of a system dynamics model to evaluate the implementation of payment for environmental services as a reconversion mechanism in high mountain farming. **Ecological Modelling**, [s. l.], vol. 484, 2023.

BIDOLAKH, Dmytro; KOLESNICHENKO, Olena. Assessment of ecosystem functions of public green spaces in the city of Berezhan, Ternopil region. **Scientific Horizons**, [s. l.], vol. 26, n° 8, 2023.

BOESING, Andrea Larissa *et al.* Identifying the optimal landscape configuration for landscape multifunctionality. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 67, p. 101630, 2024.

BRAUMAN, Kate A. *et al.* Global trends in nature's contributions to people. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], vol. 117, n° 51, p. 32799–32805, 2020.

BURKHARD, Benjamin *et al.* Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. **Ecological Indicators**, [s. l.], vol. 21, p. 17–29, 2012.

BURON, Ryan; HOSTETLER, Mark E.; ANDREU, Michael. Urban forest fragments vs residential neighborhoods: Urban habitat preference of migratory birds. **Landscape and Urban Planning**, [s. l.], vol. 227, p. 104538, 2022.

BUSH, Judy; DOYON, Andréanne. Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?. **Cities**, [s. l.], vol. 95, p. 102483, 2019.

CARLSON, Rachel R. *et al.* Coastal business perception of coral value and payment for coral restoration. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 15, nº 1, p. 9285, 2025.

CHAVES, Liane Amelia *et al.* Mudança do regime de proteção das Áreas de Preservação Permanentes no código florestal de 2012. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], vol. 26, 2023.

CHENG, Ziqian; CHENG, Yuning. A Multidimensional Framework for Quantitative Analysis and Evaluation of Landscape Spatial Structure in Urban Parks: Integrating 3D Point Cloud and Network Analysis. **Land**, [s. l.], vol. 14, nº 4, p. 826, 2025.

CICARINI HOTT, Marcos; LUIZ SANTOS FURTADO, André; ANTÔNIO ÁLVARES SOARES RIBEIRO, Carlos. Determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas no município de Campinas-SP. 2007. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. [S. l.]: [s. d.], 2007.

CLEMENTS, Stephanie L.; ALPÍZAR, Dunia Villalobos; SEARCY, Christopher A. Complex patch geometries maximize species richness at the expense of forest specialists. **Biotropica**, [s. l.], vol. 56, nº 3, 2024.

CROCI, Edoardo; LUCCHITTA, Benedetta; PENATI, Tommaso. An urban PES model for diffused green areas requalification and maintenance in Milan. **Environmental Science & Policy**, [s. l.], vol. 130, p. 47–60, 2022.

DA SILVA, Cássia Fernanda Martins *et al.* Mapping and Identification of Ecosystem Services Hotspots in the Brazilian Pampa Biome. **Environmental Management**, [s. l.], vol. 75, nº 3, p. 538–550, 2025.

DE LIMA, Gabriela Narcizo; FONSECA-SALAZAR, Ma. Alejandra; CAMPO, Julio. Urban growth and loss of green spaces in the metropolitan areas of São Paulo and Mexico City: effects of land-cover changes on climate and water flow regulation. **Urban Ecosystems**, [s. l.], vol. 26, nº 6, p. 1739–1752, 2023.

DRILLET, Zuzana *et al.* Urban Vegetation Types are Not Perceived Equally in Providing Ecosystem Services and Disservices. **Sustainability**, [s. l.], vol. 12, n° 5, p. 2076, 2020.

DUSHKOVA, Diana *et al.* Cultural Ecosystem Services of Urban Green Spaces. How and What People Value in Urban Nature?. *In*: [S. l.]: [s. d.], 2021. p. 292–318.

ELSEN, Paul R. *et al.* Priorities for embedding ecological integrity in climate adaptation policy and practice. **One Earth**, [s. l.], vol. 6, n° 6, p. 632–644, 2023.

ERSOY MIRICI, Merve. The Ecosystem Services and Green Infrastructure: A Systematic Review and the Gap of Economic Valuation. **Sustainability**, [s. l.], vol. 14, n° 1, p. 517, 2022.

FELIPE-LUCIA, María R. *et al.* Land-use intensity alters networks between biodiversity, ecosystem functions, and services. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], vol. 117, n° 45, p. 28140–28149, 2020.

FENG, Rundong *et al.* Synergistic effects of urban forest on urban heat island-air pollution-carbon stock in mega-urban agglomeration. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], vol. 103, p. 128590, 2025.

FERREIRA, Carla S.S. *et al.* Wetlands as nature-based solutions for water management in different environments. **Current Opinion in Environmental Science & Health**, [s. l.], vol. 33, p. 100476, 2023.

FILHO, Walter Leal *et al.* Reviewing the role of ecosystems services in the sustainability of the urban environment: A multi-country analysis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], vol. 262, p. 121338, 2020.

FRY, G. *et al.* The ecology of visual landscapes: Exploring the conceptual common ground of visual and ecological landscape indicators. **Ecological Indicators**, [s. l.], vol. 9, n° 5, p. 933–947, 2009.

GAO, Genhong *et al.* Effect of urban form on PM2.5 concentrations in urban agglomerations of China: Insights from different urbanization levels and seasons. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], vol. 327, p. 116953, 2023.

GAO, Jie *et al.* The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], vol. 163, p. S148–S155, 2017.

GRAFIUS, Darren R.; CORSTANJE, Ron; HARRIS, Jim A. Linking ecosystem services, urban form and green space configuration using multivariate landscape metric analysis. **Landscape Ecology**, [s. l.], vol. 33, n° 4, p. 557–573, 2018.

GROSS, Nicolas *et al.* Functional trait diversity maximizes ecosystem multifunctionality. **Nature Ecology & Evolution**, [s. l.], vol. 1, n° 5, p. 0132, 2017.

GUO, Ziyi *et al.* Assessing variation in the perception of urban ecosystem services at the sub-city level. **International Journal of Urban Sustainable Development**, [s. l.], vol. 16, n° 1, p. 317–329, 2024.

GUO, Jianhua; LIU, Zhiheng; ZHU, Xiao Xiang. Assessing the macro-scale patterns of urban tree canopy cover in Brazil using high-resolution remote sensing images. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], vol. 100, p. 105003, 2024.

HALECKI, Wiktor; STACHURA, Tomasz; FUDAŁA, Wioletta. Redefining urban spaces in stormwater assessment through ecosystem management: A narrative review. **Ambio**, [s. l.], vol. 54, n° 9, p. 1450–1472, 2025.

HANNA, Elie; BRUNO, Daniel; COMÍN, Francisco A. The ecosystem services supplied by urban green infrastructure depend on their naturalness, functionality and imperviousness. **Urban Ecosystems**, [s. l.], vol. 27, n° 1, p. 187–202, 2024.

HASAN, Shaikh Shamim *et al.* Impact of land use change on ecosystem services: A review. **Environmental Development**, [s. l.], vol. 34, p. 100527, 2020.

HE, Juan *et al.* Integrating the impacts of vegetation coverage on ecosystem services to determine ecological restoration targets for adaptive management on the Loess Plateau, China. **Land Degradation & Development**, [s. l.], vol. 34, n° 18, p. 5697–5712, 2023.

HEINRICHS, Steffi; PAUCHARD, Aníbal. Struggling to maintain native plant diversity in a peri-urban reserve surrounded by a highly anthropogenic matrix. **Biodiversity and Conservation**, [s. l.], vol. 24, n° 11, p. 2769–2788, 2015.

HILL, S.L.L. *et al.* **The Ecosystem Integrity Index: a novel measure of terrestrial ecosystem integrity.** [S. l.]: [s. d.], 2022.

HOFFMANN, Millena; ELLIFF, Carla Isobel; NUNES, Guilherme Tavares. Effects of invasive species on the ecosystem services of a tropical insular protected area in Brazil. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 72, p. 101703, 2025.

HORNUNG, Elisabeth; KÁSLER, Andrea; TÓTH, Zsolt. The role of urban forest patches in maintaining isopod diversity (Oniscidea). **ZooKeys**, [s. l.], vol. 801, p. 371–388, 2018.

HOU, Yin; LIU, Yiming; ZENG, Hui. Assessment of urban ecosystem condition and ecosystem services in Shenzhen based on the MAES analysis framework. **Ecological Indicators**, [s. l.], vol. 155, p. 110962, 2023.

HUANG, Jiasi; XIA, Zheyi; LIU, Liming. Impacts of landscape configurations on ecosystem services and their trade-offs across different landscape compositions. **Ecosystem Services**, [s. l.], vol. 70, p. 101666, 2024.

HYSA, Artan; LÖWE, Roland; GEIST, Juergen. Ecosystem services potential is declining across European capital metropolitan areas. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 14, n° 1, p. 8903, 2024.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- Campinas.** [S. l.], 2022.

IBGE. **Proposta metodológica para classificação dos espaços do rural, do urbano e da natureza no Brasil.** [S. l.]: [s. d.], 2023.

ISOLA, Federica *et al.* Urban Green Infrastructure and Ecosystem Service Supply: A Study Concerning the Functional Urban Area of Cagliari, Italy. **Sustainability**, [s. l.], vol. 16, n° 19, p. 8628, 2024.

JATO-ESPINO, Daniel; JENSEN, Marina B. R-ECO: An R script to measure the supply of urban ecosystem services in Europe. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], vol. 125, p. 106358, 2025.

JIANG, Jing *et al.* Trade-offs between agricultural production and ecosystem services under different land management scenarios in the Loess Plateau of China. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 15, n° 1, p. 21385, 2025.

KAISER, Francieli Aparecida Cezário; RIBEIRO, Alyson Rogério; MONTAGNER, Cassiana Carolina. Environmental and socioeconomic aspects related to the acceptance of direct potable reuse in a metropolitan city in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], vol. 466, p. 142897, 2024.

KANG, Saruul *et al.* Different responses of spatial heterogeneity of grassland vegetation to grazing intensity in northern China. **Chinese Science Bulletin**, [s. l.], vol. 70, n° 11, p. 1551–1565, 2025.

KANG, Ning; LIU, Chunqing. Assessment of visual quality and social perception of cultural landscapes: application to Anyi traditional villages, China. **Heritage Science**, [s. l.], vol. 12, n° 1, p. 235, 2024.

KARIMI, James D.; CORSTANJE, Ron; HARRIS, Jim A. Understanding the importance of landscape configuration on ecosystem service bundles at a high resolution in urban landscapes in the UK. **Landscape Ecology**, [s. l.], vol. 36, n° 7, p. 2007–2024, 2021.

KOTLOV, Ivan; CHERNENKOVA, Tatiana; BELYAEVA, Nadezhda. Urban forests of Moscow: typological diversity, succession status, and fragmentation assessment. **Landscape Ecology**, [s. l.], vol. 38, n° 12, p. 3767–3789, 2023.

KUNCORO, Edi; WURARAH, Rully Novie; ERARI, Ishak E. The impact of road infrastructure development on ecosystems and communities. **Social, Ecology, Economy for Sustainable Development Goals Journal**, [s. l.], vol. 1, n° 2, 2024.

LEARY, John *et al.* Landowners' Socio-Cultural Valuation of Ecosystem Services Provided by Trees in Costa Rican Agricultural Landscapes. **Environmental Management**, [s. l.], vol. 67, n° 5, p. 974–987, 2021.

LEISENHEIMER, Leonie *et al.* Monitoring drought impacts on street trees using remote sensing - Disentangling temporal and species-specific response patterns with Sentinel-2 imagery. **Ecological Informatics**, [s. l.], vol. 82, p. 102659, 2024.

LEMES DE OLIVEIRA, Fabiano. Nature in nature-based solutions in urban planning. **Landscape and Urban Planning**, [s. l.], vol. 256, p. 105282, 2025.

LI, Yixiao *et al.* Ecological restorations enhance ecosystem stability by improving ecological resilience in a typical basin of the Yangtze River, China. **Geography and Sustainability**, [s. l.], vol. 6, n° 6, p. 100357, 2025.

LI, Yu *et al.* The role of urban green space landscape patterns in the synergistic prevention of PM2.5 and ozone pollution: A case study in Shenyang city, China. **Atmospheric Pollution Research**, [s. l.], vol. 15, n° 11, p. 102278, 2024.

LI, Zhihui *et al.* Tradeoffs between agricultural production and ecosystem services: A case study in Zhangye, Northwest China. **Science of The Total Environment**, [s. l.], vol. 707, p. 136032, 2020.

LI, Lei; CARTER, Jeremy. Exploring the relationship between urban green infrastructure connectivity, size and multifunctionality: a systematic review. **Landscape Ecology**, [s. l.], vol. 40, n° 3, p. 61, 2025.

LI, Jiayu; WANG, Jing; ZHOU, Weiqi. Different impacts of urbanization on ecosystem services supply and demand across old, new and non-urban areas in the ChangZhuTan urban agglomeration, China. **Landscape Ecology**, [s. l.], vol. 39, n° 6, p. 107, 2024.

LIANG, Luquan; DAY, Jennifer; HAN, Sun Sheng. The roles of non-governmental organizations in the co-production of urban greenspaces in Beijing. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], vol. 112, p. 129002, 2025.

LIU, Yanxu *et al.* Global assessment of nature's contributions to people. **Science Bulletin**, [s. l.], vol. 68, n° 4, p. 424–435, 2023.

LIU, Ziquan *et al.* Green space exposure on depression and anxiety outcomes: A meta-analysis. **Environmental Research**, [s. l.], vol. 231, p. 116303, 2023.

LUBAINA, Soni; ASIFA, Iqbal; AYESHA AGHA, Shah. The concept of sponge city as a nature-based solution for urban resilience: Insights from stakeholders in Karachi, Pakistan. **Habitat International**, [s. l.], vol. 165, p. 103564, 2025.

LUO, Qiaoling *et al.* Regulating effects and impact mechanisms of ecosystem regulating services on air quality: Evidence from the Yangtze River Economic Belt, China. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], vol. 113, p. 107887, 2025.

MABROUK, Mahmoud *et al.* Assessing the effectiveness of nature-based solutions-strengthened urban planning mechanisms in forming flood-resilient cities. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], vol. 344, p. 118260, 2023.

MAHMOUDZADEH, Hassan *et al.* Ecological networks and corridors development in urban areas: An example of Tabriz, Iran. **Frontiers in Environmental Science**, [s. l.], vol. 10, 2022.

MAIMAITI, Bumairiyemu *et al.* Urban spatial expansion and its impacts on ecosystem service value of typical oasis cities around Tarim Basin, northwest China. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, [s. l.], vol. 104, p. 102554, 2021.

MARANDO, Federica *et al.* Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], vol. 77, p. 103564, 2022.

MCDOWELL, Linda-Marie; PFENNIG, Peter; GERRITY, Shiloh. Governments and community working together on the SA Catchment to Coast project focusing on water quality improvement across urban Adelaide, 2013–2018. **Australian Journal of Maritime & Ocean Affairs**, [s. l.], vol. 10, n° 4, p. 241–252, 2018.

MEA, Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. **Island Press**, Washington, DC.

MONTIBELLER, Bruno *et al.* Increasing fragmentation of forest cover in Brazil's Legal Amazon from 2001 to 2017. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 10, n° 1, p. 5803, 2020.

MTWEVE, Philipo *et al.* Exploring socioeconomic and environmental impacts of road infrastructure development in Sub-Saharan Africa: A systematic literature review. **Environmental Development**, [s. l.], vol. 54, p. 101177, 2025.

MUÑOZ, Angelica Maria Mosquera; FREITAS, Simone Rodrigues de. Importância dos Serviços Ecosistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações

de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s. l.], vol. 6, nº 2, p. 89–104, 2017.

NEWBOLD, Tim *et al.* Global effects of land use on biodiversity differ among functional groups. **Functional Ecology**, [s. l.], vol. 34, nº 3, p. 684–693, 2020.

NITOSLAWSKI, Sophie A. *et al.* Assessing the influence of location attributes on urban forest species composition in suburban neighbourhoods. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], vol. 27, p. 187–195, 2017.

OLFATO-PAROJINOG, Anne; DAGAMAC, Nikki Heherson A.; LIMBO-DIZON, James Eduard. Assessment of urban green spaces per capita in a megacity of the Philippines: implications for sustainable cities and urban health management. **GeoJournal**, [s. l.], vol. 89, nº 3, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

O’SULLIVAN, Odhran S. *et al.* **Optimising UK urban road verge contributions to biodiversity and ecosystem services with cost-effective management.** [S. l.]: Academic Press, 2017.

PANDEY, Bhanu; GHOSH, Annesha. Urban ecosystem services and climate change: a dynamic interplay. **Frontiers in Sustainable Cities**, [s. l.], vol. 5, 2023.

PEDRAS A. B. V.; COELHO R. H. T; LOUZADA M. A. P. MÉTRICAS DE PAISAGEM E SISTEMA DE ESPAÇOS LIVRES: SUBSÍDIOS PARA A CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E A ESTRUTURAÇÃO DA EXPANSÃO URBANA. *In*: OLIVEIRA A. C. (org.). **Planejamento urbano e regional: Bases teóricas e práticas de intervenção na organização espacial.** [S. l.]: Atena, 2022. Disponível em: Acesso em: 13 abr. 2024.

PÉREZ-MÉNDEZ, N.; ALCARAZ, C.; CATALA-FORNER, M. Ecological restoration of field margins enhances biodiversity and multiple ecosystem services in rice agroecosystems. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [s. l.], vol. 382, p. 109484, 2025.

PERRONE, Francesca; GATTO, Rachele Vanessa; VANDERMEULEN, Catherine. Integrating the Ecosystem Approach into Urban and Landscape

Planning: Enhancing Ecosystem Services for Sustainable Development. *In*: [S. l.]: [s. d.], 2026. p. 133–140.

PIANO, Elena *et al.* Urbanization drives cross-taxon declines in abundance and diversity at multiple spatial scales. **Global Change Biology**, [s. l.], vol. 26, n° 3, p. 1196–1211, 2020.

PINHEIRO, Renato Torres; MARCELINO, Dianas Gomes; MOURA, Dieyson Rodrigues. Arboreal composition and diversity in the urbanized blocks of palms, Tocantins state. **Ciencia Florestal**, [s. l.], vol. 30, n° 2, p. 565–582, 2020.

PONTARP, Mikael *et al.* Evolutionary plant–pollinator responses to anthropogenic land-use change: impacts on ecosystem services. **Biological Reviews**, [s. l.], vol. 99, n° 2, p. 372–389, 2024.

PUKOWIEC-KURDA, Katarzyna. The urban ecosystem services index as a new indicator for sustainable urban planning and human well-being in cities. **Ecological Indicators**, [s. l.], vol. 144, p. 109532, 2022.

REYNARD, Emmanuel *et al.* A method for assessing «scientific» and «additional values» of geomorphosites. **Geographica Helvetica** Jg. [S. l.]: [s. d.], 2007.

RODRIGUES, Célio Fernando de Sousa; LIMA, Fernando José Camello de; BARBOSA, Fabiano Timbó. Importance of using basic statistics adequately in clinical research. **Brazilian Journal of Anesthesiology (English Edition)**, [s. l.], vol. 67, n° 6, p. 619–625, 2017.

RUBIRA F. G. Rubira_espacos_livre_2016. **Caderno de Geografia**, [s. l.], vol. 26, n° 45, 2016.

SAARONI, H. *et al.* Urban Green Infrastructure as a tool for urban heat mitigation: Survey of research methodologies and findings across different climatic regions. **Urban Climate**, [s. l.], vol. 24, p. 94–110, 2018.

SALA, Enric *et al.* Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. **Nature**, [s. l.], vol. 592, n° 7854, p. 397–402, 2021.

SANTIAGO-RAMOS, Jesús; HURTADO-RODRÍGUEZ, Claudia. Assessing Ecosystem Services Provision as a Support for Metropolitan Green Infrastructure Planning: the Case of Three Spanish Metropolitan Areas. **Applied Spatial Analysis and Policy**, [s. l.], vol. 15, n° 4, p. 1115–1141, 2022.

SCAMMACCA, Ottone *et al.* Assessing and mapping changes in soil ecosystem services and soil threats in agroecosystems through scenario-based approaches – A systematic review. **Science of The Total Environment**, [s. l.], vol. 966, p. 178646, 2025.

SEGURA-MILLÁN, Karla; PEREZ-VERDIN, Gustavo. The effect of payments for ecosystem services on forest cover, land use, and capacity building in northern Mexico. **Trees, Forests and People**, [s. l.], vol. 12, 2023.

SHARMA, Sheenu *et al.* Urban trees' potential for regulatory services in the urban environment: an exploration of carbon sequestration. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], vol. 196, n° 6, p. 504, 2024.

SILVA, Luiza Maria Affonso Lopes *et al.* Pagamento por Serviços Ambientais e práticas conservacionistas do solo: estudo de caso em uma propriedade rural inserida na sub-bacia Hidrográfica do Rio Turvo - MG. **Ciência Florestal**, [s. l.], p. e85863, 2025.

SOKOLOVA, Milena V. *et al.* Assessment of regulating ecosystem services generated by green infrastructure: A case study of Bolzano, Italy. **Urban Climate**, [s. l.], vol. 60, p. 102324, 2025.

STACCIONE, Andrea *et al.* Connected urban green spaces for pluvial flood risk reduction in the Metropolitan area of Milan. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], vol. 104, p. 105288, 2024.

STEFANOSKI, Diane C *et al.* Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [s. l.], vol. 17, p. 1301–1309, 2013.

STRASHOK, Oleksandra; BIDOLAKH, Dmytro; ZIEMIAŃSKA, Monika. Ecosystem benefits of urban woody plants for sustainable green space planning: a case study from Wrocław. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 15, n° 1, p. 10999, 2025.

STROUD, Sebastian; PEACOCK, Julie; HASSALL, Christopher. Vegetation-based ecosystem service delivery in urban landscapes: A systematic review. **Basic and Applied Ecology**, [s. l.], vol. 61, p. 82–101, 2022.

TOMA, Cristian *et al.* IoT Solution for Smart Cities' Pollution Monitoring and the Security Challenges. **Sensors**, [s. l.], vol. 19, n° 15, p. 3401, 2019.

TRUONG, Dinh Duc. Impacts of payment for forest environmental service policy in Vietnam: A case study of Muong Nhe protected area. **Trees, Forests and People**, [s. l.], vol. 7, 2022.

VAN DEN BOSCH, M.; ODE SANG, Å. Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – A systematic review of reviews. **Environmental Research**, [s. l.], vol. 158, p. 373–384, 2017.

VERDÚ-VÁZQUEZ, Amparo *et al.* Green space networks as natural infrastructures in PERI-URBAN areas. **Urban Ecosystems**, [s. l.], vol. 24, n° 1, p. 187–204, 2021.

VILANOVA, Covadonga; FERRAN, Jordi Sardà; CONCEPCIÓN, Elena D. Integrating landscape ecology in urban green infrastructure planning: A multi-scale approach for sustainable development. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], vol. 94, p. 128248, 2024.

VINDIGNI, Gabriella *et al.* Shedding Light on Peri-Urban Ecosystem Services Using Automated Content Analysis. **Sustainability**, [s. l.], vol. 13, n° 16, p. 9182, 2021.

VLAMI, Vassiliki *et al.* A field method for landscape conservation surveying: The landscape assessment protocol (LAP). **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], vol. 11, n° 7, 2019.

WANG, Chengcong *et al.* Efficient cooling of cities at global scale using urban green space to mitigate urban heat island effects in different climatic regions. **Urban Forestry & Urban Greening**, [s. l.], vol. 74, p. 127635, 2022.

WANG, Liyan *et al.* Estimation of the value of regional ecosystem services of an archipelago using satellite remote sensing technology: A case study of Zhoushan Archipelago, China. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, [s. l.], vol. 105, p. 102616, 2021.

WANG, Shixiang; LIU, Chang; ZHOU, Zheng. Government-enterprise green collaborative governance and urban carbon emission reduction: Empirical evidence from green PPP programs. **Environmental Research**, [s. l.], vol. 257, p. 119335, 2024.

YEE, Timothy Bing Lun; CARRASCO, L. Roman. Applying deep learning on social media to investigate cultural ecosystem services in protected areas worldwide. **Scientific Reports**, [s. l.], vol. 14, n° 1, p. 13700, 2024.

YUAN, Yujie *et al.* Urban sprawl decreases the value of ecosystem services and intensifies the supply scarcity of ecosystem services in China. **Science of The Total Environment**, [s. l.], vol. 697, p. 134170, 2019.

ZHANG, Chunhua *et al.* Assessing Regional Ecosystem Conditions Using Geospatial Techniques—A Review. **Sensors**, [s. l.], vol. 23, n° 8, p. 4101, 2023.

ZHANG, Zhongqian *et al.* Ecosystem Services' Response to Land Use Intensity: A Case Study of the Hilly and Gully Region in China's Loess Plateau. **Land**, [s. l.], vol. 13, n° 12, p. 2039, 2024.

ZHANG, Minna *et al.* Land use intensification alters the relative contributions of plant functional diversity and soil properties on grassland productivity. **Oecologia**, [s. l.], vol. 201, n° 1, p. 119–127, 2023.

ZHANG, Xiao *et al.* Variations of Ecosystem Services Supply and Demand on the Southeast Hilly Area of China: Implications for Ecosystem Protection and Restoration Management. **Land**, [s. l.], vol. 12, n° 4, p. 750, 2023.

ZHANG, Sining; MUÑOZ RAMÍREZ, Francesc. Assessing and mapping ecosystem services to support urban green infrastructure: The case of Barcelona, Spain. **Cities**, [s. l.], vol. 92, p. 59–70, 2019.

ZHAO, Wenxuan. Smart city technologies for sustainable urban planning: Evidence and equity lessons from Shenzhen. **Sustainable Futures**, [s. l.], vol. 10, p. 101198, 2025.

ZHENG, Xiaojun *et al.* Remediation of heavy metals polluted soil environment: A critical review on biological approaches. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, [s. l.], vol. 284, p. 116883, 2024.

ZHOU, Zhongxue; ZHAO, Fangze; SONG, Bingjie. Evaluation and Changes in the Comprehensive Ecological Effects of Agriculture in Urbanizing Areas: A Case Study of the Xi'an Metropolitan Zone, China. **Ecological Indicators**, [s. l.], vol. 170, p. 113078, 2025.

ZHUANG, Qingwei *et al.* Impact of global urban expansion on the terrestrial vegetation carbon sequestration capacity. **Science of The Total Environment**, [s. l.], vol. 879, p. 163074, 2023.

Anexo 1 - Critérios para pontuação das métricas na metodologia LAP

Fonte: adaptado de Vlami et al. (2019)

1. Padrão de Uso do Solo									
Paisagens terrestres originais, vegetação e paisagens culturais. Elementos e características tradicionais intactos.		Os padrões originais predominam. Pequenas mudanças recentes e rupturas nos padrões de usos tradicionais da terra.		Moderadamente degradado. Alguns sinais de mudanças no uso tradicional da terra e nos padrões biofísicos		Poucos padrões culturais naturais e tradicionais. Desordem e desarmonia, sinais notáveis de degradação. Alterações recentes evidentes.		Nenhum ou mínimas características culturais naturais e tradicionais. Elementos modernos dominam. Múltiplas mudanças recentes e desordem dominam.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
2. Agricultura									
Se a agricultura apresentar apenas formas tradicionais, existem em pequena escala mista; ou seja, pequenas parcelas sem monoculturas modernas. Práticas agrícolas de alto valor natural evidentes.		Terras agrícolas ricas em biodiversidade com práticas agrícolas de alto valor natural, mas com leve degradação. Algumas monoculturas presentes (mas geralmente, menos de 30% da paisagem sob monoculturas). Outras formas de agricultura tradicional e de pequena escala dominam.		Impacto moderado da agricultura. Monoculturas presentes. Práticas agrícolas de baixo valor natural evidentes. Práticas agrícolas variadas com muita "natureza" ainda presentes nas fazendas, apesar do aumento dos padrões de intensificação.		Pelo menos até 50% da paisagem consistem em monoculturas modernas. Muitos elementos de infraestrutura modernos associados. Agricultura intensiva (por exemplo, estufas) e fazendas industriais baixa naturalidade.		Excesso de agricultura intensiva ou culturas mal colocadas; agricultura industrial dominante, apoiada quimicamente. Monoculturas dominam e estruturas agrícolas modernas (estufas, etc.). Nenhum ou poucos vestígios de elementos naturais presentes nas fazendas.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
3. Malha Rodoviária									
Não há estradas pavimentadas modernas; apenas trilhas tradicionais, trilhas, paralelepípedos e outras rotas muito antigas evidentes.		Apenas pequenas estradas de terra estão presentes. Rede rodoviária de densidade muito baixa, > 70% da vista não tem estradas presentes.		Poucas estradas; não há grandes estradas ou muitas estradas pavimentadas, mas a rede de estradas pavimentadas cobre várias partes da paisagem.		Rede rodoviária quase dominante. Evidência de más práticas de engenharia. Fragmentação do habitat evidente.		Rede rodoviária dominante na paisagem. Ou, mesmo quando há poucas estradas, mas a rede rodoviária cria uma degradação generalizada (erosão visível,	

								deslizamentos de terrenos, fragmentação, etc.)	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

4. Edificações									
Se fora da área de observação, os edifícios modernos são apenas em área legal. Se no interior da área analisada, os assentamentos não forem ilegais ou sem graça (ou seja, em harmonia, equilíbrio, ordem) e características tradicionais bem preservadas. Alta autenticidade e ordem em ambientes urbanos e periurbanos.				Moderada degradação da paisagem devido a edifícios, mas muito pouco efeito de expansão.		Se fora da área de observação, vários edifícios modernos e expansão (rupturas em padrões naturais ou tradicionais de construção). Arquitetura não-tradicional. Se os assentamentos internos ilegais ou inestéticos dominam (ou seja, desarmonia, desordem, formas incompatíveis etc.)			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
5. Interferência Antropogênica Moderna									
Estruturas construídas pelo homem são tradicionais (todas). Nenhuma expansão urbana, industrial ou de qualquer outro tipo. Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (sem parques eólicos, redes de eletricidade etc.). Cena rural ou natural domina.		Influência leve de estruturas feitas pelo homem (pouquíssimos postes de utilidade, estrutura isolada ou única). Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (por exemplo, fios elétricos, parques eólicos etc.). Cena rural ou natural ainda domina.		Estruturas antropogênicas modernas imediatamente aparentes. Algumas estruturas ligeiramente quebrando o horizonte pelo menos em uma posição no horizonte. Ambiente rural / natural ainda domina. Nas áreas urbanas, esse estado é quase referência (muito espaço verde, arquitetura tradicional).		Estruturas antropogênicas altas evidentes em algumas áreas (fios elétricos, estruturas altas). Edifícios modernos e estruturas altas quebram o horizonte em vários (2-5) lugares no horizonte. Ambiente urbano ou periurbano com bom planejamento, mas com algum distúrbio leve e perda de integridade presente. (Algumas estruturas podem estar distantes; estruturas industriais, parques eólicos).		Totalmente degradado pelas estruturas antrópicas modernas. Recentes mudanças modernas no nível da paisagem. Muitas estruturas, como novos edifícios e outras estruturas, quebram o horizonte em vários locais (5+) no horizonte.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
6. Poluição, Lixo e Detritos									
Não há lixo nem resíduos de construções ou outros detritos antropogênicos à vista.		Quantidades muito pequenas de lixo espalhadas. Condições ligeiramente alteradas devido ao despejo antigo.		Lixo espalhado perceptível. Alguns detritos espalhados de canteiro de obras podem ser evidentes. Condições ligeiramente alteradas devido a		Várias áreas de despejo de lixo estão à vista e / ou grandes quantidades de detritos. Tóxicos podem estar presentes. O preenchimento extensivo pode ser aparente (por exemplo, áreas		Despejo severo. Lixo e entulhos à vista. Grande parte do lixo e detritos despejados em grandes quantidades (mais de 10 caminhões). Também pode incluir grandes montes de	

				desordem geral (despejo antigo, porém bem presente).		alagadas preenchidas). Poluição da água evidente.		detritos ou outras formas de poluição. Dumping químico tóxico pode estar presente.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

7. Experiência olfativa									
Nenhum cheiro desagradável; cheiros naturais e culturalmente autênticos dominam.				Cheiro ligeiramente desagradável artificial de origem humana.		Aromas desagradáveis relacionados à degradação antrópica.		Cheiro muito desagradável de fontes antropogênicas.	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
8. Flora									
Flora nativa, populações naturais ou quase naturais; ou aproveitado por usos tradicionais de terra seminaturais seculares. Tipos de habitats / comunidades vegetais relacionadas com os tipos de habitat de referência.		Flora natural presente. Leve degradação devido a influência antropogênica; caso contrário, as populações florais naturais cobrem > 70%.		Impactado por pressões humanas. Espécies tolerantes presentes; baixa diversidade de espécies devido a pressões humanas.		Comunidades perturbadas de plantas. Espécies não nativas podem dominar. Degradada por pressões antropogênicas, mudanças recentes e recentes afetam a flora.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
9. Vida selvagem e habitat de vida selvagem									
Paisagem rica em habitat de vida selvagem. Normalmente "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, terras úmidas). Presença de espécies sensíveis, intolerantes de áreas urbanas ou perturbadas. Evidência de densidade populacional da fauna relativamente alta (espécies		Boas condições para a vida selvagem; espécies intolerantes de áreas urbanas e / ou espécies raras ou especializadas presentes. Nenhuma ou poucas espécies domésticas / selvagens / invasoras aparentes. Alguns "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, zonas		Moderadas populações de vida selvagem são evidentes, mas poucas populações de "espécies tolerantes" presentes ou prevalentes (longe do que seria esperado em condições naturais). Não / ou "habitats especiais" degradados.		Habitat de vida selvagem pobre, alterado pelo homem. Nenhuma condição especial ou refúgio (sem "habitats especiais" presentes). Alguma vida selvagem pode estar presente ou seu potencial de habitat presente; mas principalmente "espécies tolerantes" (por exemplo, espécies urbanas).		Quase nenhum habitat da vida selvagem presente. Nenhuma vida selvagem presente (ou somente sobrevoando e longe da localização da avaliação do local). Habitats completamente degradados para a vida selvagem.	

especializadas de aves / insetos podem ser evidentes).	úmidas, bosques, falésias, recursos escassos etc.).								
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
10. Vegetação									
Vegetação natural ou vegetação secular cultural tradicionalmente modificada.	> 70% de vegetação natural ou vegetação da paisagem cultural. Ligeira modificação das condições de referência.	< 50% de vegetação natural ou características da paisagem cultural.	< 30% vegetação natural ou vegetação de paisagem cultural; muita degradação e pressões modernas afetam a vegetação.	Nenhuma vegetação natural; nenhum tipo de vegetação culturalmente modificado de séculos de idade.					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

11. Linhas costeiras e / ou condições ribeirinhas									
Todas as linhas costeiras naturais. Não há estradas, edifícios, portos ou estruturas artificiais notáveis. Processo costeiro e áreas ribeirinhas em estrutura e funcionamento natural.	Todas as linhas costeiras em condições quase naturais. Pequenas mudanças e degradação localizada (por exemplo, por algumas estradas, edifícios isolados ou outras estruturas modernas menores).	Mudança moderada aparente (quase 30% da margem / zonas ribeirinhas alteradas).	A maior parte das costas / e ou zonas ribeirinhas (> 50%) alteradas ou construídas por usos e infraestruturas modernos. Menos de 30% de vegetação natural presente.	Linhas costeiras / e ou zonas ribeirinhas construídas; alterado por usos e infraestruturas modernos. Nenhuma planície natural ou habitats ribeirinhos. Apenas espécies tolerantes e estrangeiras dominam.					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
12. Alteração hidrológica									
Todo(s) o(s) rio(s) e córrego(s) em condições aparentemente naturais. Nenhuma barragem, nenhuma retirada de água séria, nenhum dique ou outras estruturas afetando o regime de vazão ou limitando o acesso do córrego à planície de inundação. Condições da zona úmida no estado natural ou quase natural.	Embora haja captações presentes, estas não afetam o regime de fluxo natural e / ou o habitat disponível para a biota. Terras úmidas em bom estado apesar de alguma alteração ou alterações induzidas pelo homem.	Existem efeitos antropogênicos negativos significativos para o regime de fluxo. Mudanças moderadas evidentes em toda a bacia do rio.	Hidrologia degradada. As captações de água afetam significativamente o regime de fluxo e / ou habitat disponível para biota.	Hidrologia totalmente degradada. Captações, canalizações ou tubulações causaram completa alteração do regime de vazão e perda severa de habitat, afetando severamente a biota aquática. Barragens podem estar presentes; zonas úmidas severamente degradadas.					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

13. Pastagem de gado									
Pecuária em pastagens naturais ou paisagens tradicionais sustentáveis (nenhum abandono recente evidenciado). Se não houver aparente vida selvagem pastando evidente.	Pouca evidência de impactos negativos na pastagem. Algum sobrepastoreio ou abandono podem ser evidenciados. Caso contrário, os impactos do pastoreio não prejudicam a biodiversidade.	Evidência moderada de impactos negativos no pastoreio que podem mostrar degeneração recente da vegetação ou degradação de certos habitats. Forte impacto de pastoreio ou, inversamente, recente “abandono total”.	Condições de sobrepastoreio. Processo notável de degeneração da vegetação (mudanças no padrão de sucessão ecológica). Erosão do pisoteio. Arbusto atrofiado e crescimento de árvores. Escassez de grama e ervas. Pecuária de gado e trilhas em abundância. Pastoreio após o fogo / exploração florestal e associado ao desmatamento da vegetação. (A avaliação do status de pastoreio excessivo varia de acordo com o tipo de vegetação e os usos culturais tradicionais da terra).						
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

14. Atratividade da paisagem										
Excepcionalmente atraente; ricamente variada; paisagem rara. Exemplares de elementos ou elementos naturais ou culturais. Excelente qualidade cênica.	Alta atratividade; apenas pequenas condições ou elementos que colidam com elementos naturais / culturais. Beleza cênica notável.	Atratividade média. Elementos naturais moderados, mas algumas mudanças modernas. Alguma degradação.	Atratividade fraca. Degradado por mudanças humanas. Recursos ou elementos pouco atraentes.				Degradado; monótono; desinteressante. Alterado por intervenções humanas e não cênica de qualquer forma.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0	

15. Qualidade sonora										
100% de predominância de sons autênticos naturais e tradicionais. Nenhum som artificial moderno (por exemplo, sons mecânicos).	Predominam quase todos os sons naturais e tradicionais. Poucos sons mecânicos à distância (mas sem ruído de estrada frequente).	A pequena estrada e / ou o ruído agrícola moderno disperso rompem os sons culturais naturais ou tradicionais (por exemplo, ruído rodoviário à distância).	> 70% dos sons antropogênicos modernos dominam. Ruído intenso na estrada ou outras fontes (por exemplo, sobrevôo de frequentes de aviões).				100% sons mecânicos dominam. Nenhum ou poucos sons naturais.			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0	

Anexo 2 - Critérios para pontuação das métricas na interação entre os serviços ambientais e os indicadores socio-ambientais de paisagem

Fonte: produzido pelos autores e adaptado de Vlami et al. (2019) e MEA (2005)

Padrão de Uso do Solo									
1A - Padrão de Uso do Solo x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Paisagens terrestres originais, vegetação e paisagens culturais. Elementos e características tradicionais intactos. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>		Os padrões originais predominam. Pequenas mudanças recentes e rupturas nos padrões de usos tradicionais da terra. <i>A paisagem predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i>		Moderadamente degradado. Alguns sinais de mudanças no uso tradicional da terra e nos padrões biofísicos <i>A paisagem predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>		Poucos padrões culturais naturais e tradicionais. Desordem e desarmonia, sinais notáveis de degradação. Alterações recentes evidentes. <i>A paisagem predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>		Nenhum ou mínimas características culturais naturais e tradicionais. Elementos modernos dominam. Múltiplas mudanças recentes e desordem dominam. <i>A paisagem predominante não contribui na provisão de recursos</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
1B - Padrão de Uso do Solo x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
<i>A paisagem predominante contribui de forma significativa com os serviços de regulação</i>		<i>A paisagem predominante contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>		<i>A paisagem predominante contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>		<i>A paisagem predominante contribui pouco com os serviços de regulação</i>		<i>A paisagem predominante não contribui com os serviços de regulação</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
1C - Padrão de Uso do Solo x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
<i>De modo a contribuir de forma significativa com os serviços culturais</i>		<i>A paisagem predominante contribui adequadamente com os serviços culturais</i>		<i>A paisagem predominante contribui razoavelmente com os serviços culturais</i>		<i>A paisagem predominante contribui pouco com os serviços culturais</i>		<i>A paisagem predominante não contribui com os serviços culturais</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
1D - Padrão de Uso do Solo x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
<i>De modo a contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>		<i>A paisagem predominante contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>		<i>A paisagem predominante contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>		<i>A paisagem predominante contribui pouco com os serviços de suporte</i>		<i>A paisagem predominante não contribui com os serviços de suporte</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
2. Agricultura									

2A - Agricultura x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)														
Se a agricultura apresentar apenas formas tradicionais, existem em pequena escala mista; ou seja, pequenas parcelas sem monoculturas modernas. Práticas agrícolas de alto valor natural evidentes. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>	Terras agrícolas ricas em biodiversidade com práticas agrícolas de alto valor natural, mas com leve degradação. Algumas monoculturas presentes (mas geralmente, menos de 30% da paisagem sob monoculturas). Outras formas de agricultura tradicional e de pequena escala dominam. <i>A atividade agrícola predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i>	Impacto moderado da agricultura. Monoculturas presentes. Práticas agrícolas de baixo valor natural evidentes. Práticas agrícolas variadas com muita “natureza” ainda presentes nas fazendas, apesar do aumento dos padrões de intensificação. <i>A atividade agrícola predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>	Pelo menos até 50% da paisagem consistem em monoculturas modernas. Muitos elementos de infraestrutura modernos associados. Agricultura intensiva (por exemplo, estufas) e fazendas industriais baixa naturalidade. <i>A atividade agrícola predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>	Excesso de agricultura intensiva ou culturas mal colocadas; agricultura industrial dominante, apoiada quimicamente. Monoculturas dominam e estruturas agrícolas modernas (estufas, etc.). Nenhum ou poucos vestígios de elementos naturais presentes nas fazendas. <i>A atividade agrícola predominante contribui muito pouco na provisão de recursos</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
2B - Agricultura x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)														
<i>De modo a contribuir de forma significativa com os serviços de regulação</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui pouco com os serviços de regulação</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui muito pouco com os serviços de regulação</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
2C - Agricultura x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)														
<i>De modo a contribuir de forma significativa com os serviços culturais</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui adequadamente com os serviços culturais</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui razoavelmente com os serviços culturais</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui pouco com os serviços culturais</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui muito pouco com os serviços culturais</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
2D - Agricultura x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)														
<i>De modo a contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui pouco com os serviços de suporte</i>	<i>A atividade agrícola predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
3. Malha Rodoviária									
3A - Malha Rodoviária x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
<p>Não há estradas pavimentadas modernas; apenas trilhas tradicionais, trilhas, paralelepípedos e outras rotas muito antigas evidentes.</p> <p>O modelo da malha viária predominante <i>contribui de forma significativa com a provisão de recursos</i></p>	<p>Apenas pequenas estradas de terra estão presentes. Rede rodoviária de densidade muito baixa, > 70% da vista não tem estradas presentes.</p> <p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i></p>	<p>Poucas estradas; não há grandes estradas ou muitas estradas pavimentadas, mas a rede de estradas pavimentadas cobre várias partes da paisagem.</p> <p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i></p>	<p>Rede rodoviária quase dominante. Evidência de más práticas de engenharia. Fragmentação do habitat evidente.</p> <p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui pouco na provisão de recursos</i></p>	<p>Rede rodoviária dominante na paisagem. Ou, mesmo quando há poucas estradas, mas a rede rodoviária cria uma degradação generalizada (erosão visível, deslizamentos de terrenos, fragmentação, etc.)</p> <p>O modelo da malha viária <i>predominante não contribui na provisão de recursos</i></p>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
3B - Malha Rodoviária x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
<p>O modelo da malha viária predominante <i>contribui de forma significativa com os serviços de regulação</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui adequadamente com os serviços de regulação</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui pouco com os serviços de regulação</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui muito pouco com os serviços de regulação</i></p>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
3C - Malha Rodoviária x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
<p>O modelo da malha viária predominante <i>contribui de forma significativa com os serviços culturais</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui adequadamente com os serviços culturais</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui razoavelmente com os serviços culturais</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui pouco com os serviços culturais</i></p>	<p>O modelo da malha viária <i>predominante contribui muito pouco com os serviços culturais</i></p>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
3D - Malha Rodoviária x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									

O modelo da malha viária predominante <i>contribui de forma significativa com os serviços de suporte</i>	O modelo da malha viária predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>	O modelo da malha viária predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>	O modelo da malha viária predominante <i>contribui pouco com os serviços de suporte</i>	O modelo da malha viária <i>predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

4. Edificações									
4A - Edificações x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Se fora da área de observação, os edifícios modernos são apenas em área legal. Se no interior da área analisada, os assentamentos não forem ilegais ou sem graça (ou seja, em harmonia, equilíbrio, ordem) e características tradicionais bem preservadas. Alta autenticidade e ordem em ambientes urbanos e periurbanos. As edificações existentes na área <i>contribuem significativamente com a provisão de recursos</i>				Moderada degradação da paisagem devido a edifícios, mas muito pouco efeito de expansão. As edificações existentes na área <i>contribuem moderadamente com a provisão de recursos</i>		Se fora da área de observação, vários edifícios modernos e expansão (rupturas em padrões naturais ou tradicionais de construção). Arquitetura não-tradicional. Se os assentamentos internos ilegais ou inestéticos dominam (ou seja, desarmonia, desordem, formas incompatíveis etc.) As edificações existentes na área <i>não contribuem com a provisão de recursos</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
4B - Edificações x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
As edificações existentes na área <i>contribuem significativamente com os serviços de regulação</i>				As edificações existentes na área <i>contribuem moderadamente com os serviços de regulação</i>		As edificações existentes na área <i>não contribuem com os serviços de regulação</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
4C - Edificações x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
As edificações existentes na área <i>contribuem significativamente com os serviços culturais</i>				As edificações existentes na área <i>contribuem moderadamente com os serviços culturais</i>		As edificações existentes na área <i>não contribuem com os serviços culturais</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
4D - Edificações x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
As edificações existentes na área <i>contribuem significativamente com os serviços de suporte</i>				As edificações existentes na área <i>contribuem moderadamente com os serviços de suporte</i>		As edificações existentes na área <i>não contribuem com os serviços de suporte</i>			

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
----	---	---	---	---	---	---	---	---	--------

5. Interferência Antropogênica Moderna														
5A - Interferência Antropogênica Moderna s x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)														
Estruturas construídas pelo homem são tradicionais (todas). Nenhuma expansão urbana, industrial ou de qualquer outro tipo. Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (sem parques eólicos, redes de eletricidade etc.). Cena rural ou natural domina. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>	Influência leve de estruturas feitas pelo homem (pouquíssimos postes de utilidade, estrutura isolada ou única). Nenhuma estrutura ou edifícios quebrando o horizonte (por exemplo, fios elétricos, parques eólicos etc.). Cena rural ou natural ainda domina. A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui adequadamente na provisão de recursos	Estruturas antropogênicas modernas imediatamente aparentes. Algumas estruturas ligeiramente quebrando o horizonte pelo menos em uma posição no horizonte. Ambiente rural / natural ainda domina. Nas áreas urbanas, esse estado é quase referência (muito espaço verde, arquitetura tradicional). A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui razoavelmente na provisão de recursos	Estruturas antropogênicas altas evidentes em algumas áreas (fios elétricos, estruturas altas). Edifícios modernos e estruturas altas quebram o horizonte em vários (2-5) lugares no horizonte. Ambiente urbano ou periurbano com bom planejamento, mas com algum distúrbio leve e perda de integridade presente. (Algumas estruturas podem estar distantes; estruturas industriais, parques eólicos). A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui pouco na provisão de recursos	Totalmente degradado pelas estruturas antrópicas modernas. Recentes mudanças modernas no nível da paisagem. Muitas estruturas, como novos edifícios e outras estruturas, quebram o horizonte em vários locais (5+) no horizonte. A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> não contribui na provisão de recursos	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
5B - Interferência Antropogênica Moderna x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)														
A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui de forma significativa com os serviços de regulação	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui adequadamente com os serviços de regulação	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui razoavelmente com os serviços de regulação	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui pouco com os serviços de regulação	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui muito pouco com os serviços de regulação	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
5C - Interferência Antropogênica Moderna x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)														
A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui de forma significativa com os serviços culturais	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui adequadamente com os serviços culturais	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui razoavelmente com os serviços culturais	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui pouco com os serviços culturais	A Interferência Antropogênica Moderna <i>predominante</i> contribui muito pouco com os serviços culturais	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
5D - Interferência Antropogênica Moderna x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
A Interferência Antropogênica Moderna predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>		A Interferência Antropogênica Moderna predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>		A Interferência Antropogênica Moderna predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>		A Interferência Antropogênica Moderna predominante <i>contribui pouco com os serviços de suporte</i>		A Interferência Antropogênica Moderna predominante <i>contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
6. Controle de Poluição, Lixo e Detritos									
6A - Controle de Poluição, Lixo e Detritos x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Não há lixo nem resíduos de construções ou outros detritos antropogênicos à vista. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>		Quantidades muito pequenas de lixo espalhadas. Condições ligeiramente alteradas devido ao despejo antigo. O modelo da malha viária predominante <i>contribui adequadamente na provisão de recursos</i>		Lixo espalhado perceptível. Alguns detritos espalhados de canteiro de obras podem ser evidentes. Condições ligeiramente alteradas devido a desordem geral (despejo antigo, porém bem presente). <i>A paisagem predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>		Várias áreas de despejo de lixo estão à vista e / ou grandes quantidades de detritos. Tóxicos podem estar presentes. O preenchimento extensivo pode ser aparente (por exemplo, áreas alagadas preenchidas). Poluição da água evidente. O modelo da malha viária predominante <i>contribui pouco na provisão de recursos</i>		Despejo severo. Lixo e entulhos à vista. Grande parte do lixo e detritos despejados em grandes quantidades (mais de 10 caminhões). Também pode incluir grandes montes de detritos ou outras formas de poluição. Dumping químico tóxico pode estar presente. O modelo da malha viária predominante <i>não contribui na provisão de recursos</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
6B - Controle de Poluição, Lixo e Detritos x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de regulação</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui pouco com os serviços de regulação</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui muito pouco com os serviços de regulação</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
6C - Controle de Poluição, Lixo e Detritos x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribuir</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui pouco com os serviços culturais</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribui</i>	

de forma significativa com os serviços culturais		adequadamente com os serviços culturais		razoavelmente com os serviços culturais				muito pouco com os serviços culturais	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
6D - Controle de Poluição, Lixo e Detritos x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
O Controle de Poluição, Lixo e Detritos predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos <i>predominante contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos <i>predominante contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos <i>predominante contribui pouco com os serviços de suporte</i>		O Controle de Poluição, Lixo e Detritos <i>predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

7. Experiência olfativa									
7A - Experiência olfativa x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Nenhum cheiro desagradável; cheiros naturais e culturalmente autênticos dominam. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>				Cheiro ligeiramente desagradável artificial de origem humana. <i>A Experiência olfativa predominante contribui moderadamente na provisão de recursos</i>		Aromas desagradáveis relacionados à degradação antrópica. <i>A Experiência olfativa predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>		Cheiro muito desagradável de fontes antropogênicas. <i>Experiência olfativa predominante não contribui na provisão de recursos</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
7B - Experiência olfativa x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
Experiência olfativa na área <i>contribuem significativamente com os serviços de regulação</i>				Experiência olfativa na área <i>contribuem moderadamente com os serviços de regulação</i>		Experiência olfativa na área <i>não contribuem com os serviços de regulação</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
7C - Experiência olfativa x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
Experiência olfativa existente na área <i>contribuem significativamente com os serviços culturais</i>				Experiência olfativa existente na área <i>contribuem moderadamente com os serviços culturais</i>		Experiência olfativa existente na área <i>não contribuem com os serviços culturais</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

7D - Experiência olfativa x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
Experiência olfativa existente na área contribuem significativamente com os serviços de suporte				Experiência olfativa existente na área contribuem moderadamente com os serviços de suporte		Experiência olfativa na área não contribuem com os serviços de suporte			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

8. Flora									
8A - Flora x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Flora nativa, populações naturais ou quase naturais; ou aproveitado por usos tradicionais de terra seminaturais. Tipos de habitats / comunidades vegetais relacionadas com os tipos de habitat de referência. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>		Flora natural presente. Leve degradação devido a influência antropogênica; caso contrário, as populações florais naturais cobrem > 70%. <i>A flora predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i>		Impactado por pressões humanas. Espécies tolerantes presentes; baixa diversidade de espécies devido a pressões humanas. <i>A flora predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>		Comunidades perturbadas de plantas. Espécies não nativas podem dominar. Degradada por pressões antropogênicas, mudanças recentes e recentes afetam a flora. <i>A flora predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
8B - Flora x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
A flora existente na área contribuem significativamente com os serviços de regulação		A flora existente na área contribuem moderadamente com os serviços de regulação		A flora existente na área não contribuem com os serviços de regulação		A flora existente na área não contribuem com os serviços de regulação			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
8C - Flora x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
A flora existente na área contribuem significativamente com os serviços culturais		A flora existente na área contribuem moderadamente com os serviços culturais		A flora existente na área não contribuem com os serviços culturais		A flora existente na área não contribuem com os serviços culturais			
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
8D - Flora x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									

A flora existente na área contribuem significativamente com os serviços de suporte		A flora existente na área contribuem moderadamente com os serviços de suporte		A flora existente na área não contribuem com os serviços de suporte		A flora existente na área não contribuem com os serviços de suporte								
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0					
9. Vida selvagem e habitat de vida selvagem														
9A - Vida selvagem e habitat de vida selvagem x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)														
Paisagem rica em habitat de vida selvagem. Normalmente "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, terras úmidas). Presença de espécies sensíveis, intolerantes de áreas urbanas ou perturbadas. Evidência de densidade populacional da fauna relativamente alta (espécies especializadas de aves / insetos podem ser evidentes). <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>	Boas condições para a vida selvagem; espécies intolerantes de áreas urbanas e / ou espécies raras ou especializadas presentes. Nenhuma ou poucas espécies domésticas / selvagens / invasoras aparentes. Alguns "habitats especiais" escassos presentes (por exemplo, zonas úmidas, bosques, falésias, recursos escassos etc.). <i>A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i>	Moderadas populações de vida selvagem são evidentes, mas poucas populações de "espécies tolerantes" presentes ou prevalentes (longe do que seria esperado em condições naturais). Não / ou "habitats especiais" degradados. <i>A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>	Habitat de vida selvagem pobre, alterado pelo homem. Nenhuma condição especial ou refúgio (sem "habitats especiais" presentes). Alguma vida selvagem pode estar presente ou seu potencial de habitat presente; mas principalmente "espécies tolerantes" (por exemplo, espécies urbanas). <i>A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>	Quase nenhum habitat da vida selvagem presente. Nenhuma vida selvagem presente (ou somente sobrevoando e longe da localização da avaliação do local). Habitats completamente degradados para a vida selvagem. <i>A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante não contribui na provisão de recursos</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
9B - Vida selvagem e habitat de vida selvagem x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)														
A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de regulação</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui pouco com os serviços de regulação</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui muito pouco com os serviços de regulação</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
9C - Vida selvagem e habitat de vida selvagem x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)														
A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços culturais</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui adequadamente com os serviços culturais</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços culturais</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui pouco com os serviços culturais</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui muito pouco com os serviços culturais</i>	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
9D - Vida selvagem e habitat de vida selvagem x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui pouco com os serviços de suporte</i>	A Vida selvagem e habitat de vida selvagem predominante <i>contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

10. Cobertura Vegetal									
10A - Cobertura Vegetal x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
Cobertura vegetal natural ou vegetação secular cultural tradicionalmente não modificada. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>	> 70% de vegetação natural ou vegetação da paisagem cultural. Ligeira modificação das condições de referência. A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui adequadamente na provisão de recursos</i>	< 50% de vegetação natural ou características da paisagem cultural. A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>	< 30% vegetação natural ou vegetação de paisagem cultural; muita degradação e pressões modernas afetam a vegetação. A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui pouco na provisão de recursos</i>	Nenhuma vegetação natural; nenhum tipo de vegetação culturalmente modificado de séculos de idade. A Cobertura Vegetal predominante <i>não contribui na provisão de recursos</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
10B - Cobertura Vegetal x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
A Cobertura Vegetal predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de regulação</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui pouco com os serviços de regulação</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui muito pouco com os serviços de regulação</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
10C - Cobertura Vegetal x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
A Cobertura Vegetal predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços culturais</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui adequadamente com os serviços culturais</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui razoavelmente com os serviços culturais</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui pouco com os serviços culturais</i>	A Cobertura Vegetal predominante <i>contribui muito pouco com os serviços culturais</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
10D - Cobertura Vegetal x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									

A Cobertura Vegetal predominante contribuir de forma significativa com os serviços de suporte		A Cobertura Vegetal predominante contribui adequadamente com os serviços de suporte		A Cobertura Vegetal predominante contribui razoavelmente com os serviços de suporte		A Cobertura Vegetal predominante contribui pouco com os serviços de suporte		A Cobertura Vegetal predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0

predominante <i>contribuir de forma significativa com os serviços de suporte</i>		<i>predominante adequadamente com os serviços de suporte</i>		<i>predominante razoavelmente com os serviços de suporte</i>		<i>predominante contribui pouco com os serviços de suporte</i>		<i>predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
12. Condição hidrológica									
12A - Condição hidrológica x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
<p>Todo(s) o(s) rio(s), nascentes e córrego(s) em condições aparentemente naturais. Nenhuma barragem, nenhuma retirada de água séria, nenhum dique ou outras estruturas afetando o regime de vazão ou limitando o acesso do córrego à planície de inundação. Condições da zona úmida no estado natural ou quase natural.</p> <p><i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i></p>		<p>Embora haja captações presentes, estas não afetam o regime de fluxo natural e / ou o habitat disponível para a biota. Terras úmidas em bom estado apesar de alguma alteração ou alterações induzidas pelo homem.</p> <p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i></p>		<p>Existem efeitos antropogênicos negativos significativos para o regime de fluxo. Mudanças moderadas evidentes em toda a bacia do rio.</p> <p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i></p>		<p>Hidrologia degradada. As captações de água afetam significativamente o regime de fluxo e / ou habitat disponível para biota.</p> <p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui pouco na provisão de recursos</i></p>		<p>Hidrologia totalmente degradada. Captações, canalizações ou tubulações causaram completa alteração do regime de vazão e perda severa de habitat, afetando severamente a biota aquática. Barragens podem estar presentes; zonas úmidas severamente degradadas.</p> <p>A Condição hidrológica <i>predominante não contribui na provisão de recursos</i></p>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
12B - Condição hidrológica x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribuir de forma significativa com os serviços de regulação</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui adequadamente com os serviços de regulação</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui pouco com os serviços de regulação</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui muito pouco com os serviços de regulação</i></p>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
12C - Condição hidrológica x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribuir de forma significativa com os serviços culturais</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui adequadamente com os serviços culturais</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui razoavelmente com os serviços culturais</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui pouco com os serviços culturais</i></p>		<p>A Condição hidrológica <i>predominante contribui muito pouco com os serviços culturais</i></p>	

<i>forma significativa com os serviços culturais</i>		<i>adequadamente com os serviços culturais</i>		<i>razoavelmente com os serviços culturais</i>					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
13D - Pastagem de gado x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
<i>O modelo da pastagem de gado predominante contribui de forma significativa com os serviços de suporte</i>		<i>O modelo da pastagem de gado predominante contribui adequadamente com os serviços de suporte</i>		<i>O modelo da pastagem de gado predominante contribui razoavelmente com os serviços de suporte</i>		<i>O modelo da pastagem de gado predominante contribui pouco com os serviços de suporte</i>		<i>O modelo da pastagem de gado predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0



14. Atratividade da paisagem									
14A - Atratividade da paisagem x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
<i>Excepcionalmente atraente; ricamente variada; paisagem rara. Exemplares de elementos ou elementos naturais ou culturais. Excelente qualidade cênica. <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i></i>		<i>Alta atratividade; apenas pequenas condições ou elementos que colidam com elementos naturais / culturais. Beleza cênica notável. <i>A Atratividade da paisagem contribui adequadamente na provisão de recursos</i></i>		<i>Atratividade média. Elementos naturais moderados, mas algumas mudanças modernas. Alguma degradação. <i>A Atratividade da paisagem contribui razoavelmente na provisão de recursos</i></i>		<i>Atratividade fraca. Degradado por mudanças humanas. Recursos ou elementos pouco atraentes. <i>A Atratividade da paisagem contribui pouco na provisão de recursos</i></i>		<i>Degradado; monótono; desinteressante. Alterado por intervenções humanas e não cênica de qualquer forma. <i>A Atratividade da paisagem contribui não contribui na provisão de recursos</i></i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
14B - Atratividade da paisagem x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
<i>A Atratividade da paisagem contribui de forma significativa com os serviços de regulação</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui adequadamente com os serviços de regulação</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui razoavelmente com os serviços de regulação</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui pouco com os serviços de regulação</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui muito pouco com os serviços de regulação</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
14C - Atratividade da paisagem x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
<i>A Atratividade da paisagem contribui de forma significativa com os serviços culturais</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui adequadamente com os serviços culturais</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui razoavelmente com os serviços culturais</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui pouco com os serviços culturais</i>		<i>A Atratividade da paisagem contribui muito pouco com os serviços culturais</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0




14D - Atratividade da paisagem x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									
A Atratividade da paisagem contribui de forma significativa com os serviços de suporte		A Atratividade da paisagem contribui adequadamente com os serviços de suporte		A Atratividade da paisagem contribui razoavelmente com os serviços de suporte		A Atratividade da paisagem contribui pouco com os serviços de suporte		A Atratividade da paisagem contribui muito pouco com os serviços de suporte	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0




15. Qualidade sonora									
15A - Qualidade sonora x serviço de provisão (alimentos, matéria-prima, água doce, recursos medicinais, etc)									
100% de predominância de sons autênticos naturais e tradicionais. Nenhum som artificial moderno (por exemplo, sons mecânicos). <i>De modo a contribuir de forma significativa com a provisão de recursos</i>		Predominam quase todos os sons naturais e tradicionais. Poucos sons mecânicos à distância (mas sem ruído de estrada frequente). <i>A qualidade sonora predominante contribui adequadamente na provisão de recursos</i>		A pequena estrada e / ou o ruído agrícola moderno disperso rompem os sons culturais naturais ou tradicionais (por exemplo, ruído rodoviário à distância). <i>A qualidade sonora predominante contribui razoavelmente na provisão de recursos</i>		> 70% dos sons antropogênicos modernos dominam. Ruído intenso na estrada ou outras fontes (por exemplo, sobrevôo de frequentes de aviões). <i>A qualidade sonora predominante contribui pouco na provisão de recursos</i>		100% sons mecânicos dominam. Nenhum ou poucos sons naturais. <i>A qualidade sonora predominante não contribui na provisão de recursos</i>	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
15B - Qualidade sonora x serviço de regulação (climática, ciclo da água, polinização, refúgio biológico, etc)									
A qualidade sonora predominante contribuir de forma significativa com os serviços de regulação		A qualidade sonora predominante contribui adequadamente com os serviços de regulação		A qualidade sonora predominante contribui razoavelmente com os serviços de regulação		A qualidade sonora predominante contribui pouco com os serviços de regulação		A qualidade sonora predominante contribui muito pouco com os serviços de regulação	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
15C - Qualidade sonora x serviço cultural (turismo/recreação, estético, educação/saúde, herança cultural, etc)									
A qualidade sonora predominante contribuir de forma significativa com os serviços culturais		A qualidade sonora predominante contribui adequadamente com os serviços culturais		A qualidade sonora predominante contribui razoavelmente com os serviços culturais		A qualidade sonora predominante contribui pouco com os serviços culturais		A qualidade sonora predominante contribui muito pouco com os serviços culturais	
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0
15D - Qualidade sonora x serviço de suporte (habitat, preservação da diversidade genética formação/retenção de solo, etc)									



A qualidade sonora predominante contribuir de forma significativa com os serviços de suporte	A qualidade sonora predominante contribuir adequadamente com os serviços de suporte	A qualidade sonora predominante contribuir razoavelmente com os serviços de suporte	A qualidade sonora predominante contribuir pouco com os serviços de suporte	A qualidade sonora predominante contribui muito pouco com os serviços de suporte					
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1 ou 0




Apêndice 1- Levantamento de dados legais dos remanescentes utilizados como área de estudo




Bacia	Local	Nome	Bem tombado	UC	Corredor Ecológico	Registro
Anhumas	ARIE Mata de Sta. Genebra	ARIE Mata de Sta. Genebra	Bem Ambiental (N.º 06/92 - Mata da Fazenda Santa Genebra (Reserva Florestal da Fundação Jos.º Pedro de Oliveira)	Dec. fed. n.º 91.885-85 Tombamento resol CONDEPHAAT n.º 3-83 CONDEPACC resol 065-06 e proces 6-92	Etapa 1 do Corredor Ecológico do Núcleo de Conectividade Santa Genebra, Resolução Conjunta FJPO/SVDS N.º 01, 26 de Abril de 2017, área 252,13 HÁ	
Anhumas	Fragmento FES Santa Genebrinha	Sta. Genebrinha	N.º 04/03 - Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas, N.º 157/18	X	Corredor Ecológico Mata Santa Genebrinha - APP Ribeirão Anhumas, Resolução n.º 13, 08 de julho de 2016	


Anhumas	Fragmento FES Faz. Rio das Pedras - Mata 5	Faz. Rio das Pedras	NÂ° 06/97 - Cinco Matas e Duas Lagoas localizadas na Fazenda Rio das Pedras: Mata 5	X	ResoluçÃ£o Conjunta FJPO/SVDS NÂ° 01, 26 de Abril de 2017	
Anhumas	Fragmento Floresta Paludosa Boldrini/ Sítio São Martinho	Boldrini/ Sítio São Martinho	X	X	X	
Anhumas	Fragmento Floresta Mista Faz. Argentina	Faz. Argentina	NÂ° 04/03 - Conjunto de Ãreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluÃdos os parques e bosques, que contÃm Ãreas de vegetaçÃo nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no municÃpio de Campinas.	X	Corredor EcolÃgico Mata Santa Genebrinha - APP RibeirÃo Anhumas	




Anhumas	Fragmento FES/Cerrado Vila Holândia - Mata do Quilombo	Vila Holândia	NÂ° 02/02 - Mata Nativa da Vila HolÂçndia	X	ETAPA 2 DO CORREDOR ECOLÁ“GICO DO NÂŠCLEO DE CONECTIVIDADE SANTA GENEBRA	
Anhumas	Fragmento FES Fazenda São Bento	Faz. São Bento/ Parque xangrilá	NÂ° 04/03 - Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluÃdos os parques e bosques, que contÃem Áreas de vegetaÃo nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no municÃpio de Campinas.	X	X	
Anhumas	Fragmento Floresta Mista Haras São Quirino	Haras São Quirino;/ Estância Santa Isabel	X	X	X	




Anhumas	Fragmento FES Fazenda São Quirino - Nogueirópolis	Faz. São Quirino/Nogueirópolis	NÂ° 04/03 - Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Anhumas	Fragmento FES Faz. Brandina	Faz. Brandina/ clube hipico scuderia prima	X	X	X	
Anhumas	Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim	Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim	NÂ° 06/95 - Parque Ecológico Monsenhor Emílio José Salim	X	X	


Anhumas	Bosque dos Jequitibás	Bosque dos Jequitibás	NÂ° 03/93 - Bosque dos Jequitibás e Processo NÂ° 09907/69 do Condephaat	X	X	
Anhumas	Fragmento Floresta Mista Rodhia	Rodhia		X	X	
Quilombo	Fragmento FES Fazenda do Exército	Fazenda do Exército		X	X	

Capivari	Floresta Estadual Serra d'água	Fazenda Remonta	X	X	X	
Capivari	PNM Campo Grande	Fazenda Castelo/ Granja Ito - Fazenda Bela Aliança	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	Plano de Manejo em processo licitatório Área do Gestor SVDS Zona de amortecimento 30 metros, Decreto 17356-11	X	
Capivari	Fragmento FES Faz. Cuscuzeiro	Faz. Cuscuzeiro	NÂ° 04/03 - Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	

Capivari	Fragmento FES Faz. Cuscuzeiro D	Fazenda Cuscuzeiro-fragmento D	NÂ° 04/03 - Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Capivari	Fragmento FES Haras Redenção	Haras Redenção	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Capivari-mirim	Fragmento FES Haras Figueira do Lago	Haras Figueira do Lago	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	

Capivari- mirim	Fragmento FES Linha do Trem (Viracopos)	Linha do Trem - Viracopos	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Capivari- mirim	Fragmento FES Matinha do Aeroporto	Aeroporto Viracopos	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Atibaia	Fragmento FES Faz. Santa Mariana - Furnas	Faz. Santa Mariana (Furnas)	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	

Atibaia	Fragmento FES Faz. Santa Mariana - fragmento solar das andorinhas	Faz. Santa Mariana estrada solar das andorinhs	NÂ° 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contém Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
Atibaia	Fragmento FES Faz. São João	Fazenda São João	X	APA Campinas, Lei Municipal 10850-2010	X	
Atibaia	Fragmento Floresta Mista		X	APA Campinas, Lei Municipal 10850-2009	X	

Atibaia	Fragmento FES Faz. Rosário	Faz. Rosário	N.º 04/03- Conjunto de Áreas verdes naturais - fragmentos de matas remanescentes, incluindo os parques e bosques, que contêm Áreas de vegetação nativa, de floresta estacional semidecidual, de floresta paludosa e cerrado, no município de Campinas.	X	X	
---------	-------------------------------	--------------	--	---	---	---

