



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Matheus Morganti Baldim

**Valoração dos Serviços Ecológicos como instrumento para a criação de Unidades de
Conservação: Um Estudo de Caso no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC)**

Florianópolis, SC
2022

Matheus Morganti Baldim

Valoração dos Serviços Ecosistêmicos como instrumento para a criação de Unidades de Conservação: Um Estudo de Caso no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC)

Dissertação submetida ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental
Orientador: Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.

Florianópolis, SC

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Baldim, Matheus Morganti

Valoração dos Serviços Ecossistêmicos como instrumento
para a criação de Unidades de Conservação: Um Estudo de Caso
no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC) / Matheus
Morganti Baldim ; orientador, Rodrigo de Almeida
Mohedano, 2022.

135 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Ambiental, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Engenharia Ambiental. 2. Serviços Ecossistêmico. 3.
Valoração Econômica. 4. Unidade de Conservação. I. Mohedano,
Rodrigo de Almeida. II. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.
III. Título.

Matheus Morganti Baldim

Valoração dos Serviços Ecossistêmicos como instrumento para a criação de Unidades de Conservação: Um Estudo de Caso no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC)

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto, Dra.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ricardo Miranda de Brites, Dr.
Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental.

Profa. Alexandra Rodrigues Finotti, Dra.
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação

Prof. Rodrigo de Almeida Mohedano, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2022.

Dedico esse trabalho ao meu pai.

“Uma pequena onda nunca demonstra a sua real grandeza, pois se olharmos seu movimento, que em sua contradição a faz nascer e morrer quase que continuamente, verificaremos que ela pertence a um universo maior, que é o mar, sua totalidade. Ela apenas se apresenta com uma forma que a identifica momentaneamente, pois só se conhece sua essência percebendo-a em meio ao seu todo, o oceano, que é sua verdadeira realidade.”

Adaptado da filosofia zen-budista

RESUMO

Os ecossistemas sustentam a vida humana e suas atividades variadas por meio da prestação de serviços ecossistêmicos, como serviços de suporte, de provisão, de regulação e socioculturais. Há um consenso em diversos círculos científicos sobre a importância dos valores econômicos dos serviços ecossistêmicos para apoiar a gestão ambiental, tomadas de decisão e políticas públicas. As estimativas do valor contábil dos serviços ecossistêmicos em unidades monetárias têm um papel fundamental na conscientização e na identificação da importância dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano sustentável. Identificar e quantificar os serviços ecossistêmicos é cada vez mais importante para estabelecimento de políticas públicas, no planejamento do uso da terra e na tomada de decisão e gerenciamento de ecossistemas. Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa foi avaliar os serviços ecossistêmicos no contexto de criação de uma Unidade de Conservação (UC), em uma área de remanescente de mata atlântica subtropical, através de um estudo de caso do Refúgio de Vida Silvestre das Nascentes do Saí, em São Francisco do Sul, Brasil. Utilizando pesquisas *online* com as partes interessadas, para viabilizar a participação social durante a pandemia, em condições de isolamento social, o estudo identificou 15 serviços ecossistêmicos prestados pela área de estudo e estimou o valor econômico de 8 deles com base em dois métodos de valoração econômica: preços de mercado e transferência de benefícios. O valor econômico total estimado dos serviços ecossistêmicos, para o ano de 2019, foi superior a US \$ 14.000.00,00, com relevância considerável para a contribuição dos serviços socioculturais. Através de entrevistas com a população local o estudo avaliou os índices de saliência para as categorias de serviços ecossistêmicos e seus respectivos valores econômicos e, no contexto de criação de uma UC, identificou o aumento da saliência para o valor econômico de todas as categorias e mais significativamente para os serviços socioculturais. Os resultados demonstram uma correlação entre o valor econômico e a importância dada pelas partes interessadas e apontam para o potencial de utilidade da valoração econômica dos serviços ecossistêmicos como instrumento de apoio à criação de uma UC em São Francisco do Sul.

Palavras-chave: Valor Econômico Total; Valoração econômica; Índice de saliência; Participação Social; Preços de mercado; Transferência de benefícios; Refúgio de Vida Silvestre das Nascentes do Saí.

ABSTRACT

Ecosystems support human life and its varied activities through the provision of ecosystem services, such as support, provision, regulatory, and sociocultural services. There is a consensus in several scientific circles about the importance of the economic values of ecosystem services to support environmental management, decision-making, and public policy. The general purpose of this research was to evaluate ecosystem services in the context of creating a Protected Area, in a subtropical Atlantic rainforest remnant, in Brazil, through a case study of Saí Springs Wildlife Refuge (*Refúgio de Vida Silvestre das Nascentes do Saí*). Using online stakeholder surveys to enable social participation during the pandemic, in conditions of social isolation, we identified 15 ecosystem services provided by the study area and estimated the economic value of eight of them based on two economic valuation methods: Market pricing and benefit transfer. The estimated total economic value of ecosystem services for the year 2019 was over USD14,000,000.00, with considerable relevance to the contribution of sociocultural services. Through interviews with the local population, we evaluated the salience indices for the categories of ecosystem services and their respective economic values and, in the context of creating a Protected Area, we identified the increase in salience for the economic value of all categories and more significantly for sociocultural services. The results demonstrate a correlation between the economic value and the importance given by the interested parties and point to the useful potential of the economic valuation of ecosystem services as an instrument to support the creation of a Protected Area in a subtropical Atlantic rainforest remnant.

Keywords: Total Economic Value; Economic valuation; Salience index; Social participation; Market prices; Transfer of benefits; Saí Springs Wildlife Refuge.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: O ecossistema global em relação ao subsistema econômico.	19
Figura 2: Interação entre capital construído, social, humano e capital natural necessária para produzir o bem-estar humano.	26
Figura 3: Relações entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.....	27
Figura 4: Diagrama de fluxo da metodologia para o presente trabalho.	56
Figura 5: Localização da área de estudo, município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina.....	58
Figura 6: Resultados para a avaliação de importância dos respondentes.....	74
Figura 7: Distribuição do valor econômico de acordo com o método de valoração adotado.	85
Figura 8: Valor econômico total dos serviços ecossistêmicos da área de estudos.	88
Figura 9: Resultados obtidos para a pergunta: “de 0 a 10, como você se declara sensível às causas socioambientais?”	105
Figura 10: Resultados das variáveis de resultado para avaliação de serviços ecossistêmicos.	106

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Definições de “Serviços Ecosistêmicos”.....	23
Quadro 2: Comparação dos sistemas de classificação dos serviços ecosistêmicos..	29
Quadro 3: Relações entre os serviços ecosistêmicos e as técnicas de valoração econômica.....	46
Quadro 4: Ferramentas disponíveis de avaliação de serviços ecosistêmicos.	48
Quadro 5: Categorias de Unidades de Conservação definidas no SNUC.	52
Quadro 6: Descrição dos serviços ecosistêmicos identificados na área de estudo. ..	61
Quadro 7: Métodos e técnicas de valoração econômica dos serviços ecosistêmicos utilizados neste estudo.	64
Quadro 8: Classes equivalentes para as classes de uso do solo na área de estudo.	67
Quadro 9: Comparação de métodos e classificação adotada entre diferentes estudos que identificaram e avaliaram serviços ecosistêmicos.....	81
Quadro 10: Comparação entre diferentes estudos que encontraram o VET, realizando valoração econômica de diferentes serviços ecosistêmicos, utilizando diferentes abordagens de valoração.....	98

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classes de cobertura e uso do solo e extensão territorial na área de estudo.	59
Tabela 2: Dados de produção de água por ponto de captação no município de São Francisco do Sul.	65
Tabela 3: Coeficientes dos valores dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso do solo da área de estudo, baseados em Costanza et al. (2014).	67
Tabela 4: Listagem dos serviços ecossistêmicos e respectivo percentual de respondentes (N = 35) que identificam cada serviço ecossistêmico como muito importante..	73
Tabela 5: Valor econômico dos serviços ecossistêmicos pela técnica de transferência de benefícios.	87
Tabela 6: Valor Econômico Total (VET) das categorias de serviços ecossistêmicos da área de estudos.....	88
Tabela 7: Índice de Saliência de Smith para os serviços ecossistêmicos no contexto da criação de uma UC na área de morros do Distrito do Saí.....	107
Tabela 8: Comparação dos índices de saliência dos serviços ecossistêmicos e de seus respectivos valores econômicos.....	107

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
ASFS	Águas de São Francisco do Sul Ltda
CBD	Convenção das Nações Unidas sobre a Diversidade Biológica
CICES	Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos
DAP	Disposição a Pagar
DAR	Disposição a Receber
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MEA	<i>Millennium Ecosystem Assessment</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PIB	Produto Interno Bruto
PNPSA	Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PSA	Pagamento por Serviços Ambientais
REVIS	Refúgio de Vida Silvestre
SC	Santa Catarina
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SNIS	Sistema Nacional de Informações de Saneamento
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
TEEB	<i>The Economics of Ecosystems and Biodiversity</i>
UC	Unidade de Conservação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VET	Valor Econômico Total

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Objetivo Geral.....	17
1.1.2	Objetivos Específicos	17
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
2.1	CAPITAL NATURAL	18
2.1.1	Capital Natural e Sistema Econômico	19
2.1.2	Degradação dos Ecossistemas e Avaliação do Capital Natural.....	20
2.2	SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	21
2.2.1	Funções e Serviços Ecossistêmicos	24
2.2.2	Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano.....	25
2.2.3	Sistemas de Classificação dos Serviços Ecossistêmicos	27
2.3	VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS	30
2.3.1	Domínios de valor	31
2.3.2	Abordagem utilitária da valoração dos serviços ecossistêmicos.....	33
2.4	MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS.....	35
2.4.1	Preço de mercado direto	37
2.4.2	Transferência de benefícios	38
2.4.3	Avaliação contingente.....	39
2.4.4	Experimentos de modelagem de escolha	40
2.4.5	Avaliação baseada em custo.....	41
2.4.6	Fator de renda.....	42
2.4.7	Custos de viagem.....	43
2.4.8	Avaliação hedônica	44

2.4.9	Avaliação econômica participativa	44
2.4.10	Análise das técnicas de valoração econômica.....	45
2.4.11	Modelos e ferramentas de valoração econômica.....	47
2.5	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	51
2.5.1	Avaliação de Serviços Ecosistêmicos em Unidades de Conservação	53
2.5.2	Perspectivas da abordagem dos Serviços Ecosistêmicos	54
3	MATERIAIS E MÉTODOS	56
3.1	ÁREA DE ESTUDO	56
3.2	IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	59
3.2.1	<i>Check list</i> (revisão bibliográfica)	60
3.2.2	Questionários com as partes interessadas	60
3.2.3	Análise dos resultados	63
3.3	VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	63
3.3.1	Preços de Mercado.....	64
3.3.1.1	<i>Abastecimento de água</i>	<i>64</i>
3.3.1.2	<i>Ciência e educação.....</i>	<i>66</i>
3.3.2	Transferência de Benefícios	66
3.4	AVALIAÇÃO DO VALOR DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PARA A CRIAÇÃO DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO	69
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	72
4.1	SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS IDENTIFICADOS E INTERPRETADOS	72
4.1.1	Serviços de Provisão	75
4.1.2	Serviços Socioculturais	76
4.1.3	Serviços de Regulação	78
4.1.4	Serviços de Suporte.....	79
4.2	CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	80
4.3	VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	85

4.3.1	Preços de mercado	86
4.3.2	Transferência de benefícios	86
4.3.3	Valor Econômico Total.....	88
4.3.3.1	<i>Abastecimento de água</i>	90
4.3.3.2	<i>Ciência e Educação</i>	91
4.3.3.3	<i>Lazer e recreação</i>	92
4.3.3.4	<i>Beleza estética / patrimônio e identidade cultural</i>	93
4.3.3.5	<i>Habitat para espécies</i>	94
4.3.3.6	<i>Retenção de solo</i>	95
4.3.3.7	<i>Polinização</i>	96
4.3.3.8	<i>Regulação Atmosférica.....</i>	97
4.3.4	Comparação do VET com outros locais de estudo	98
4.3.5	Comparação com o PIB.....	100
4.3.6	Relação do valor econômico para a criação de UC na área de estudo.....	101
4.4	VALOR ECONÔMICO COMO VARIÁVEL PARA A CRIAÇÃO DA UC	104
4.5	ÍNDICES DE SALIÊNCIA PARA A CRIAÇÃO DA UC	107
5	CONCLUSÕES.....	110
	REFERÊNCIAS.....	112
	ANEXO A – Formulário de identificação de serviços ecossistêmicos.....	124
	ANEXO B – Formulário de avaliação dos serviços ecossistêmicos.....	131

1 INTRODUÇÃO

Os ecossistemas fornecem uma gama de serviços que são de fundamental importância para o bem-estar humano, saúde, meios de subsistência e sobrevivência, como, por exemplo: fornecimento direto de água e alimento; processos como manutenção da qualidade do ar, regulação climática, tratamento de resíduos; e geração de benefícios de recreação, aspectos estéticos, espirituais e desenvolvimento cognitivo (COSTANZA et al., 1997; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002)

Uma melhor compreensão do papel dos serviços ecossistêmicos enfatiza e inclui nossos ativos naturais como componentes críticos de riqueza, bem-estar e sustentabilidade. Essa reformulação da maneira como encaramos a “natureza”, com um amplo reconhecimento dos serviços ecossistêmicos e da relação entre os seres humanos e os elementos da natureza é essencial para resolver o problema de como construir um futuro sustentável e desejável para a humanidade (BAILLY et al., 2021; COSTANZA et al., 2014a; VELASCO-MUÑOZ et al., 2022; WANG; ZHANG; CUI, 2021).

Tendo em vista a importância dos serviços gerados pelos ecossistemas para o bem-estar humano e para o suporte da vida no planeta, é inegável a necessidade de se valorá-los (COSTANZA et al., 2014a; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; TAYE et al., 2021). Para fins de políticas que têm por objetivo enfrentar as trocas associadas ao uso dos recursos naturais, é preciso, em última instância, conhecer de que maneira mudanças nos fluxos de serviços ecossistêmicos impactam a capacidade humana em atingir seus objetivos finais relativos às suas necessidades materiais ou não (COELHO-JUNIOR et al., 2021; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2014; SANTOS VIEIRA et al., 2021).

As estimativas do valor contábil dos serviços ecossistêmicos em unidades monetárias têm um papel fundamental na conscientização e na identificação da importância dos serviços ecossistêmicos em relação a outros fatores contribuintes para o bem-estar humano sustentável (ISLAM et al., 2019). Identificar e quantificar os serviços ecossistêmicos é cada vez mais importante para estabelecimento de políticas públicas, no planejamento do uso da terra e na tomada de decisão e gerenciamento de ecossistemas (GAITÁN-CREMASCHI et al., 2017; KANTHARAJAN et al., 2022; LI et al., 2020; PETRONI; SIQUEIRA-GAY; GALLARDO, 2022).

Apesar de sua relevância, os ambientes naturais e conseqüentemente os serviços ecossistêmicos vêm se degradando em todo o planeta continuamente como resultado do aumento da população global e do crescimento econômico (MEA, 2005).

Uma das principais estratégias para minimizar a influência negativa do homem na biodiversidade durante o século 20 é a implantação de áreas protegidas, como as Unidades de Conservação (UCs) (BAILLY et al., 2021; LLOPIS et al., 2021; WATSON et al., 2014). Nesse contexto, os serviços ecossistêmicos foram propostos como um argumento potencialmente útil para integrar de forma mais abrangente a dimensão social à tomada de decisões em áreas protegidas e para aumentar o apoio para a conservação (CUMMING, 2016; GARCÍA-LLORENTE et al., 2018; PALOMO et al., 2013).

O processo de criação de UCs exige uma abordagem que seja tecnicamente adequada, a fim de que não sejam determinados exclusivamente por fatores de oportunidade e conveniência. Assim a abordagem dos serviços ecossistêmicos integra-se como contribuição a esse processo, visando beneficiar a sociedade através da manutenção dos serviços provenientes da natureza, fundamentais à qualidade de vida e bem-estar humano (BALDI et al., 2017; CHEN, 2021; COELHO-JUNIOR et al., 2021; FIGUEIROA et al., 2020).

Portanto a abordagem dos serviços ecossistêmicos impulsiona a geração de argumentos para a adoção de políticas que criem incentivos para a criação de UCs e Pagamento por Serviços Ambientais – PSA (ALARCON et al., 2015; SCHIRPKE et al., 2018).

Nesse contexto, o presente estudo visa identificar e avaliar os principais serviços ecossistêmicos da área destinada à criação de uma UC no Distrito do Saí (no município de São Francisco do Sul/SC). Com os objetivos gerais e específicos definidos e descritos abaixo (seção 1), foi realizada a fundamentação conceitual e teórica sobre o tema da pesquisa, apresentada na seção 2. Em seguida foram delineados os materiais e métodos de pesquisa (seção 3) que culminaram nos resultados apresentados na seção 4 e discutidos na seção 5.

Esta pesquisa foi integrada ao projeto “Nascentes do Saí” executado pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), que desenvolveu um diagnóstico socioambiental participativo na região. O Nascentes do Saí atendeu diretrizes como preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade, melhoria da qualidade de vida e construção de uma política de conservação e gestão territorial, entre outras. Destaca-se que o ecossistema presente no Distrito do Saí possui significativa relevância ambiental, abriga alta diversidade biológica, propicia usos de lazer e recreação, atividades de pesquisa e fornece água que abastece a população e indústrias do município.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo geral e os objetivos específicos deste estudo estão descritos abaixo.

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os serviços ecossistêmicos para subsidiar a criação de uma unidade de conservação em um remanescente de mata atlântica, contemplando a participação de atores sociais interessados.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Identificar os serviços ecossistêmicos mais relevantes em um remanescente de Mata Atlântica no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC) no contexto da criação de uma possível unidade de conservação.
- Valorar economicamente os serviços ecossistêmicos aplicando diferentes metodologias.
- Analisar a valoração dos serviços ecossistêmicos sob a perspectiva de diferentes atores sociais da região do Distrito do Saí e sua influência na criação de uma Unidade de Conservação.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Teoricamente o presente estudo fundamenta-se em conceitos bem definidos pela literatura e nessa seção buscou-se traduzir aqueles principais, que possuem relação com os objetivos da pesquisa, a partir de uma robusta revisão da literatura, especialmente de livros e artigos publicados em periódicos revisados por pares.

Com fins de facilitar a compreensão e a dinâmica de leitura, os conceitos apresentados seguem uma ordem do geral para o específico, iniciando com uma revisão sobre capital natural, até as novas perspectivas de abordagem dos serviços ecossistêmicos nos mais variados tipos de estudo, passando por uma revisão da avaliação dos serviços ecossistêmicos e seus métodos de valoração econômica.

2.1 CAPITAL NATURAL

Em termos gerais, pode-se dizer que “capital” designa os estoques de materiais ou informações existentes num determinado período que geram fluxos de serviços os quais podem ser usados para transformar outros materiais ou sua configuração espacial, contribuindo para a melhoria do bem-estar humano (COSTANZA et al., 1997a).

O capital natural, por sua vez, pode ser considerado como o estoque de recursos naturais existentes que geram um fluxo de serviços tangíveis e intangíveis direta e indiretamente úteis aos seres humanos (COSTANZA et al., 1997a). Em outras palavras, o capital natural é a totalidade dos recursos oferecidos pelo ecossistema terrestre que suporta o sistema econômico, os quais contribuem direta e indiretamente para o bem-estar humano. Essa definição explicitamente considera a ideia de que o sistema econômico é um subsistema de um sistema maior que o sustenta e que lhe fornece os meios necessários para sua expansão (ANDRADE, 2010).

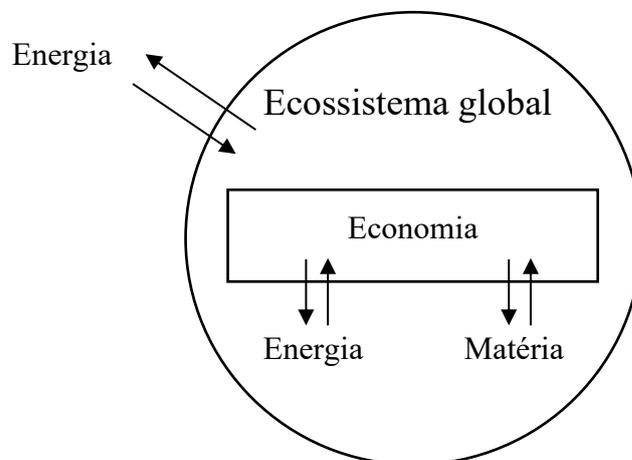
Há uma diferença entre os conceitos de ecossistemas naturais e capital natural. O primeiro, mais amplo, refere-se aos sistemas que englobam as complexas, dinâmicas e contínuas interações entre seres vivos e não vivos em seus ambientes físicos e biológicos, nos quais o homem é parte integral (MEA, 2005). Capital natural, por sua vez, refere-se apenas à parte do estoque de recursos (bióticos e abióticos) dos ecossistemas que geram serviços direta ou indiretamente apropriáveis pelo homem. Essa diferenciação é importante na medida em que nem todas as funções, processos e/ou componentes dos ecossistemas são conhecidos, não

podendo ser considerados integrantes do capital natural, muito embora se saiba que, do ponto de vista ecológico, tais processos e funções possuem importância (e conseqüentemente valor) para o funcionamento do todo ecossistêmico (ANDRADE, 2010).

2.1.1 Capital Natural e Sistema Econômico

Além de suas características intrínsecas de variabilidade e coevolução, os ecossistemas são profundamente modificados pela ação humana. Basicamente, o sistema econômico interage com o meio ambiente, extraindo recursos naturais (componentes estruturais dos ecossistemas) e enviando de volta resíduos. Além disso, altera o espaço em que atua em função de sua expansão. Assim, pode-se dizer que o sistema econômico tem impactos sobre os ecossistemas, sendo esses impactos funções da sua escala (tamanho e dimensão) e do estilo dominante de crescimento econômico, ou seja, modo pelo qual o sistema econômico se expande (ANDRADE, 2010).

Figura 1: O ecossistema global em relação ao subsistema econômico.



Fonte: adaptado de Costanza et al. (1997b)

O atual sistema de contas nacionais, que se concentra no Produto Interno Bruto (PIB) para medir o crescimento econômico, não conseguiu internalizar a sustentabilidade do desenvolvimento econômico. Arrow et al. (2012) mostram que o desenvolvimento econômico global foi seguido pelo esgotamento dos recursos naturais, pela diminuição dos serviços ecossistêmicos e pela degradação ambiental, que comprometem a sustentabilidade da geração futura.

De fato, o PIB é apenas uma medida das variáveis de fluxo, como consumo, investimento e gastos do governo, que não levam em consideração o esgotamento dos recursos naturais (COSTANZA et al., 2017; DASGUPTA et al., 2015).

Nesse contexto, a pesquisa recente de Recuero Virto, Weber e Jeantil (2018) mostrou que a contabilidade dos recursos naturais não tem sido usada intensivamente no processo de tomada de decisão, principalmente nos países em desenvolvimento. Estudos mostram que levar em consideração a valorização dos recursos naturais e sua depreciação ao longo do tempo é viabiliza uma estrutura bem fundamentada para a avaliação da sustentabilidade dos ecossistemas (COSTANZA et al., 1997a; ISLAM et al., 2019).

2.1.2 Degradação dos Ecossistemas e Avaliação do Capital Natural

Apesar de sua importância, os sistemas naturais vêm sendo ameaçados pelas constantes intervenções humanas (BRINER; ELKIN; HUBER, 2013; COSTANZA et al., 2017; GAO et al., 2017). A atual e crescente escassez relativa do capital natural alude à necessidade de adoção de políticas que criem incentivos para sua preservação (ALARCON et al., 2015; SCHIRPKE et al., 2018), sendo necessário compreender de que forma se dão as interconexões entre os sistemas econômico e natural, bem como os fatores que acarretam mudanças no meio ambiente (QUIJAS et al., 2019; VIDAL-LEGAZ et al., 2013).

Nos últimos 50 anos, 60% dos serviços mundiais de ecossistemas se degradaram como resultado do aumento da população global e do crescimento econômico. A cobertura da terra e as mudanças climáticas foram identificadas como dois dos mais importantes fatores de mudança nos ecossistemas e em seus serviços (MEA, 2005). Está se tornando cada vez mais evidente que permitir a degradação de terras é caro, tanto para os proprietários locais quanto para a sociedade em geral, a curto prazo e, principalmente, a longo prazo (COSTANZA et al., 1997a, 2014a; FISHER; BATEMAN; TURNER, 2011).

Costanza et al. (2014), utilizando o mesmo escopo de Costanza et al. (1997), porém com dados atualizados para o ano de 2011 sugerem que a perda de valor médio estimado para os serviços ecossistêmicos globais, devido à mudanças no uso do solo, de 1997 a 2011, ficou entre US\$ 4,3–20,2 trilhões/ano.

O trabalho de Islam et al. (2019), avaliando o capital natural de 140 países para um período de 25 anos (entre 1990 e 2014), mostrou que, no geral, apenas 31 apresentaram um crescimento positivo de seus estoques de capital natural. Os indicadores mostram, por exemplo,

que os recursos florestais aumentaram em 55 dos 140 países no período 1990–2014. O conjunto de recursos renováveis avaliados, compreendendo os recursos florestais, peixes e agricultura é um importante contribuinte do capital natural, sendo que 39 dos 140 países aumentaram significativamente esses recursos. Embora o capital natural seja uma importante fonte de recursos para os países em desenvolvimento e menos desenvolvidos, se a tendência decrescente continuar nesses países, poderá prejudicar seu desenvolvimento futuro (ISLAM et al., 2019).

Portanto, a crítica do PIB como uma medida adequada do desempenho econômico, sem abranger o bem-estar social e humano, tornou-se parte do debate global, destacando a necessidade de melhores medições do progresso que podem informar diferentes políticas e percepções públicas (COSTANZA et al., 2017). Limitar os dados de riqueza das nações ao PIB prejudica nossa capacidade de avaliar programas de desenvolvimento (DASGUPTA et al., 2015)..

Devido à contínua expansão da escala das atividades humanas, a evolução do sistema econômico tem conduzido o mundo a uma era onde o capital natural, em substituição ao capital manufaturado, passa a ser o fator limitante do desenvolvimento econômico. Com isso, segundo lógica, o imperativo dos tempos atuais passa a ser o desenho de políticas econômicas voltadas a incrementar a produtividade do capital natural e dos benefícios dele derivados (ANDRADE, 2010).

A especificidade do capital natural, no entanto, encontra-se no fato de que seus benefícios são, em sua grande maioria, insubstituíveis, o que justifica uma preocupação singular da teoria econômica com a utilização dos ativos naturais-(ANDRADE, 2010).

2.2 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

O termo “serviços da natureza” apareceu pela primeira vez na literatura acadêmica em um artigo de 1977 na revista *Science* de Walter Westman intitulado “Quanto valem os serviços da natureza?”. Na sequência, apareceu pela primeira vez o termo sinônimo “serviços ecossistêmicos” no trabalho de Ehrlich e Ehrlich (1981) e mais sistematicamente em Ehrlich e Mooney (1983) (COSTANZA et al., 2017).

Ao longo das últimas décadas, diversas pesquisas sobre serviços ecossistêmicos se desenvolveram (BOYD; BANZHAF, 2007; COSTANZA, 2020; DUPRAS; PARCERISAS; BRENNER, 2016; FISHER; TURNER; MORLING, 2009; HUETING et al., 1998; ISBELL et al., 2011; PLIENINGER et al., 2013; VILLA et al., 2002), sobretudo após as publicações do

estudo de Costanza et al. (1997), que avaliou o valor dos serviços ecossistêmicos em escala mundial e do livro editado por Daily (1997), que reuniu definições, história, avaliação econômica e estudos de caso em ecossistemas específicos. O artigo de Costanza et al. (1997), como os próprios autores avaliam, obteve uma enorme quantidade de cobertura da imprensa e também provocou controvérsia e críticas devido a seus métodos e resultados. No entanto, o artigo teve o efeito que os autores esperavam, como eles concluíram no artigo:

Dadas as enormes incertezas envolvidas, talvez nunca tenhamos uma estimativa muito precisa do valor dos serviços ecossistêmicos. No entanto, mesmo a estimativa inicial bruta que conseguimos reunir é um ponto de partida útil (enfatizamos novamente que é apenas um ponto de partida). Isso demonstra a necessidade de muita pesquisa adicional e também indica as áreas específicas que mais precisam de estudo adicional. Também destaca a importância relativa dos serviços ecossistêmicos e o impacto potencial em nosso bem-estar de continuar desperdiçando-os. (COSTANZA et al., 1997a)

Nos anos 2000, os serviços ecossistêmicos adentram nas pautas políticas globais. Em 2005, o conceito de serviços ecossistêmicos ganhou maior atenção quando as Nações Unidas publicaram o *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA). O MEA foi um estudo de quatro anos e mais de 1.300 cientistas para formuladores de políticas (MEA, 2005). Entre 2007 e 2010, uma segunda iniciativa internacional foi realizada pelo Programa Ambiental das Nações Unidas, chamado *The Ecosystem Economy and Biodiversity* (TEEB), cujo relatório foi amplamente divulgado pelos meios de comunicação, levando os serviços ecossistêmicos a um público ainda mais amplo (TEEB, 2010).

Após esses trabalhos, a temática de serviços ecossistêmicos avançou principalmente na esfera de tomada de decisão, onde os instrumentos econômicos de mercado, de uma forma transdisciplinar, são cada vez mais aplicados e aperfeiçoados para os mercados de serviços ecossistêmicos, por meio, por exemplo, do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

De fato, as literaturas sobre serviços ecossistêmicos vêm se desenvolvendo continuamente. Uma pesquisa no SCOPUS em julho de 2020 mostrou um total de mais de 30.000 artigos publicados com o termo “serviços ecossistêmicos” no título, resumo ou palavras-chave. Observa-se um crescente número de publicações ano após ano, tendo mais de 4.200 artigos somente em 2019, 4.085 em 2018 e 3.458 em 2017. A maior parte dos estudos são oriundos dos Estados Unidos, seguido do Reino Unido e China.

No Brasil, analisando mais de 280 publicações sobre serviços ecossistêmicos do período 2006-2017, Parron et al. (2019) identificaram que a maioria dos estudos está relacionada à avaliação de diferentes tipos de serviços ecossistêmicos e ao desenvolvimento de

metodologias para sua avaliação e monitoramento. Mata Atlântica e Amazônia foram os biomas mais estudados no período, enquanto os SE mais estudados, no Brasil, estão relacionados à biodiversidade, sequestro de carbono e água. Segundo os autores, os resultados indicam que o tema de SE está em amplo debate pela comunidade científica (PARRON et al., 2019)

Com o crescente desenvolvimento do tema, atualmente existem diversas definições para o termo “serviços ecossistêmicos” (Quadro 1). Todas, no entanto, centram-se na ideia dos benefícios proporcionados pelos ecossistemas aos seres humanos. De acordo com MEA (2005), os serviços ecossistêmicos podem ser amplamente definidos como "os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas". As definições anteriores incluem "as condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os constituem, sustentam e realizam a vida humana" (DAILY, 1997); e a definição de Costanza et al (1997) de serviços ecossistêmicos como "os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções do ecossistema". Mais recentemente, no Brasil, a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), através da Lei Nº 14.119 de 2021 (BRASIL, 2021), considera serviços ecossistêmicos como os benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais. Para este trabalho será utilizada a definição de MEA (2005).

Quadro 1: Definições de “Serviços Ecossistêmicos”.

AUTORES	DEFINIÇÃO
DAILY (1997)	As condições e processos pelos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os constituem sustentam e realizam a vida humana
COSTANZA et al (1997)	Os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções do ecossistema
DE GROOT; WILSON; BOUMANS (2002)	A capacidade dos processos e componentes naturais de fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente
MEA (2005)	Benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas
BOYD; BANZHAF (2007)	Componentes da natureza desfrutados, consumidos ou usados diretamente para produzir o bem-estar humano
FISHER; TURNER; MORLING (2009)	Aspectos dos ecossistemas utilizados (ativa ou passivamente) para produzir o bem-estar humano
BRASIL (2021a)	Benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais

Fonte: (OJEA; MARTIN-ORTEGA; CHIABAI, 2012)

2.2.1 Funções e Serviços Ecossistêmicos

Fisher, Turner e Morling (2009) revisam as definições de serviços ecossistêmicos e descobrem que conceitos como funções, processos, serviços ou benefícios são empregados sem definições claras e, muitas vezes, referem-se a diferentes conceitos.

As funções do ecossistema contribuem para os serviços do ecossistema (COSTANZA et al., 2017), mas não são sinônimos. As primeiras descrevem as relações biofísicas que existem, independentemente de os humanos se beneficiarem ou não. Em contraste, os serviços ecossistêmicos são as funções que beneficiam as pessoas, de forma consciente ou inconsciente, direta ou indiretamente, ou seja, eles só existem se contribuem para o bem-estar humano e não podem ser definidos de forma independente (MEA, 2005).

Não obstante, as conexões entre os processos e funções do ecossistema e o bem-estar humano são complexas e os vários caminhos ainda não são bem compreendidos, portanto, deve ser adotada uma abordagem pluralista e preventiva para avaliar essas conexões e os benefícios atrelados (COSTANZA et al., 2017).

As funções do ecossistema são mais bem concebidas como um subconjunto de processos ecológicos e estruturas do ecossistema. Cada função é o resultado dos processos naturais do subsistema ecológico total do qual faz parte. Os processos naturais, por sua vez, são o resultado de interações complexas entre componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (químicos e físicos) dos ecossistemas por meio das forças motrizes universais da matéria e da energia (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Os serviços ecossistêmicos são, em última instância, fluxos de materiais, energia e informações derivados dos ecossistemas naturais e cultivados que, combinados com os demais tipos de capital (humano, manufaturado e social) produzem o bem-estar humano (COSTANZA et al., 1997; DAILY, 1997; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; MEA, 2005).

Conforme já relatado, o conceito de bens e serviços do ecossistema é inerentemente antropocêntrico: é a presença de seres humanos como agentes de valor que permite a tradução de estruturas e processos ecológicos básicos em entidades carregadas de valores (BOYD; BANZHAF, 2007; COSTANZA et al., 2017; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; FISHER; TURNER; MORLING, 2009).

2.2.2 Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano

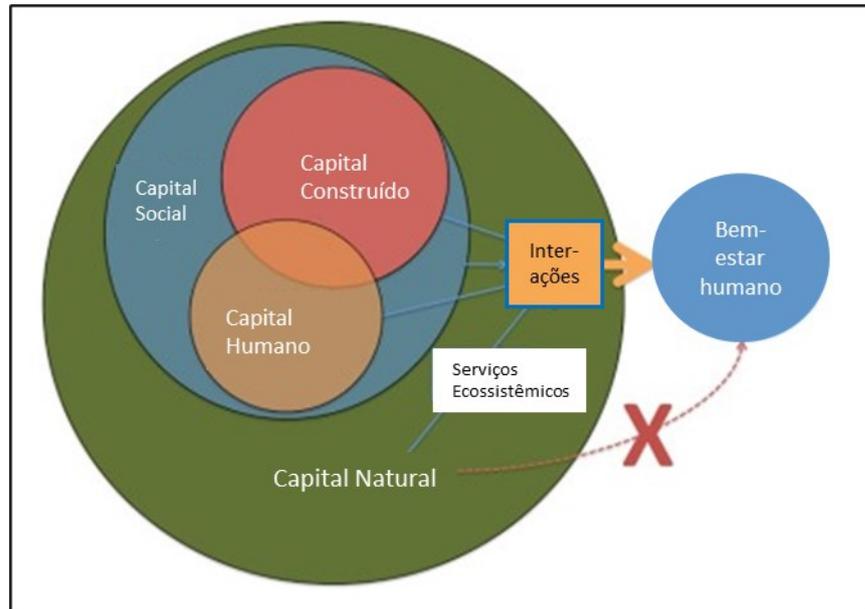
Os serviços dos ecossistemas são afetados por vários fatores, incluindo mudanças na demografia, economia, sociopolítica, ciência, tecnologia, religião e condições físicas e biológicas (MEA, 2005). Embora ainda não completamente compreendidas, as relações entre o bem-estar e os serviços ecossistêmicos são complexas e não lineares. Quando um serviço ecossistêmico é abundante em relação à sua demanda, um incremento em seu fluxo representa apenas uma pequena contribuição ao bem-estar humano. Entretanto, quando o serviço ecossistêmico é relativamente escasso, um decréscimo em seu fluxo pode reduzir substancialmente o bem-estar (ANDRADE, 2010).

Também é importante observar que os ecossistemas não podem proporcionar benefícios às pessoas sem a presença de pessoas (capital humano), suas comunidades (capital social) e o ambiente construído (capital construído ou manufaturado) (MEA, 2005). Conforme a revisão de (TURNER et al., 2015), o capital humano é definido como os povos individuais, incluindo o conhecimento e as informações armazenadas no cérebro humano, sua saúde física e sua força de trabalho; Capital construído são bens manufaturados, como ferramentas, equipamentos, estradas e edifícios; O capital natural é o mundo natural, os ecossistemas - tudo que não requer ação humana para ser produzido ou mantido; e Capital social são as redes sociais e normas que facilitam a ação cooperativa, o que inclui culturas, instituições e o sistema financeiro.

Esses quatro tipos de capital são todos elementos necessários para apoiar o bem-estar humano sustentável. Essa interação é mostrada na Figura 2. O capital construído e o humano (a economia) estão incorporados na sociedade, que por sua vez está incorporada ao resto da natureza. Os serviços ecossistêmicos são a contribuição relativa do capital natural para o bem-estar humano, ainda que não fluam diretamente (COSTANZA et al., 2014a).

Portanto, é essencial adotar uma perspectiva ampla e transdisciplinar para abordar os serviços ecossistêmicos. O desafio na avaliação de serviços ecossistêmicos é avaliar a contribuição relativa do capital natural nessa interação, visando equilibrar nossos ativos para melhorar o bem-estar humano sustentável (COSTANZA et al., 2014a).

Figura 2: Interação entre capital construído, social, humano e capital natural necessária para produzir o bem-estar humano.



Fonte: Adaptado de Costanza et al. (2014a)

Segundo MEA (2005), presume-se que o bem-estar humano tenha vários constituintes (Figura 3), incluindo o *material básico para uma vida boa*, como meios de subsistência seguros e adequados, comida suficiente o tempo todo, abrigo, roupas e acesso a bens; *saúde*, incluindo sentir-se bem e ter um ambiente físico saudável, como ar puro e acesso a água potável; *boas relações sociais*, incluindo coesão social, respeito mútuo e capacidade de ajudar os outros e sustentar os filhos; *segurança*, incluindo acesso seguro a recursos naturais e outros, segurança pessoal e proteção contra desastres naturais e de origem humana; e *liberdade de escolha e ação*, incluindo a oportunidade de alcançar o que um indivíduo valoriza fazer e ser. A liberdade de escolha e ação é influenciada por outros componentes do bem-estar (bem como por outros fatores, notadamente a educação) e também é uma pré-condição para alcançar outros componentes do bem-estar, particularmente no que diz respeito à equidade e justiça.

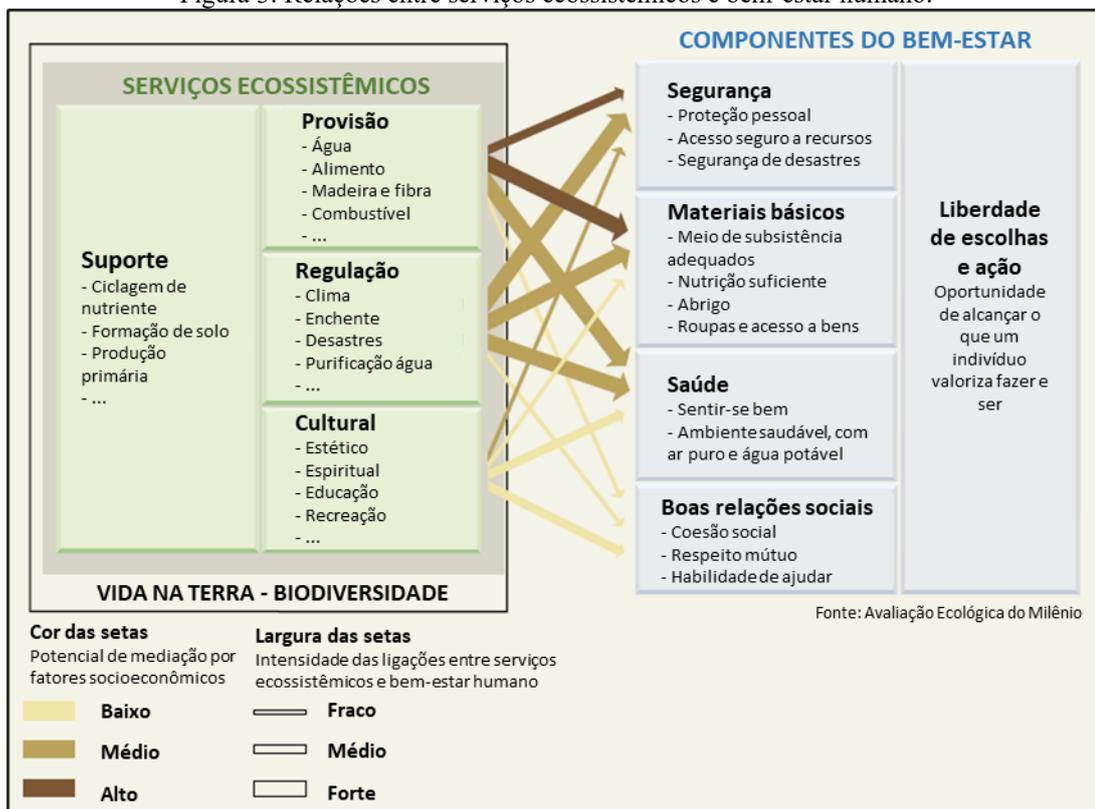
Examinando como as mudanças nos serviços ecossistêmicos influenciam o bem-estar humano, a Figura 3 abaixo, extraída da documentação disponibilizada pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MEA, 2005), ilustra as interconexões entre as várias categorias de serviços ecossistêmicos e os componentes do bem-estar humano e inclui indicações de até que ponto é possível para fatores socioeconômicos mediar essa ligação.

Os impactos de mudanças nos fluxos de serviços ecossistêmicos sobre os constituintes do bem-estar são complexos e envolvem relações de causas que se reforçam mutuamente, devido principalmente à interdependência dos processos de geração dos serviços

ecossistêmicos e entre as próprias dimensões do bem-estar. Mudanças nos serviços de provisão, por exemplo, como alimentos, água e lenha, têm impactos muito fortes sobre a adequação do material para uma vida saudável. O acesso a esses materiais é fortemente mediado por circunstâncias socioeconômicas, na medida que para os ricos, as mudanças locais nos ecossistemas podem não causar uma mudança significativa em seu acesso aos bens materiais necessários, que podem ser adquiridos em outros locais (MEA, 2005).

Arrow et al. (2012) destacam a importância da abordagem do bem-estar intergeracional, na qual presume-se que, em qualquer data, o bem-estar social não é apenas o bem-estar da geração atual, mas também o bem-estar potencial das gerações que se seguirão. A questão é perguntar se a sociedade em estudo está funcionando suficientemente bem para garantir que alguma medida de bem-estar intergeracional não diminua.

Figura 3: Relações entre serviços ecossistêmicos e bem-estar humano.



Fonte: MEA, 2005.

2.2.3 Sistemas de Classificação dos Serviços Ecossistêmicos

Para tornar o conceito de serviços ecossistêmicos mais específico, foram necessários sistemas de classificação que possibilitassem discussões, avaliações, modelagem e avaliação.

Desde Daily (1997) e Costanza et al. (1997), várias classificações (apresentadas mais adiante) foram desenvolvidas para análise científica, avaliação econômica e formulação de políticas.

A categorização de serviços ecossistêmicos em quatro grandes tipos foi proposta pela Avaliação de Ecossistemas do Milênio (MEA, 2005), posteriormente adotada, mas alterada no projeto *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB, 2010) e constitui o núcleo da maioria das outras classificações recentes.

O Quadro 2, a seguir, apresenta a comparação de quatro dos principais sistemas de classificação de serviços ecossistêmicos usados em todo mundo, desenvolvidos por COSTANZA et al (1997), MEA (2005), TEEB (2010) e CICES (2017). O MEA, iniciado em 2001, era um projeto predominantemente ecológico lançado pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Depois disso, o projeto *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (TEEB), iniciado pela Alemanha e pela Comissão Europeia e posteriormente adotado pelo PNUMA, acrescentou mais aspectos econômicos dos serviços ecossistêmicos. A Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES) foi desenvolvida pela Agência Ambiental Europeia para fornecer uma classificação hierarquicamente consistente e com base científica para ser usada para fins de contabilidade de capital natural. Pode-se ver no Quadro 2 que, embora haja diferenças nos detalhes, esses sistemas de classificação são semelhantes.

A principal diferença entre MEA (2005) e as classificações posteriores de TEEB (2010) e CICES (2017) é a recategorização de serviços de suporte em serviços de regulação. Adicionalmente, as classificações de TEEB e CICES são construídas para incorporar a estrutura de valor econômico total dos serviços ecossistêmicos, o que permite uma estrutura consistente para avaliação, valoração e incorporação de serviços ecossistêmicos nacionais e regionais na política (TURNER et al., 2015).

A estrutura CICES oferece uma definição mais detalhada das funções e processos de serviços ecossistêmicos. Turner et al (2015) argumentam que não há necessidade de mais complexidade e categorias de serviços ecossistêmicos, uma vez que a definição hierarquicamente especificada dos serviços pode aumentar a comparabilidade entre escalas e sites, porém reconhecem que há alguns benefícios inerentes a uma estrutura mais detalhada. Para comparações em grandes escalas, pode ser valioso porque permite aumentar a transparência da metodologia, por exemplo, no mapeamento de serviços. Aumentar a complexidade também pode ser valioso para determinar tipos de serviços ecossistêmicos e para a comunicação entre as partes interessadas (TURNER et al., 2015).

Quadro 2: Comparação dos sistemas de classificação dos serviços ecossistêmicos.

	COSTANZA et al (1997)	MEA (2005)	TEEB (2010)	CICES (2017)
Provisão	Produção de alimentos	Alimentos	Alimentos	Biomassa – Nutrição
	Abastecimento de água	Água fresca	Água	Água
	Matérias-primas	Fibras, etc.	Matérias-primas	Biomassa – Fibra,
		Recursos	Recursos	energia e outros
		Ornamentais	Ornamentais	materiais
	Recursos Genéticos	Recursos Genéticos	Recursos Genéticos	
		Bioquímicos e medicamentos naturais	Recursos Medicinais	
	X	X	X	Biomassa – energia mecânica
Regulação e Habitat	Regulação de gases	Regulação da qualidade do ar	Purificação do ar	Mediação de fluxos de ar e gases
	Regulação Climática	Regulação climática	Regulação climática	Regulação climática e da composição atmosférica
	Regulação de perturbações (proteção contra tempestades e controle de inundação)	Regulação de perigos naturais	Prevenção ou moderação de distúrbios naturais	Mediação de vazão de ar e líquidos
	Regulação da água (irrigação natural e prevenção da seca)	Regulação da água	Regulação da vazão de água	Mediação de vazão de líquidos
	Tratamento de resíduos	Purificação da água e tratamento de resíduos	Tratamento de resíduos (purificação da água)	Mediação de resíduos e tóxicos
	Controle de erosão e retenção de sedimentos	Regulação da erosão	Prevenção de erosão	Mediação de fluxos de massa
	Formação de solo	Formação do solo	Manutenção da fertilidade do solo	Manutenção da formação e composição do solo
	Polinização	Polinização	Polinização	Manutenção do ciclo de vida (incluindo polinização)

	COSTANZA et al (1997)	MEA (2005)	TEEB (2010)	CICES (2017)
	Controle biológico	Regulação de pragas e doenças humanas	Controle biológico	Manutenção do controle de pragas e doenças
Suporte e Habitat	Ciclagem de nutrientes	Ciclagem de nutrientes, fotossíntese e produção primária	X	X
	Refúgio (berçários e habitat de migração)	“Biodiversidade”	Manutenção do ciclo de vida (berçários) Proteção do banco genético	Manutenção do ciclo de vida, habitat e proteção do banco genético
Cultural	Recreação (incluindo ecoturismo e atividades ao ar livre)	Recreação e ecoturismo	Recreação e ecoturismo	Interações físicas e experienciais
	Cultural (incluindo estético, artístico, espiritual, educacional e científico)	Valores estéticos Diversidade cultural Valores espirituais e religiosos Sistemas de conhecimento Valores educacionais	Informação estética Inspiração para cultura e arte Experiência espiritual Informação para desenvolvimento cognitivo	Interações espirituais e / ou emblemáticas Interações intelectuais e representativas

Fonte: adaptado de Costanza et al, 2017 e CICES, 2017

2.3 VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Quando se trata de recursos naturais, que apresentam valores de usos diretos e indiretos, a valoração ambiental se depara com grande desafio que se caracteriza pelo desenvolvimento de métodos e estratégias para a valoração daqueles serviços que não apresentam valores diretamente observáveis (COSTANZA et al., 1997a).

De certo modo, há um movimento em busca da expansão dos horizontes originais da valoração ambiental, para que haja inclusão de outros valores dos serviços já valorados, assim como a inclusão de serviços que nunca foram sequer valorados (BERBÉS-BLÁZQUEZ; GONZÁLEZ; PASCUAL, 2016; KENTER et al., 2015).

A complexidade da valoração remete aos diferentes domínios e características de valor dos serviços ecossistêmicos, que reconhecem a importância do valor ecológico, social e econômico e do potencial de instrumentação do processo visando a preservação ambiental.

2.3.1 Domínios de valor

Basicamente, existem três domínios de valor dos serviços ecossistêmicos: ecológico, sociocultural e econômico (MEA, 2005). O valor ecológico engloba o estado de saúde de um sistema, medido com indicadores ecológicos como diversidade e integridade, enquanto os valores socioculturais incluem a importância que as pessoas dão, por exemplo, à identidade cultural e o grau de relação com os serviços ecossistêmicos (DE GROOT et al., 2010).

O “valor ecológico” ou importância de um determinado ecossistema é determinado tanto pela integridade das Funções de Regulação e Habitat do ecossistema quanto por parâmetros do ecossistema, como complexidade, diversidade e raridade (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Segundo Boumans et al. (2002), uma vez que a maioria das funções e processos ecossistêmicos relacionados estão interligados, os níveis de uso sustentável devem ser determinados por critérios ecológicos como integridade, resiliência e resistência, sob condições de sistema complexo, levando em consideração as interações dinâmicas entre funções, valores e processos (BOUMANS et al., 2002).

Além dos critérios ecológicos, os “valores sociais” (como equidade) desempenham um papel importante na determinação da importância dos ecossistemas naturais e de suas funções para a sociedade humana. Os sistemas naturais são uma fonte crucial de bem-estar imaterial e indispensáveis para uma sociedade sustentável. Segundo De Groot, Wilson e Boumans (2002), o valor sociocultural está principalmente relacionado às Funções de Informação do ecossistema.

Quanto ao “valor econômico”, a maioria das pesquisas sobre a valorização da biodiversidade tem se concentrado nos benefícios econômicos, onde o valor é geralmente medido em termos monetários (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002).

Relacionam-se ao valor econômico: i) valores de uso, que incluem benefícios de uso direto – como o consumo de abastecimento e cultural e benefícios de uso indireto – por meio da contribuição da biodiversidade para a manutenção de serviços de regulação; ii) valor de opção, onde as pessoas obtêm satisfação com o possível uso futuro de abastecimento, serviços reguladores e culturais; e iii) valores de não uso, que inclui valores altruístas (a satisfação de

saber que outras pessoas têm acesso aos benefícios da natureza), valores de herança (a satisfação de saber que as gerações futuras terão acesso) e valores de existência (satisfação de saber que uma espécie ou ecossistema existe) (CHRISTIE et al., 2012; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; MEA, 2005)

A compreensão da complexidade dos valores econômicos, culturais e sociais está cada vez mais (mas ainda não geralmente) embutida na tomada de decisões. A abordagem mais ampla, que inclui explicitamente valores fora do mercado, principalmente de serviços de regulação e culturais, vem sendo elaborada por diversos autores com o objetivo de integrar os objetivos de sustentabilidade ecológica, justiça social e eficiência econômica no processo de tomada de decisão pública e privada (FÜRST et al., 2014; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2014).

Em termos de recursos naturais e serviços ecossistêmicos, o objetivo final é obter serviços ecossistêmicos sustentáveis que apoiem o bem-estar humano. Portanto, a valoração dos serviços ecossistêmicos deve considerar a sustentabilidade ecológica e a justiça distributiva intra e intergeracional dos recursos naturais (ISLAM et al., 2019) e que os valores dos serviços ecossistêmicos estão relacionados às preferências humanas (individuais, da comunidade e do sistema) (COSTANZA, 2020).

A contribuição relativa dos serviços ecossistêmicos pode ser expressa em várias unidades. Como na economia o capital construído, expresso em unidades monetárias, é um dos contribuintes necessários e a maioria das pessoas entende os valores expressos, esse é frequentemente um denominador conveniente para expressar as contribuições relativas de outras formas de capital, incluindo capital natural (COSTANZA et al., 2014a; DE GROOT et al., 2010). Isso fornece uma moeda comum para a tomada de decisões, permitindo que os benefícios da manutenção da biodiversidade sejam comparados diretamente com, por exemplo, as políticas de biodiversidade e outros objetivos de desenvolvimento (BOITHIAS et al., 2016; VILLA et al., 2002).

Outras unidades são certamente possíveis (por exemplo, terra, energia, tempo etc.) – a escolha é em grande parte sobre quais unidades se comunicam melhor com diferentes públicos em um determinado contexto de tomada de decisão (COSTANZA et al., 2014a; DE GROOT et al., 2010).

2.3.2 Abordagem utilitária da valoração dos serviços ecossistêmicos

A valoração se mostra como um importante instrumento para a preservação ambiental e para o reconhecimento/aceitação da dependência humana em relação aos fluxos de serviços ecossistêmicos e da necessidade de se preservá-los, tendo como orientação básica o uso sustentável dos mesmos. Em outras palavras, ela tem se tornado uma maneira efetiva para a compreensão dos benefícios gerados pelos ecossistemas (ANDRADE, 2010).

Valorar, ou seja, estimar o valor de algo, é um processo mental que envolve a avaliação de situações, comparando-o a algum valor de referência e tomando decisões sobre se deve agir ou se abster de agir. Todas as pessoas, e muitos animais, fazem isso o tempo todo, principalmente inconscientemente, em vista dos chamados fins desejáveis (FARLEY, 2012). Portanto, é importante observar que a avaliação é inevitável. Os ecossistemas e seus serviços já são valorizados toda vez que são tomadas decisões que envolvam trocas relativas a eles.

Conhecer o valor dos serviços ecossistêmicos é útil para seu gerenciamento efetivo, que em alguns casos pode incluir incentivos econômicos, como os utilizados em sistemas de pagamento bem-sucedidos por esses serviços (HANSEN et al., 2018; SEROA DA MOTTA; ORTIZ, 2018). Maior transparência e conhecimento sobre o valor dos serviços ecossistêmicos (mesmo reconhecendo as incertezas e limitações) só pode ajudar a tomar melhores decisões (COSTANZA et al., 1997a; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2014).

O reconhecimento e a mensuração do capital natural e dos serviços ecossistêmicos em termos de estoques e fluxos são um excelente exemplo da utilidade da valoração ambiental. O estudo dos serviços ecossistêmicos contribui para identificar as limitações e os custos de soluções de engenharia "difíceis" para problemas que, em muitos casos, podem ser resolvidos de forma mais eficiente pelos próprios sistemas naturais. Como exemplo, as áreas úmidas costeiras são protetores mais econômicos contra furacões do que diques verticais construídos e também armazenam carbono que de outra forma seria emitido na atmosfera. Dessa forma, restaurá-las ou recriá-las para esse e outros benefícios é muito mais vantajoso em diversos aspectos (COSTANZA et al., 2008; LUISETTI; JACKSON; TURNER, 2013)

Segundo o relatório de TEEB (2010), a falta de valor de mercado para os serviços ecossistêmicos, ou serviços ambientais, produz um negligenciamento ou uma subvalorização dos benefícios, geralmente de natureza pública, por eles gerados nos processos de tomada de decisão.

Em síntese, as decisões que tomamos como sociedade sobre os ecossistemas implicam avaliações (embora não necessariamente expressas em termos monetários). Podemos escolher tornar essas avaliações explícitas ou não; com um reconhecimento explícito das enormes incertezas envolvidas ou não; mas, quando tomamos decisões como sociedade, estamos passando pelo processo de avaliação (COSTANZA et al., 1997a).

Mesmo sem qualquer valoração posterior, o próprio processo de listagem de todos os serviços derivados de um ecossistema pode ajudar a garantir seu reconhecimento nas políticas públicas. Isso torna a análise dos sistemas ecológicos mais transparente e pode ajudar a informar os tomadores de decisão sobre os méritos relativos das diferentes opções (COSTANZA et al., 2017).

Christie et al. (2008) citado por De Groot et al. (2010) dão uma visão geral das muitas técnicas analíticas e participativas disponíveis para avaliar serviços ecossistêmicos. Entre técnicas econômicas e não econômicas, podem ser citadas, para o primeiro grupo: abordagens de preço de mercado, abordagens de custos de substituição, abordagens de custo de dano evitado, métodos de preferência revelada (custo de viagem e preços hedônicos), métodos de preferência declarada (modelagem de escolha e avaliação contingente) e transferência de valores; para o segundo grupo destacam-se: métodos consultivos (questionários e entrevistas) e abordagens deliberativas e participativas, como júris de cidadãos e pesquisas Delphi.

Costanza et al (2014) compilou diversas utilidades para avaliação de serviços ecossistêmicos, relacionando valores mais apropriados, as escalas adequadas e a precisão necessária para cada avaliação. Um dos usos apresentados pelos autores refere-se à possibilidade de sensibilização e aumento de interesse pela sociedade em relação aos ecossistemas e suas funções, em escala regional ou global, sendo necessária baixa precisão para esse uso.

Os autores também destacam a criação de sistemas de pagamentos por serviços ambientais, sendo necessária uma precisão média a alta de valoração, podendo ser utilizada em múltiplas escalas espaciais, dependendo do sistema a ser implantado. Alguns outros exemplos da gama de usos para avaliação de serviços ecossistêmicos são a agregação de contas nacionais de renda e bem-estar, análises políticas e planejamento urbano e regional do uso da terra (COSTANZA et al., 2014a).

2.4 MÉTODOS DE VALORAÇÃO ECONÔMICA DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Esse item apresenta uma revisão das técnicas conhecidas de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos, que permitem conferir valores monetários aos bens e serviços do ecossistema.

O princípio do Valor Econômico Total (VET), um dispositivo heurístico útil que mostra como os diferentes componentes do valor econômico para a biodiversidade, juntos, proporcionam benefícios às pessoas, estabelece que o valor de um recurso ambiental pode ser obtido pela soma dos bens e serviços por ele fornecidos, independentemente de seus benefícios receberem preços de mercado. Na ausência desses preços, técnicas conhecidas como valoração ambiental podem ser aplicadas para conferir valores monetários a tais benefícios (GROOT et al., 2011; TEEB, 2010).

“Valor econômico” não implica que esses sejam valores da venda e compra desses serviços. De fato, a maioria desses serviços não é realizada por meio de mercados. Por "valor econômico", entende-se o valor desses serviços para as pessoas, no sentido em que eles melhoram o bem-estar humano. Nesse sentido, um corpo substantivo da literatura concentra-se em técnicas para estimar esses “valores”, mais frequentemente em termos monetários (BARAL et al., 2014; BERNUÉS et al., 2014; COSTANZA et al., 1997a, 2014a; DE GROOT et al., 2012; GASCOIGNE et al., 2011; HU et al., 2020; ISLAM et al., 2019; LOPES; VIDEIRA, 2013; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2011; REMME et al., 2015).

É importante perceber que o valor econômico e especialmente a avaliação monetária sempre capturará apenas parte do valor “verdadeiro” ou total (que também deve incluir valores ecológicos e socioculturais) de um ecossistema ou serviço (DE GROOT et al., 2010).

Como já citado, existem várias maneiras de traduzir valores econômicos e alguns valores socioculturais dos serviços ecossistêmicos em valores monetários (DE GROOT et al., 2010; TURNER et al., 2015; WEI et al., 2018).

Os valores podem ser expressos utilizando preços de mercado, de forma direta, quando há mercados consolidados para os bens e serviços dos ecossistemas, mas também de forma indireta, por meio de, por exemplo, avaliações baseadas em custos (evitados ou de reposição), métodos de preços hedônicos e custos de viagens (BUNSE; RENDON; LUQUE, 2015; CARRILHO; SINISGALLI, 2018; DANIEL et al., 2012; RIDDING et al., 2018; SARKER; ROSS; SHRESTHA, 2008; VAN HARDEVELD et al., 2018; WEI et al., 2018).

A avaliação contingente (ou seja, medir as preferências com base em questionários) e a transferência de valores (ou seja, usando dados de estudos comparáveis) fornecem ainda outras alternativas (ADAMS et al., 2008; BERNUÉS et al., 2014, 2015; COSTANZA et al., 2014a; OBENG; AGUILAR, 2018; SEROA DA MOTTA; ORTIZ, 2018; ZAMBRANO-MONSERRATE, 2020).

As avaliações econômicas também podem ser divididas em preferência revelada ou preferência declarada (TURNER et al., 2015). Os métodos de preferência revelada usam preços de mercado como substituição para benefícios. Essa abordagem só funciona para bens e serviços que são comercializados nos mercados, que corresponde a apenas um pequeno subconjunto de serviços ecossistêmicos (principalmente serviços de provisionamento).

Os métodos de preferência declarada tentam construir pseudo-mercados por meio de pesquisas que pedem às pessoas que declarem sua disposição a pagar por serviços ecossistêmicos que não são comercializados nos mercados (TURNER et al., 2015). No entanto, as abordagens de preferência declarada têm limitações quando aplicadas aos serviços ecossistêmicos, principalmente por uma questão de informações imperfeitas que os indivíduos possuem sobre os ecossistemas e suas conexões com o bem-estar humano, bem como seu desconforto em declarar compensações para os ecossistemas em unidades monetárias.

Além disso, o problema também inclui a diferença potencialmente grande entre a disposição declarada de pagar e o pagamento real quando se trata desse ponto. Essas imprecisões tornam-se especialmente proeminentes quando se trata de avaliar o capital natural crítico – serviços ecossistêmicos que são vitais e essenciais (FARLEY et al., 2015). Uma vez que as percepções do indivíduo são limitadas e muitas vezes tendenciosas, a metodologia de avaliação deve levar isso em consideração (TURNER et al., 2015).

A seguir é apresentada uma breve revisão sobre alguns desses métodos, bem como uma avaliação sobre seus usos e os principais modelos e ferramentas digitais utilizados para valoração dos serviços ecossistêmicos. As técnicas de valoração apresentadas abaixo foram revisadas de acordo com o projeto “ValuES: Métodos para integrar serviços ecossistêmicos em políticas, planejamento e prática”, que é implementado pela *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ), com objetivo de apoiar profissionais, consultores e tomadores de decisão em ministérios e outras organizações na integração de serviços ecossistêmicos em processos de tomada de decisão e planejamento (BERGHÖFER et al., 2014).

Os métodos descritos são: Preço de mercado direto; Transferência de benefícios; Experimentos de modelagem de escolha; Avaliação baseada em custo; Custos de viagem; Avaliação contingente; Avaliação hedônica; e Avaliação econômica participativa.

2.4.1 Preço de mercado direto

O método do preço de mercado pode ser usado para avaliar determinados serviços ecossistêmicos que são negociados nos mercados, como por exemplo a maioria dos serviços de provisão, como fornecimento de matérias-primas (madeira), de alimentos (peixe), água e recursos genéticos (plantas medicinais). Os valores de mercado por unidade ou volume podem então ser multiplicados pelos níveis existentes de oferta de um determinado serviço ecossistêmicos ou por mudanças em sua oferta dependendo das necessidades de avaliação (CARRILHO; SINISGALLI, 2018; DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; GUO et al., 2001; JIANG et al., 2016; WEI et al., 2018).

Estimar os níveis existentes de oferta ou mudanças na oferta pode ser um processo relativamente simples, ou pode exigir métodos biofísicos para conhecer a quantidade e a qualidade dos serviços. Por exemplo, se alguém deseja avaliar a perda de peixes devido à poluição da água, primeiro teria que verificar como a poluição da água afeta os estoques de peixes e, em seguida, estimar um volume reduzido de capturas de peixes (BERGHÖFER et al., 2014).

A principal força do método é que ele mostra a real disposição a pagar pelo serviço ecossistêmico, conforme refletido nos mercados e é relativamente simples de aplicar. Os pontos fracos incluem sua aplicabilidade restrita para serviços ecossistêmicos com preços de mercado, a possibilidade de preços de mercado serem distorcidos e a possibilidade de superestimar valores por não deduzir o valor de mercado de outros recursos (por exemplo, mão de obra, transporte, etc.) usados para trazer produtos ecossistêmicos ao mercado (BERGHÖFER et al., 2014).

Tal como acontece com outros métodos de avaliação, tem aplicação relativamente ampla e pode ser usado para aumentar a conscientização, melhorar compreensão, atuar como uma entrada para estruturas de tomada de decisão, auxiliar no desenho de políticas instrumentais, auxiliar nos processos de planejamento, etc.

Existem, por exemplo, diversos estudos investigando o valor da água que é capturada e purificada (para consumo humano) e o valor dos alimentos produzidos em determinados

lugares. Guo et al. (2001) estimaram o valor da água potável para um condado de Xingshan, na China com 50% de cobertura florestal. Eles estimaram a água da chuva armazenada pela floresta usando as eficiências de diferentes tipos de vegetação, solo e declive para estimar a retenção de água. Usando o preço da água no país, isso rendeu uma estimativa de valores de fornecimento de água potável em US\$ 11,79 / ha. Utilizando o escoamento superficial e os preços da água, Biao et al. (2010) estimaram que cada hectare de floresta nas bacias hidrográficas acima de Pequim, que são 50% florestadas, gera US\$ 122,62 “em valor” de água doce para consumo humano. Carrilho e Sinisgalli (2018) estimaram o valor do serviço de fornecimento de alimentos na Baía de Araçá, no Brasil, através de preços de mercado, multiplicando a quantidade de peixe capturada e desembarcada (em kg) pelos respectivos valores de venda (em R\$ / kg).

2.4.2 Transferência de benefícios

O método de transferência de benefícios (também conhecido como método de transferência de valor) é um método de atalho para gerar estimativas de valor econômico/monetário com base no uso de resultados de estudos realizados em outros lugares.

Essencialmente, o método estima valores para um contexto adaptando valores de outros contextos semelhantes. A principal força do método é sua flexibilidade, menor necessidade de tempo e menor custo quando comparado com a avaliação primária. No entanto, essa conveniência tem um custo óbvio em termos de precisão e validade reduzidas e altos níveis de incerteza. Como tal, o método precisa ser usado com cuidado especial e deve ser limitado a circunstâncias em que as estimativas de valor estão sendo transferidas de locais com condições biofísicas e socioeconômicas muito semelhantes, e onde são necessárias estimativas preliminares ou estimativas de valor (BERGHÖFER et al., 2014).

Assim, os valores dos serviços ecossistêmicos são estimados usando dados ajustados de estudos de avaliação primária realizados em outro lugar, sendo que todos os serviços ecossistêmicos afetados pelo projeto, dependendo da situação local e dos objetivos do projeto, podem ser avaliados. Ainda, o método pode ser aplicado em todas as escalas espaciais para as quais haja dados primários comparáveis de estudos de avaliação.

Usando a transferência de benefícios, (LIN et al., 2021) estimaram o valor total dos serviços ecossistêmicos florestais de Taiwan, em 2016, equivalente a aproximadamente 47,6 bilhões de dólares norte-americanos. (HU et al., 2020) é um exemplo de estudo que avaliou as

mudanças de valor econômico dos serviços ecossistêmicos durante 1992–2015 pelo método de transferência de benefícios, para explicar a sensibilidade do valor econômico à mudança de uso da terra. O processo de valoração utilizando a transferência de benefícios inicia-se geralmente com um levantamento de cartografia em que se estima-se os hectares por tipo de vegetação. Os valores referenciados pela literatura são usados e ajustados para estimar os valores por hectare.

2.4.3 Avaliação contingente

A Valoração Contingente é um método de avaliação de preferência declarada, utilizado quando a demanda de serviço pode ser ilustrada pela apresentação de cenários hipotéticos que envolvem a descrição de alternativas em um questionário de pesquisa social. A partir de um cenário hipotético, pergunta-se aos respondentes sobre sua disposição para receber (DAR) ou disposição para pagar (DAP) por bens ou serviços ambientais.

Sob a condição de utilidade do ambiente ecológico reduzida, os entrevistados podem aceitar uma certa compensação (ou seja, DAR) para compensar a perda de bem-estar trazida pelo declínio da qualidade do ambiente ecológico (FENG et al., 2018; SEROA DA MOTTA; ORTIZ, 2018). Os entrevistados também podem ser questionados sobre o pagamento de uma determinada quantia (isto é, DAP) para evitar a degradação, ou proporcionar a melhoria da qualidade do ambiente ecológico (NDEBELE; FORGIE, 2017; REN et al., 2020; SHEN et al., 2015). Em comparação com a DAP, a DAR é frequentemente superestimada ao avaliar as mudanças no valor dos mesmos bens ecológicos (ARROW et al., 1993).

O desafio para o método de valoração contingente é garantir que os respondentes forneçam estimativas realistas de DAP e DAR e que os entrevistados entendam o que está em jogo.

A principal força do método é sua flexibilidade; que permite a avaliação de todos os tipos de serviços ecossistêmicos. Os pontos fracos teóricos incluem a natureza altamente controversa do método e os debates em andamento sobre sua capacidade de estimar com precisão a verdadeira disposição a pagar, dadas as tendências a que os entrevistados da pesquisa são propensos. Os pontos fracos na aplicação prática incluem altos níveis de complexidade se forem necessários resultados estatisticamente sólidos que necessitem de amostras grandes.

No estudo de Obeng e Aguilar (2018), os valores de DAP refletiram o valor econômico relativo de cada orientação de valor para pagar por uma mudança de um ecossistema degradado para que seja capaz de fornecer um nível de qualidade da água melhorado, habitat para espécies

vegetais e animais e beleza da paisagem aprimorada. A estimativa média para toda a amostra foi calculada em US\$ 66,14 por família por ano. Isso sugere que, em média, um respondente, independentemente de suas orientações de valor, estava disposto a pagar US\$ 66,14 por família por ano, para restaurar um ecossistema degradado de bacias hidrográficas sob um esquema de PSA.

O recente estudo de Ren et al. (2020) avaliou a disposição dos residentes a pagar pelos serviços ecossistêmicos da bacia do rio Xin'na. Os resultados mostraram que a maioria dos residentes pretendem pagar pelos SE em torno de US\$ 20,04 por ano. Loomis et al. (2000), também utilizando a valoração contingente, descobriu que o público estava disposto a pagar US\$ 22 por mês pela restauração de uma bacia hidrográfica degradada. Zong et al. (2008) pesquisaram visitantes da reserva Wolong para determinar a disposição a pagar pela existência do panda nessa reserva. Este valor foi de US\$ 27,68 por família de visitante da reserva por ano. Este valor pode ser interpretado como a Disposição a Pagar pelos visitantes da reserva para evitar a perda total de todos os pandas em Wolong.

2.4.4 Experimentos de modelagem de escolha

Experimentos de escolha são pesquisas específicas usadas para determinar estimativas de valor monetário de serviços ecossistêmicos. Na Modelagem de Escolhas, em vez de declarar a disposição a pagar diretamente, as pessoas escolhem uma opção preferida em um “menu” de opções, cada uma com diferentes níveis de serviços ecossistêmicos e custos diferentes. Implicitamente, quando os respondentes escolhem, eles fazem *trade-offs* (trocas) entre os atributos de cada conjunto. Cada conjunto tem três ou mais alternativas, uma das quais tem um valor monetário estabelecido e alguns conjuntos ainda podem ter valores não monetários (sociais, culturais, espirituais) (BERGHÖFER et al., 2014).

A modelagem de escolha requer análise e coleta de dados complexos (TEEB 2010). A principal força do método é sua flexibilidade, que permite a avaliação de todos os tipos de serviços ecossistêmicos. Os experimentos de escolha se concentram na análise de *trade-offs* e alternativas de classificação que os tornam particularmente úteis na avaliação de medidas para melhorar um ecossistema, onde vários fluxos de serviços são afetados simultaneamente. O método também é útil em processos que envolvem a comparação de opções (BERGHÖFER et al., 2014).

Os experimentos de escolha (também conhecidos como modelagem de escolha e análise conjunta) compartilham semelhanças com a avaliação contingente, pois ambos são métodos baseados em pesquisa de preferência declarada que se baseiam na apresentação de situações hipotéticas aos entrevistados da pesquisa. No entanto, os experimentos de escolha diferem da avaliação contingente, pois as pesquisas usadas não pedem diretamente aos entrevistados que declarem seus valores em termos monetários. Em vez disso, os valores são inferidos a partir das respostas às compensações apresentadas nos questionários da pesquisa. Em alguns casos, os valores monetários não são derivados e as pesquisas são usadas para classificar as opções em relação umas às outras sem referência a valores (BERGHÖFER et al., 2014).

Experimentos de escolha podem ser usados para avaliar todos os tipos de serviços ecossistêmicos, mas tendem a ser mais comumente usados para estimar serviços culturais e valores de não uso (por exemplo, valores de existência e legado).

Bernués et al. (2015) utilizaram o método de modelagem de escolha para classificar e valorizar em termos econômicos as funções mais importantes (correspondentes aos quatro tipos de serviços ecossistêmicos) em agroecossistemas de fiordes e montanhas na Noruega, tanto com a população local (residentes da área de estudo), quanto geral (residentes de uma área próxima). O valor econômico total do agroecossistema do fiorde e da montanha foi de 850 € por pessoa por ano. A disposição de pagar pela prestação de serviços ecossistêmicos em um cenário político de maior desenvolvimento da agricultura multifuncional excedeu claramente o nível atual de apoio público. A perda de bem-estar que a sociedade experimentaria em um cenário de maior abandono da agricultura era ainda maior (BERNUÉS et al., 2015).

2.4.5 Avaliação baseada em custo

Os métodos baseados em custos analisam os custos, perdas e gastos que são economizados devido à disponibilidade de serviços ecossistêmicos. Eles são comumente usados para valorizar os serviços de regulação e apoio, especialmente as funções de proteção dos ecossistemas (por exemplo, controle de erosão, atenuação de enchentes ou proteção contra tempestades).

Três técnicas de avaliação são comumente incluídas nesta categoria de métodos: Técnicas de custo de substituição: Quais são os custos de substituir um serviço ecossistêmico por tecnologias ou infraestruturas artificiais ou feitas pelo ser humano?

Técnicas de mitigação de gastos: Quais são os custos de lidar com os efeitos da perda de um serviço ecossistêmico?

Técnicas de custos evitados de danos: Quais são os custos que ocorrem quando a perda de um serviço ecossistêmico resulta em danos à propriedade ou à produção?

Os métodos baseados em custo são, em sua maioria, relativamente simples de aplicar, e os valores geralmente podem ser calculados com base em dados secundários existentes. A principal fraqueza é que eles não medem estritamente a utilidade ou as preferências das pessoas. Portanto, muitas vezes é difícil ter certeza ao fazer suposições e previsões sobre como as pessoas realmente responderiam à perda de serviços ecossistêmicos, quais danos físicos ocorreriam ou se as medidas de resposta iriam remediar, mitigar ou compensar adequadamente as funções ecossistêmicas perdidas (BERGHÖFER et al., 2014).

As técnicas se prestam particularmente bem às funções de proteção dos ecossistemas (por exemplo, controle de erosão, atenuação de inundações ou proteção contra tempestades), mas normalmente não são considerados apropriados para a valorização dos serviços culturais.

A cidade de Nova York, por exemplo, procurou usar água natural de bacias hidrográficas e evitou uma estação de tratamento de água no valor de US\$ 6 bilhões. Isso significa que essas bacias hidrográficas valem até US\$ 6 bilhões para a cidade de Nova York (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

2.4.6 Fator de renda

As abordagens fator de renda (ou função de produção) medem o quanto um serviço ecossistêmico contribui para o aumento da renda ou produtividade de outro bem ou serviço (geralmente comercializado). Eles são comumente usados para valorizar os serviços de regulação e apoio (por exemplo, polinização, produtividade do solo, regulação do fluxo de água, criação de pesca e habitat).

As informações são geradas sobre a mudança na produção que resulta de uma mudança no status ou integridade do ecossistema. Isso é de particular relevância para os produtores e consumidores dos bens que dependem dos serviços ecossistêmicos e para os planejadores, formuladores de políticas e tomadores de decisão responsáveis por esses setores.

Os dados mais importantes necessários para aplicar esses métodos estão relacionados à “função dose-resposta” ou relação causal entre uma mudança no estado do ecossistema e os processos de produção dependentes. A principal fraqueza ou dificuldade na aplicação é que

muitas vezes é difícil ou caro coletar dados suficientes para poder prever com precisão essas ligações e respostas. A principal força da abordagem é que ela oferece uma forma de vincular de forma clara e concreta os serviços ecossistêmicos à produção/renda em outros locais ou setores da economia (BERGHÖFER et al., 2014).

2.4.7 Custos de viagem

O método do custo de viagem usa as preferências reveladas dos visitantes de uma área para estimar o valor de uso recreativo ou turístico da área. O princípio subjacente é que há uma correlação direta entre as despesas de viagem e o valor de uma área natural (TEEB, 2010).

A premissa básica do método de custo de viagem é que as despesas de tempo e custo de viagem que as pessoas incorrem para visitar um site representam o “preço” de acesso ao site. Assim, a disposição das pessoas a pagar para visitar o local pode ser estimada com base no número de viagens que elas fazem com diferentes custos de viagem. Isso é análogo a estimar a disposição das pessoas a pagar por um bem comercializado com base na quantidade demandada a preços diferentes.

Esse método usa questionários para determinar o número de viagens feitas pelo indivíduo ao local, o custo de viagem do indivíduo por viagem, a renda familiar, um vetor de características demográficas (nível educacional, idade, etc.) e um vetor de características relacionadas à viagem (período de tempo, número de lugares visitados, etc.), além de fatores não observáveis que influenciam as decisões individuais, representados por um termo de erro (MARTÍN-LÓPEZ et al., 2009). Essas informações são usadas para estimar a curva de demanda.

(PUEYO-ROS et al., 2018) avaliaram o valor socioeconômico da restauração ecológica de uma zona úmida costeira em um destino de turismo de massa na Costa Brava (Espanha), desenvolvendo um modelo combinado de custos de viagem e avaliação contingente para avaliar a influência da restauração ecológica no valor recreativo do destino.

Para fornecer uma estimativa monetária do valor desses serviços (VAN BERKEL; VERBURG, 2014) utilizou um exercício de DAP e uma estimativa de custo de viagem do valor do serviço paisagístico com base no tempo de viagem dos respondentes para chegar à região. Os autores encontraram o valor monetário dos serviços socioculturais situando-se entre os 86€ (DAP) e os 23€ (custo de viagem) por turista/ano.

2.4.8 Avaliação hedônica

O método de precificação hedônica é baseado na suposição de que os valores ambientais são refletidos nos preços dos imóveis. O método hedônico permite isolar e estimar o valor monetário de um atributo ambiental ou serviço ecossistêmico (como uma vista panorâmica de um estuário ou níveis de ruído de uma estrada próxima) analisando estatisticamente uma amostra adequada de transação de venda de propriedade e propriedade que a acompanha. dados de atributo usando um modelo de regressão.

O método é usado principalmente para serviços ecossistêmicos culturais/de lazer, bem como serviços de regulação, como qualidade do ar e da água.

Tal como acontece com outros métodos de avaliação, tem aplicação relativamente ampla e pode ser usado para aumentar a conscientização, melhorar a compreensão, atuar como insumo para estruturas de tomada de decisão, auxiliar no desenho de instrumentos de política, auxiliar em processos de planejamento, entre outros (BERGHÖFER et al., 2014).

2.4.9 Avaliação econômica participativa

Não há uma definição clara de métodos de avaliação econômica participativa. Duas características comuns podem ser identificadas no método de avaliação econômica participativa: uma preocupação em refletir as próprias percepções, preferências e categorias de valor das partes interessadas; e esforços para garantir que os usuários e beneficiários dos serviços ecossistêmicos estejam diretamente envolvidos no processo de avaliação (BERGHÖFER et al., 2014).

Em suma, esse método visa incorporar as percepções, preferências e categorias de valor das partes interessadas nas abordagens de avaliação de serviços ecossistêmicos.

A avaliação econômica participativa surgiu em grande parte como uma resposta às lacunas e fraquezas percebidas nos métodos “convencionais” de avaliação de ecossistemas, os quais têm sido criticados por estarem mal equipados para lidar com questões de equidade e meios de subsistência, e por se basearem num paradigma de mercado excessivamente estreito e culturalmente específico (BERGHÖFER et al., 2014).

Com essas características, os métodos de avaliação econômica participativa são mais comumente aplicados ao fornecimento de serviços – especialmente usos de produtos naturais em nível de subsistência ou fora do mercado por comunidades locais.

Os métodos de avaliação econômica participativa geralmente são flexíveis e não exigem grandes quantidades de dados complexos. Um potencial ponto fraco é que, devido à especificidade das estimativas obtidas, os valores nem sempre podem ser ampliados ou comparados entre os locais. Além disso, a ênfase na participação das partes interessadas significa que esses métodos exigem conhecimentos avançados na facilitação dos processos das partes interessadas e na interpretação dos resultados (KABAYA et al., 2019).

2.4.10 Análise das técnicas de valoração econômica

Com base em uma síntese de Costanza et al. (1997), usando mais de 100 estudos da literatura, o Quadro 3, elaborada por De Groot, Wilson e Boumans (2002), mostra a relação entre os serviços ecossistêmicos e as técnicas mais aplicadas para sua valoração, ressaltando que para cada serviços ecossistêmico, geralmente, vários métodos de avaliação podem ser usados.

O Quadro 3 também mostra que parece haver uma relação entre as categorias de serviços ecossistêmicos e as técnicas de avaliação mais aplicadas. Serviços de Regulação são avaliados principalmente por meio de técnicas de avaliação de mercado indireto (principalmente por custos evitados e custos de reposição), Serviços de Suporte principalmente através de preços de mercado direto (nesse caso como recursos financeiros doados para fins de conservação), Serviços de Provisão por meio de métodos de preços de mercado direto e, por fim, Serviços Culturais, principalmente por meio de Avaliação Contingente (informação cultural e espiritual), Preços Hedônicos (informações estéticas) e Preços de Mercado (recreação, turismo e ciência).

Corroborando a discussão de De Groot, Wilson e Boumans (2002), a revisão de Turner et al. (2015) apresenta a relação entre esses métodos de avaliação e os serviços ecossistêmicos aos quais eles são mais apropriadamente aplicados. Mais uma vez fica explícito que geralmente não há uma abordagem correta, mas uma variedade de abordagens que devem ser usadas e comparadas.

Quadro 3: Relações entre os serviços ecossistêmicos e as técnicas de valoração econômica
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS TÉCNICAS / FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO

SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	TÉCNICAS / FREQUÊNCIA DE APLICAÇÃO							
	Preço de Mercado	Custo Evitado	Custo de Reposição	Fator de Renda	Custo de Viagem	Preços Hedônicos	Valoração Contingente	Valoração Coletiva
Alimentos	A		P	M			B	P
Abastecimento de água	A	P	M	P	P	P	P	P
Matérias-primas	A		P	M			B	P
Recursos Genéticos	A		P	M			P	P
Recursos Medicinais	A	P	P	M			P	P
Recursos Ornamentais	A		P	M		P	P	P
Regulação de gases		A	P	P			P	P
Regulação Climática		A	P	P			P	P
Regulação de Distúrbios Naturais		A	M	P		P	B	P
Regulação da água	B	M	P	A		P	P	P
Tratamento de resíduos		P	A	P		P	M	P
Controle de erosão e retenção de solos		A	M	P		P	P	P
Formação de solo		A	P	P			P	P
Polinização	P	B	A	M			P	P
Controle biológico	B	P	A	M			P	P
Ciclagem de nutrientes		P	A	P			P	P
Refúgio	A		P	P		P	M	P
Recreação	A		P	M	M	B	A	
Cultural e inspiração artística	P			P	P	P	A	P
Valores estéticos			P		P	A	P	P
Valores espirituais e religiosos					P	P	A	P
Valores educacionais e científicos	A			P	P		P	P

Frequência de aplicação: A = Alta; M = Média; B = Baixa; P = Potencial. Fonte: adaptado de (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002).

Cada um desses métodos tem suas vantagens e desvantagens e, embora a base de conhecimento sobre o valor monetário de serviços individuais esteja melhorando, ainda existem grandes lacunas de dados e a necessidade de melhores estruturas, modelos, dados e bases para calcular o VET de ecossistemas inteiros e o conjunto de serviços que eles fornecem (DE GROOT et al., 2010).

COSTANZA et al (2014) argumentam que é preciso incluir métodos para avaliar benefícios para indivíduos que não são bem percebidos, benefícios para comunidades inteiras e benefícios para a sustentabilidade. Por exemplo, estimar o valor do serviço de proteção contra

tempestades nas zonas úmidas costeiras requer informações sobre danos históricos, pistas e probabilidade de tempestades, área e localização das áreas úmidas, localização da infraestrutura construída, distribuição da população etc. Seria irreal pensar que o público em geral entenda essa conexão complexa. Portanto, é preciso trazer muitas informações adicionais não relacionadas às percepções para chegar a uma estimativa do valor. Obviamente, existe o vínculo com a infraestrutura construída, que as pessoas percebem como benefício e valor, mas o vínculo é complexo e não depende da compreensão ou percepção do público em geral (COSTANZA et al., 2014a).

De Groot et al. (2010) expõem que esse é um desafio contínuo na valoração de serviços ecossistêmicos, porém alguns dos métodos de avaliação existentes, como estimativas de custos evitados e de reposição, não dependem de percepções individuais de valor. Experimentos de escolha, por exemplo, em que solicita-se uma classificação dos resultados de cenários alternativos, parecem ser uma maneira mais fácil de as pessoas pensarem sobre compensações (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002).

Conforme já relatado, geralmente não há uma abordagem correta em relação aos métodos de avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos, havendo, na verdade, uma variedade de abordagens que podem ser usadas e comparadas. O serviço de regulação da água, por exemplo, pode ser valorado através de preço de mercado, custo evitado, custo de reposição, preço hedônico e/ou valoração contingente (TURNER et al., 2015).

2.4.11 Modelos e ferramentas de valoração econômica

Acompanhando o crescente interesse pelos serviços ecossistêmicos, uma grande quantidade de ferramentas para medir, modelar e valorizar os serviços ecossistêmicos foram desenvolvidas nos últimos anos.

As ferramentas são criadas para diferentes propósitos, produzem diferentes resultados e têm diferentes requisitos em termos de tempo, dados e conhecimentos especializados. Existem várias comparações existentes que avaliam as ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos em relação a diferentes critérios, como, por exemplo, os trabalhos de (BAGSTAD et al., 2013; GRÊT-REGAMEY et al., 2017; NEUGARTEN et al., 2018; TURNER et al., 2015).

Neugarten et al. (2018) revisaram um conjunto de ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos comumente aplicadas e forneceram um conjunto de recomendações práticas

para selecionar uma ferramenta apropriada. Os autores diferenciaram identificação inicial de serviços ecossistêmicos de medição, modelagem ou avaliação, que envolve uma análise mais aprofundada que inclui medição qualitativa ou quantitativa com base na coleta de dados primários, modelagem espacial ou avaliação. É importante notar que “avaliação” refere-se ao processo de identificar e avaliar diversos tipos de valores por meio (mas não limitado a) de abordagens qualitativas, quantitativas, monetárias e não monetárias (NEUGARTEN et al., 2018).

O trabalho de (TURNER et al., 2015) coletou e avaliou bancos de dados e modelos de computador que podem ser úteis para analisar e avaliar opções de manejo da terra para sustentar o capital natural e maximizar os serviços ecossistêmicos. Segundo os autores, os métodos e modelos atuais não estão bem equipados para lidar com análises transdisciplinares em larga escala e uma das principais conclusões é que há necessidade de um maior desenvolvimento das abordagens integradas, que consideram todos os quatro tipos de capital (humano, construído, natural e social), e sua interação em múltiplas escalas espacialmente explícitas. Isso deve ser facilitado adaptando os modelos existentes e tornando-os e seus resultados mais acessíveis às partes interessadas. Outras deficiências e ressalvas dos modelos devem ser abordadas adicionando o 'fator humano', por exemplo, na tomada de decisão participativa e no teste de cenários. Para a integração dos próprios modelos, uma abordagem mais participativa para o desenvolvimento de modelos também é recomendada (TURNER et al., 2015).

Entre as ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos, existem as de orientação passo a passo escritas e as de modelagem baseadas em computador. Para uma compilação mais abrangente de ferramentas e métodos de avaliação serviços ecossistêmicos, recomenda-se uma consulta ao banco de dados ValuES (www.aboutvalues.net/) ou aos trabalhos citados acima. O Quadro 4 apresenta um resumo das ferramentas analisadas nos trabalhos de Turner et al. (2015) e de Neugarten et al. (2018).

Quadro 4: Ferramentas disponíveis de avaliação de serviços ecossistêmicos.

NOME	DESCRIÇÃO
Ferramentas escritas passo a passo	
Ecosystem Services Toolkit (EST)	Documento de orientação que consiste em etapas com planilhas práticas para a realização de avaliações qualitativas e/ou quantitativas de serviços ecossistêmicos, indicadores e um compêndio de ferramentas, métodos e modelos que podem ser aplicados. É um PDF dinâmico disponível gratuitamente. O EST em si não requer

NOME	DESCRIÇÃO
Protected Areas Benefits Assessment Tool (PA-BAT)	<p>modelagem por computador, mas orienta o profissional a selecionar métodos apropriados de medição, modelagem ou outros métodos de avaliação.</p> <p>O PA-BAT é uma avaliação rápida, orientada por workshops e padronizada das percepções de diferentes partes interessadas sobre os benefícios de SE de áreas protegidas e outras. Está disponível gratuitamente em formato PDF, não requer modelagem ou outros conhecimentos de informática e pode ser adaptado. Requer o envolvimento das partes interessadas, como um workshop.</p>
Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)	<p>TESSA é um manual em PDF que fornece orientação acessível e métodos de baixo custo para avaliar os benefícios que as pessoas recebem da natureza em locais específicos. TESSA gera informações que podem ser usadas para influenciar a tomada de decisões. Não requer modelagem por computador, mas requer a participação das partes interessadas e incentiva a coleta de dados primários usando os métodos fornecidos.</p>
Ferramentas digitais de modelagem	
Artificial Intelligence for Ecosystem Services (ARIES)	<p>ARIES é uma plataforma de modelagem de serviços ecossistêmicos. O software subjacente do ARIES, k.LAB, é projetado para modelagem socioeconômica ambiental integrada, que inclui ES. O ARIES pode acomodar uma variedade de diferentes usuários e necessidades de usuários, incluindo cenários, avaliação espacial e avaliação econômica de SE, otimização de programas de pagamentos por serviços ecossistêmicos e planejamento de política espacial. O uso de ARIES atualmente requer habilidades de modelagem e SIG.</p>
Benefit Transfer and Use Estimating Model Toolkit	<p>Planilhas disponíveis publicamente, usa a transferência de função para avaliar as mudanças nos serviços ecossistêmicos nos EUA</p>
Co\$ting Nature v.3 (C\$N)	<p>O C\$N é uma ferramenta baseada na web para analisar espacialmente os SE e avaliar os impactos das intervenções humanas, como cenários de mudança de uso da terra. Ele fornece um índice relativo global ou local de prestação de serviços que pode ser usado para avaliação de SE, priorização de conservação, análise de co-benefícios, pressões e ameaças. A versão 3 inclui avaliação econômica/ monetária. O uso do C\$N não requer habilidades de modelagem ou SIG.</p>
EcoAIM	<p>Ferramenta proprietária para mapear serviços ecossistêmicos e preferências das partes interessadas</p>
EcoMetrix	<p>Ferramenta proprietária para medir serviços ecossistêmicos em escalas locais usando pesquisas de campo</p>
Ecosystem Services Review (ESR)	<p>Processo baseado em planilha disponível publicamente para avaliar qualitativamente os impactos dos serviços ecossistêmicos</p>
Ecosystem Valuation Toolkit (EVT)	<p>Banco de dados de avaliação baseado em assinatura emparelhado com mapeamento SIG de tipos de cobertura de terra para transferência de pontos</p>

NOME	DESCRIÇÃO
ESValue	Ferramenta proprietária para mapear as preferências das partes interessadas para serviços ecossistêmicos
GUMBO	Cinco módulos: Atmosfera, Litosfera, Hidrosfera, Biosfera e Antroposfera. A superfície da Terra é dividida em onze biomas ou tipos de ecossistemas. O primeiro modelo global a incluir os feedbacks dinâmicos entre tecnologia humana, produção econômica e bem-estar e bens e serviços ecossistêmicos
Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs 3.4.2 (InVEST)	O InVEST é um conjunto de modelos de software para mapeamento e quantificação de SE em termos biofísicos ou econômicos em diferentes cenários (por exemplo, opções de política ou gerenciamento). Os modelos InVEST são baseados em funções de produção simples e generalizadas e requerem dados de entrada comumente disponíveis. O uso do InVEST requer SIG, mas não habilidades de modelagem.
LUCI (Polyscape)	Caixa de ferramentas SIG de código aberto para mapear áreas que fornecem serviços e potencial ganho ou perda de serviços em cenários de gerenciamento
Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services (MIMES)	MIMES é uma estrutura analítica projetada para integrar diferentes modelos ecológicos e econômicos para entender e visualizar os valores ES. O MIMES conta com o software SIMILE e cada aplicativo MIMES é customizado para um sistema socioecológico específico. O uso de MIMES requer habilidades de modelagem e GIS.
Social Values for Ecosystem Services (SoLVES)	O SoLVES é um aplicativo dependente do ArcGIS que permite ao usuário identificar, avaliar e mapear os valores sociais percebidos que as pessoas atribuem ao SE cultural, como valores estéticos ou recreativos. Combinando respostas espaciais e de alocação de pontos de pesquisas (que podem ser realizadas pessoalmente, online ou por correio), produz métrica de valores sociais baseada em pontos e mapas raster de intensidades de valor social. O uso do SoLVES requer SIG.
WaterWorld v.2 (WW)	WW é uma ferramenta baseada na web para modelar serviços hidrológicos associados a atividades específicas nas condições atuais e em cenários de uso da terra, gestão da terra e mudanças climáticas. Ele fornece resultados biofísicos quantitativos ou índices relativos que podem ser usados para entender os serviços hidrológicos dos ecossistemas, recursos hídricos e fatores de risco hídricos. Usar WW não requer SIG ou habilidades de modelagem.

Fonte: adaptado de (NEUGARTEN et al., 2018; TURNER et al., 2015).

Dentre as novas perspectivas para valoração dos serviços ecossistêmicos, estão os jogos de simulação que integram pesquisa, entretenimento e aprendizado sobre serviços ecossistêmicos. Costanza et al. (2014b) revisaram o uso de jogos em pesquisa, educação e entretenimento e desenvolveram ideias para integrar essas três funções em torno da ideia de valoração de serviços ecossistêmicos. Essa abordagem de avaliação pode ser vista como uma

versão de modelagem de escolha que permite aos jogadores gerar seus próprios cenários levando em consideração as compensações incorporadas no jogo, em vez de simplesmente classificar cenários pré-definidos.

Os autores elaboraram um protótipo de jogo chamado “*Lagom Island*” para testar a proposição de que os jogos podem ser usados para revelar o valor dos serviços ecossistêmicos. Esse protótipo forneceu um caminho potencial e blocos de construção funcionais para abordar o potencial relativamente inexplorado dos jogos no contexto da pesquisa de serviços ecossistêmicos. Os jogos de simulação também permitem que as preferências surjam como resultado do aprendizado sobre o sistema ao jogá-lo e por meio de interações com outros jogadores. O sistema, assim, conecta os melhores experimentos de escolha, interação social e modelagem dinâmica. Ao registrar o comportamento de cada jogador no sistema, pode-se também construir agentes de computador que se comportam mais como pessoas reais. (COSTANZA et al., 2014b).

2.5 SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A criação de áreas protegidas é uma das estratégias de conservação mais importantes disponíveis para as sociedades (CHAPE et al., 2005) e uma das principais ferramentas usadas para mitigar a contínua crise da biodiversidade global causada pela perda e fragmentação de habitat, bem como por outras pressões antropogênicas e mudanças climáticas (BUTCHART et al., 2012; LIN et al., 2016).

A definição de área protegida mais frequentemente usada é a da Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD), assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada na cidade do Rio de Janeiro em 1992 (ECO-92): “Uma área geograficamente definida, que é designada ou regulamentada e gerenciada para atingir objetivos específicos de conservação” (CBD, 1992).

No Brasil, o artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil (BRASIL, 1988) definiu como incumbência do poder público a definição de espaços territoriais protegidos, os quais são principalmente representados pelas Áreas de Preservação Permanente (APPs), Terras Indígenas e Unidades de Conservação (UCs). Para as últimas, os critérios e normas para a criação, implantação e gestão são instituídos pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), através da Lei Nº 9.985, de 2000 (BRASIL, 2000).

Segundo o SNUC as UCs são “espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção” (BRASIL, 2000). O SNUC prevê 12 categorias diferentes de UCs, divididas em dois grupos, conforme mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Categorias de Unidades de Conservação definidas no SNUC.

GRUPO	OBJETIVO BÁSICO	CATEGORIAS
Proteção Integral	Preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei	Estação Ecológica Reserva Biológica Parque Nacional Monumento Natural Refúgio de Vida Silvestre
Uso Sustentável	Compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais”	Área de Proteção Ambiental Área de Relevante Interesse Ecológico Floresta Nacional Reserva Extrativista Reserva de Fauna Reserva de Desenvolvimento Sustentável Reserva Particular do Patrimônio Natural

Fonte: Brasil (2000).

Atualmente, existem 257.828 áreas protegidas em todo o mundo, cobrindo cerca de 15,34% e 7,65% das áreas terrestre e marinha mundiais, respectivamente (UNEP-WCMC, 2021a). O Brasil conta com 3.201 áreas protegidas, incluindo UCs, Terras Indígenas, Reservas da Biosfera e sítios RAMSAR, cobrindo cerca de 30,28% da área terrestre e 26,82% da área marinha do país (UNEP-WCMC, 2021b).

A decisão de usar áreas protegidas como estratégia central de conservação parece ser bem justificada: diversos trabalhos concluíram que, na maioria das vezes, áreas protegidas bem administradas reduzem as taxas de perda de habitat, a principal ameaça à biodiversidade (BUTCHART et al., 2012). Também há fortes evidências de que as áreas protegidas mantêm os níveis de população de espécies (incluindo espécies ameaçadas) melhores do que outras abordagens de manejo (GELDMANN et al., 2013; SOARES-FILHO et al., 2010; TAYLOR et al., 2011).

2.5.1 Avaliação de Serviços Ecossistêmicos em Unidades de Conservação

Do ponto de vista ecológico, as áreas protegidas devem manter a biodiversidade local, apoiando o habitat, as espécies e os processos e funções ecológicas. Do ponto de vista social, as áreas protegidas fornecem um conjunto de serviços ecossistêmicos (por exemplo, abastecimento de água, qualidade do ar, recreação) para usuários locais, bem como para beneficiários regionais e globais (SCOLOZZI et al., 2014).

Uma das principais recomendações da Avaliação do Ecossistema do Milênio para áreas protegidas é desenvolver, por meios legais, políticos e outros meios eficazes, um apoio social mais forte com base nos benefícios e valores dos serviços que as áreas protegidas fornecem (MEA, 2005).

Nesse contexto, as organizações internacionais estão prestando cada vez mais atenção aos serviços ecossistêmicos em áreas protegidas. Por exemplo, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) incluiu o termo serviços ecossistêmicos em sua definição de áreas protegidas em 2008 (DUDLEY, 2008) e as Metas de Biodiversidade de Aichi, propostas pela Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CBD, 2010), incluem metas diretamente relacionadas a serviços ecossistêmicos (por exemplo, as Metas 14 e 15).

No Brasil, Young e Medeiros (2018), analisando o valor dos serviços ecossistêmicos das UCs brasileiras, mostram que os retornos econômicos e sociais da conservação ambiental são muito altos. Para cada um dos temas analisados pelos autores, os retornos de dimensões econômicas foram bastante superiores à alocação orçamentária atual. Enquanto o orçamento discricionário do Ministério do Meio Ambiente (MMA) permaneceu praticamente estacionado no patamar dos R\$ 1,2 bilhões entre 2005 e 2013, o impacto estimado do turismo e uso público sobre a economia, por exemplo, está entre R\$ 2,5 e 6,1 bilhões anuais, mesmo considerando que nem todas as UCs registram os seus visitantes. O valor monetário do estoque de carbono conservado foi estimado em R\$ 130,3 bilhões, correspondendo a fluxos anuais de benefício por conservação entre R\$ 3,9 a R\$ 7,8 bilhões, mesmo utilizando valores bastante conservadores para monetizar a tonelada de gás carbônico. Dessa forma, os autores ressaltam que investir em UCs, em particular, apresenta uma elevada relação benefício-custo, isto é, investir na melhoria e ampliação das UCs é uma forma de obter retornos sociais bastante superiores aos valores alocados (YOUNG; MEDEIROS, 2018)

Liu et al. (2017) mostraram que a Reserva Natural de Wanglang oferece maiores benefícios em termos de estoque de carbono, sequestro de carbono e recreação, em escala

nacional e global. Os benefícios monetários da reserva natural podem cobrir todos os custos de gestão da conservação, tornando-a uma abordagem mais vantajosa para a conservação e para os beneficiários. Assim, os autores destacam que as UCs podem ser usadas para orientar a eco compensação para os beneficiários locais (LIU et al., 2017).

Sannigrahi et al. (2019), utilizando uma série de dados temporais de sensoriamento remoto da Reserva da Biosfera de Sundarbans, descobriram que o valor máximo dos serviços ecossistêmicos (derivado de unidades ajustadas e não ajustadas, milhões de US\$ por ano) é produzido pela floresta de mangue, considerada o ambiente mais sensível às mudanças no uso e cobertura da terra, seguida pelo estuário costeiro, áreas agrícolas, áreas úmidas interiores, vegetação mista e, por último, as terras urbanas. De todos os serviços ecossistêmicos, o serviço de tratamento de resíduos é o serviço ecossistêmico dominante da área protegida.

Watson et al. (2014) argumentam que os países precisam investir adequadamente em áreas protegidas para garantir que seus objetivos sejam alcançados. Parte disso é reconhecer o retorno sobre o investimento que as áreas protegidas proporcionam pela conservação do patrimônio natural e pelo aumento do bem-estar social e econômico de seus cidadãos (WILLEMEN et al., 2013).

Na Austrália, o orçamento de 2012-2013 para a Autoridade do Parque Marinho da Grande Barreira de Corais foi de aproximadamente Aus \$ 50 milhões, enquanto o turismo na UC tinha um valor para a economia australiana de mais de Aus \$ 5,2 bilhões anualmente (GBRMPA, 2014); sendo que esta renda é seriamente ameaçada pela atual degradação dos recifes.

2.5.2 Perspectivas da abordagem dos Serviços Ecossistêmicos

Nas últimas décadas, as áreas protegidas sofreram uma expansão acentuada, tanto geográfica quanto conceitualmente. As decisões coletivas de governos, órgãos de financiamento público e comunidades locais criaram o rápido crescimento das áreas protegidas em todo o mundo (UNEP-WCMC, 2021a).

As UCs são criadas não apenas para conservar paisagens icônicas e marinhas e fornecer habitat para a vida selvagem em perigo, mas também para contribuir para a subsistência das comunidades locais, para impulsionar as economias nacionais através das receitas do turismo, para reabastecer a pesca e desempenhar um papel fundamental na mitigação e adaptação às mudanças climáticas (WATSON et al., 2014).

Conforme Palomo et al. (2013), embora o objetivo principal para o estabelecimento de muitas áreas protegidas tenha sido a conservação da biodiversidade, a ênfase crescente que os formuladores de políticas estão dando aos serviços ecossistêmicos significa que agora precisamos entender se essas áreas também podem ser eficazes na proteção dos serviços ecossistêmicos e como as abordagens de gestão podem ser adaptadas para garantir que as ameaças ou riscos à oferta desses serviços sejam superados.

Conforme relata Watson et al. (2014), uma melhor compreensão dos retornos sobre o investimento ajudaria a persuadir os países da necessidade de fornecer recursos às áreas protegidas que correspondam melhor aos benefícios recebidos. As UCs – quando bem administradas e direcionadas a ameaças que podem diminuir – podem oferecer uma ampla gama de benefícios: proteger paisagens magníficas e marinhas, alcançar a conservação da biodiversidade e fornecer elementos essenciais, incluindo água, segurança alimentar, manutenção de estoques de peixes selvagens e armazenamento de carbono (WATSON et al., 2014).

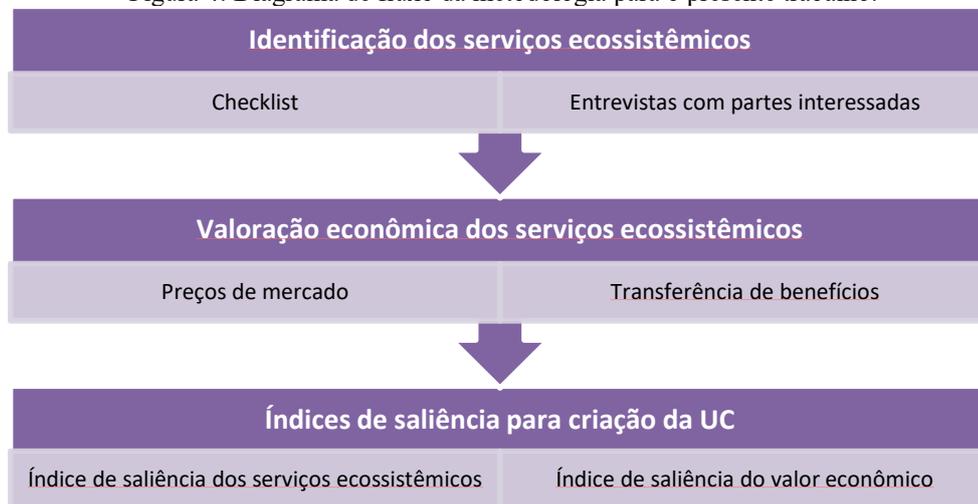
A categoria das UCs também tem grande influência no alcance de seus objetivos de conservação e na abordagem dos serviços ecossistêmicos para sua criação e gestão (FIGUEIROA et al., 2020). Grande parte da variabilidade na eficácia de gestão está relacionada aos procedimentos adotados na escolha da categoria de manejo a ser atribuída às UCs, que deve propor uma definição clara de limites, uso e dinâmica de ocupação, dependendo das características socioambientais locais e dos objetivos de manejo (DUDLEY, 2008; WATSON et al., 2014).

Por fim, a abordagem dos serviços ecossistêmicos na criação e gestão de UCs reconhece a ampla gama de benefícios que as mesmas proporcionam e a importância dos interesses múltiplos e frequentemente conflitantes dos atores sociais em sua gestão (GARCÍA-LLORENTE et al., 2018). Como os benefícios dos serviços ecossistêmicos se acumulam em várias escalas, a abordagem dos serviços ecossistêmicos permite que gestores e cientistas entendam melhor as áreas protegidas dentro dos sistemas socioecológicos mais amplos nos quais estão inseridas, superando o modelo clássico de conservação *versus* desenvolvimento (CUMMING, 2016; PALOMO et al., 2013). Os serviços ecossistêmicos podem também constituir um conceito que facilita o engajamento de diferentes grupos de partes interessadas na gestão da área protegida (GARCÍA-LLORENTE et al., 2018; PALOMO et al., 2011).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para contemplar o estudo dos serviços ecossistêmicos no processo de criação de uma UC no Distrito do Saí, este trabalho foi desenvolvido entre março de 2020 e maio de 2022 em três etapas, conforme mostra o diagrama de fluxo da Figura 4. A primeira etapa visou a identificação participativa dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela área de estudo. Na segunda foram aplicadas diferentes técnicas para obtenção dos valores econômicos dos serviços ecossistêmicos. Já a terceira etapa avaliou a influência do VET dos serviços ecossistêmicos na percepção da comunidade sobre a importância dos serviços ecossistêmicos.

Figura 4: Diagrama de fluxo da metodologia para o presente trabalho.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A presente pesquisa faz parte do projeto “Diagnóstico Socioambiental para Criação de Unidade de Conservação na Vila da Glória, município de São Francisco do Sul/SC” (projeto Nascentes do Saí). O projeto foi celebrado em contrato entre a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul – SC, em 2018 e contempla a realização de um estudo técnico multidisciplinar, que busca atender diretrizes como preservação dos recursos hídricos e da biodiversidade da flora e da fauna, disponibilização de recursos naturais à pesquisa científica, melhoria da qualidade de vida, instituição de programas de educação ambiental e construção de uma política de conservação e gestão territorial, entre outras. O projeto “Nascentes do Saí” foi desenvolvido de setembro de 2019 a julho de 2021.

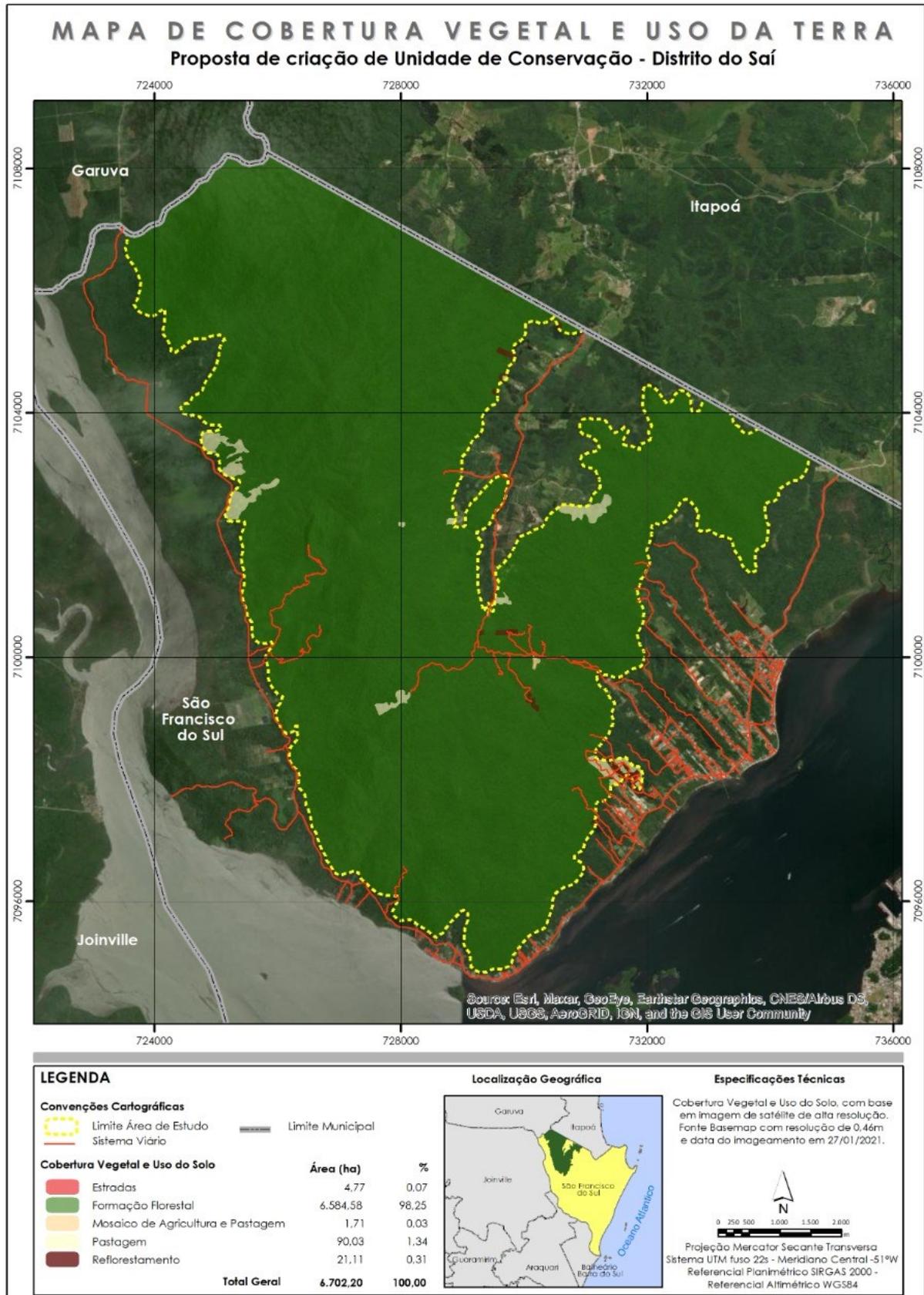
A área de estudo está localizada na parte continental do município de São Francisco do Sul (Latitude: 26° 14' 38'' Sul, Longitude: 48° 38' 18'' Oeste), no litoral norte do estado de Santa Catarina, e constitui-se de uma área de morros coberta predominantemente com formação florestal, para onde os estudos de proteção através da criação de uma UC foram direcionados pelo “Nascentes do Saí” (Figura 5).

Toda essa área pertence ao bioma da Mata Atlântica e apresenta uma paisagem caracterizada por uma matriz natural, com manchas de ocupação urbana e produção rural, com corredores de estradas onde se concentram as manchas urbanas. A matriz natural se caracteriza pela Floresta Ombrófila Densa secundária em estágio avançado de regeneração, indicada como “formação florestal” e “mangue” no mapa de cobertura e uso do solo (Figura 5). As manchas na paisagem são caracterizadas pelo mapeamento em plantio de exóticas (floresta plantada), pastagens, cultura anual e perene, mosaico de agricultura e pastagem, infraestrutura urbana e outras áreas não vegetadas (UFSC, 2021).

Os Censos Demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2000, 2010) apresentaram população total de 1366 e 1625 habitantes, respectivamente em 2000 e 2010 para o Distrito do Saí, o que representa um crescimento de 18,96%, menor que a média municipal para o mesmo período. As estimativas do IBGE apontam população de 2112 e 2745 respectivamente para 2020 e 2040 (IBGE, 2000, 2010).

As áreas produtivas são relativamente pequenas e com produção limitada. Dados referentes ao Distrito do Saí, que constam no Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017), indicam um número total de 48 estabelecimentos agropecuários, sendo que 67,7% dos proprietários não residem no estabelecimento. Dos 48 estabelecimentos pesquisados pelo IBGE, 21 são considerados de agricultura familiar (43,7%) e 27 não familiar.

Figura 5: Localização da área de estudo, município de São Francisco do Sul, estado de Santa Catarina



Fonte: elaborado pelo autor com base em UFSC (2021)

Dentro das atividades agropecuárias exercidas nos estabelecimentos, 39,6% é relativa à pecuária, destacando-se a criação de bovinos e aves, e 22,9 % a produção de lavouras temporárias. Importante também destacar que 14,6% das atividades agropecuárias do Distrito do Saí são relativas à produção de exóticas para utilização da madeira (IBGE, 2017).

Nesse contexto, a área de estudo para a criação de uma UC, objeto dessa pesquisa, concentra-se na “área de morros” formada pela principal cadeia de montanhas da península do Distrito do Saí. Os dados da cobertura e uso do solo da área de estudo, apresentados na Tabela 1 e Figura 5, se referem a uma área territorial de 6.702,20 hectares, coberta principalmente por formação florestal.

Tabela 1: Classes de cobertura e uso do solo e extensão territorial na área de estudo.

CLASSE DE COBERTURA E USO	ÁREA (ha)	%
Formação florestal	6.584,58	98,25
Reflorestamento	21,11	0,31
Pastagem	90,03	1,34
Mosaico de agricultura e pastagem	1,71	0,03
Estradas (infraestrutura urbana)	4,77	0,07
Total	6.702,20	100

Fonte: UFSC (2021)

Ainda cabe salientar que, como consequência do projeto Nascentes do Saí, de UFSC (2021), foi criado o Refúgio de Vida Silvestre das Nascentes do Saí, pela Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul, através do Decreto nº 3.841 de 3 de fevereiro de 2022, com os objetivos de proteger e conservar as nascentes e recursos hídricos, o bioma Mata Atlântica e a fauna nativa da região, assim como assegurar o equilíbrio ecológico para garantir o abastecimento público da água e reprodução dos animais da região, entre outros.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

O processo de identificação dos serviços ecossistêmicos presentes na região do Distrito do Saí, em São Francisco do Sul foi realizado utilizando entrevistas sociais com as diferentes partes interessadas. Como forma de viabilizar a participação social durante as restrições presenciais impostas pela pandemia de Covid-19, foi utilizado um questionário *online*, conforme descrito a seguir.

3.2.1 *Check list* (revisão bibliográfica)

O processo de identificação dos serviços ecossistêmicos partiu de um *check-list* dos serviços ecossistêmicos listados em TEEB (2010) e CICES (2017), para uma pré-identificação daqueles que podem ocorrer na região. Para facilitar o entendimento da população, os serviços listados em TEEB (2010) e CICES (2017) foram traduzidos para uma linguagem mais simples, sem perder o sentido do serviço em questão.

Neste *check-list* foram identificados os seguintes serviços ecossistêmicos para as entrevistas com as partes interessadas: regulação atmosférica; fornecimento de água; retenção de solo; redução da poluição; polinização; habitat para espécies; fornecimento de alimentos; matérias primas; recursos genéticos; lazer e recreação; beleza estética; patrimônio e identidade cultural; e ciência e educação.

3.2.2 Questionários com as partes interessadas

Para a consulta com a comunidade local e especialistas (partes interessadas), foi aplicado um questionário *online* de pesquisa para identificar e avaliar os serviços ecossistêmicos presentes da área de estudo. O instrumento de pesquisa consistiu em um formulário do *Google Forms* e foi enviado aos participantes de um grupo de governança criado para discutir a criação de uma UC na área de estudo, composto por moradores, pesquisadores e visitantes, além de interessados do poder público e da iniciativa privada.

É importante destacar que os participantes foram capacitados por meio de minicursos e oficinas sobre serviços ecossistêmicos. Dessa forma, a comunidade foi capacitada para a tomada de decisões, como forma de melhorar o desempenho dos formulários de pesquisa aplicados. Os minicursos foram realizados por videoaulas gravadas e divulgadas na comunidade, mas também foi feito o acompanhamento da aprendizagem com atendimento individual e coletivo.

O envio do questionário (Anexo A) foi realizado em maio de 2021 e as respostas foram coletas até agosto de 2021. Em razão das medidas restritivas impostas para o combate à pandemia de covid-19 não foi possível a aplicação do questionário pessoalmente (*face a face*).

A primeira seção do questionário explicou o objetivo do estudo, o contexto em que ele estava sendo realizado e a estrutura do questionário. A segunda seção coletou informações de

identificação do respondente, como nome, seu vínculo com o local (se pesquisador, visitante ou morador) e sua idade. Foram consideradas respostas apenas de pessoas com mais de 18 anos de idade. A terceira seção foi construída com base no *check list* da etapa anterior e apresentou a lista dos serviços ecossistêmicos identificados previamente (Quadro 6).

Para cada serviço ecossistêmico, o questionário contou uma explicação em termos simples e linguagem acessível ao público leigo, que foi auxiliada por imagens que remetiam ao serviço ecossistêmico em questão, com objetivo de facilitar ainda mais o entendimento do respondente (Quadro 6).

Quadro 6: Descrição dos serviços ecossistêmicos identificados na área de estudo.

Serviços Ecossistêmicos	Descrição	Imagem auxiliar
Fornecimento de alimentos	Os ecossistemas podem fornecer alimentos que podem ser extraídos diretamente da natureza, como frutas, castanhas, folhas e raízes ou proporcionar condições para a criação e o cultivo de alimentos (agricultura e pecuária)	
Fornecimento de água	As bacias hidrográficas realizam a filtração, retenção e armazenamento de água, que é utilizada para consumo humano, irrigação da agricultura e na indústria.	
Matérias-primas	A natureza produz de madeira em tora para construção, madeira para lenha, combustível e fibras	
Recursos genéticos	Os ecossistemas fornecem recursos genéticos para remédios e medicamentos, recursos ornamentais (artesanato, etc.) e recursos para combater pragas e doenças	
Regulação atmosférica	Os ecossistemas desempenham papel na regulação dos gases atmosféricos, como a camada de ozônio, o balanço de gás carbônico e oxigênio. Esse papel nos protege da radiação UV-b, prevenindo doenças e mantém a qualidade do ar que respiramos.	

Serviços Ecosistêmicos	Descrição	Imagem auxiliar
Retenção de solo	As raízes vegetais e a biota desempenham papel na retenção do solo, prevenindo danos de deslizamentos de terra e permitindo a manutenção das terras cultiváveis	
Redução de poluição	Os ecossistemas realizam o tratamento de efluentes, controlam a poluição e reduzem os agentes tóxicos para os seres humanos	
Polinização	Os ecossistemas fornecem polinizadores para a reprodução das espécies vegetais	
Fornecimento de habitat	Viveiros, áreas de reprodução, habitat para espécies residentes e migratórias	
Patrimônio e identidade cultural	Os ecossistemas proporcionam valor patrimonial e identificação cultural para as pessoas.	
Lazer e recreação	Os ecossistemas possuem paisagens utilizadas para lazer e recreação, como viagens, ecoturismo e esportes ao ar livre	
Ciência e educação	A variedade de espaços da natureza com valor científico e educacional (uso de sistemas naturais para excursões escolares e pesquisa científica)	
Beleza estética	A paisagem possui uma beleza cênica, que permitem a apreciação e a contemplação da paisagem e a valorização de imóveis.	

Fonte: elaborado pelo autor.

Em seguida, havia duas perguntas para cada serviço ecossistêmico. Na primeira os entrevistados foram perguntados se reconheciam a presença daquele serviço na área de estudo, sendo que a resposta para essa pergunta era obrigatória para o prosseguimento do questionário.

Para evitar respostas forçadas, uma opção “não sei responder” também foi fornecida. Em seguida, os respondentes eram convidados a indicar o grau de importância que davam para determinado serviço ecossistêmico a partir de uma questão de escala Likert de 5 pontos, cujas categorias foram: (1) nada importante, (2) pouco importante, (3) neutro, (4) importante, (5) muito importante. Por fim, os respondentes puderam contar com um espaço para dissertar sobre suas respostas e sobre o serviço em questão, bem como identificar e reconhecer outros tipos de serviços ausentes na listagem apresentada. Para permitir o prosseguimento do questionário, as respostas para a segunda pergunta não eram obrigatórias.

3.2.3 Análise dos resultados

Após a consulta com a comunidade local, foi realizada a interpretação dos resultados dos questionários para correlacionar as respostas com os serviços ecossistêmicos identificados por TEEB (2010), fazendo assim sua classificação.

No *software* Excel, os dados obtidos foram analisados estatisticamente para obtenção dos valores de relevância dos serviços ecossistêmicos. Para isso foi analisada a porcentagem de entrevistados que reconheceram o serviço ecossistêmico na área de estudo e a porcentagem de respondentes que classificaram o serviço ecossistêmico em questão como “muito importante” na pergunta de escala Likert.

3.3 VALORAÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Foram aplicadas duas técnicas de valoração econômica que foram consideradas adequadas para o presente estudo. A técnica de valoração com base em preços de mercado permite avaliar os serviços ecossistêmicos que possuem dados reais disponíveis especificamente para a área de estudo, como os serviços de fornecimento de água e ciência e educação. Já a técnica de transferência de benefícios permite valorar os demais serviços ecossistêmicos a partir de uma simplificação com base em coeficientes para as classes de uso e cobertura do solo. O uso da transferência de benefícios é considerada adequada e útil para fins de aumento da conscientização e do interesse ecossistêmicos do público em geral, especialmente quando utilizada em escala regional, uma vez que, nesses casos, é aceita uma baixa precisão contábil e monetária (COSTANZA et al., 2014b).

No Quadro 7 são apresentados os métodos de valoração econômica para os respectivos serviços ecossistêmicos preliminarmente identificados e seus respectivos métodos de valoração econômica. Foram considerados para a valoração econômica somente os serviços ecossistêmicos apontados como muito importante por pelo menos dois terços dos respondentes do questionário aplicado às partes interessadas. Isso significa que a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos da presente pesquisa resultará em um valor menor do que o seu potencial real, ou seja, o valor final será consideravelmente subestimado.

Na sequência, estão descritos os métodos selecionados para a obtenção do valor econômico dos serviços ecossistêmicos. Para o cálculo econômico de todos os serviços, foi utilizado o ano base 2019 e o valor foi expresso em dólares (US\$) por ano.

Quadro 7: Métodos e técnicas de valoração econômica dos serviços ecossistêmicos utilizados neste estudo.

SERVIÇO ECOSSISTÊMICO	CATEGORIA	TÉCNICA UTILIZADA
Abastecimento de água	Provisão	Preços de mercado
Produção de alimentos	Provisão	-
Matérias primas (madeira)	Provisão	-
Recursos genéticos	Provisão	-
Lazer e recreação	Sociocultural	Transferência de benefícios
Beleza estética / patrimônio e identidade	Sociocultural	Transferência de benefícios
Ciência e educação	Sociocultural	Preços de mercado
Retenção de solo	Regulação	Transferência de benefícios
Polinização	Regulação	Transferência de benefícios
Regulação Atmosférica	Regulação	Transferência de benefícios
Regulação da qualidade da água	Regulação	-
Redução da poluição	Regulação	-
Regulação Climática	Regulação	-
Habitat para espécies	Suporte	Transferência de benefícios

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3.1 Preços de Mercado

3.3.1.1 Abastecimento de água

O valor do serviço ecossistêmico de provisão de água na área de estudo foi calculado pelo método de preços de mercado, seguindo recomendações de De Groot et al. (2012) e Turner et al. (2015). Biao et al. (2010) e Guo et al. (2001) são exemplos de métodos de valoração econômica para o mesmo serviço.

Os dados de produção de água na área de estudo foram coletados com informações da Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) que regula o serviço de saneamento básico de São Francisco do Sul, o qual é operado pela empresa Águas de São Francisco Ltda. (ASFS) (ARIS, 2015). Os dados de vazão de água na Tabela 2 estão relacionados à localidade territorial das captações e as variações sazonais, que se dão basicamente em função das demandas e disponibilidades de alta temporada (verão) e baixa temporada.

Tabela 2: Dados de produção de água por ponto de captação no município de São Francisco do Sul.

Pontos de Captação	Vazão	Localização
Rio Alegre	60 L/s	Continental
Córrego da Rita	40 L/s	Continental
Rio Saí-Mirim	35 a 40 L/s	Continental
Rio Saí-Mirinzinho		Continental
Rio Laranjeiras	36 a 40 L/s	Peninsular
Rio Cardoso	8 L/s	Peninsular
Rio Olaria	42 L/s (operação sazonal)	Peninsular

Fonte: ARIS (2015).

Para calcular o volume percentual produzido na área de estudo, considerou-se a soma das vazões produzidas em baixa temporada para a porção continental e as de alta temporada na porção peninsular, a fim de resultar em um valor econômico conservador para o serviço ecossistêmico com os dados disponíveis.

Considerando a contribuição percentual da área continental para o abastecimento do município de São Francisco do Sul, obteve-se o volume produzido no ano de 2019, na área de estudo, a partir dos dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), do Ministério do Desenvolvimento Regional (BRASIL, 2021b).

O valor do serviço de provisão de água da área de estudo foi calculado a partir do volume total produzido em 2019 e da tarifa média cobrada dos usuários no mesmo ano, conforme os dados mais recentes disponíveis no SNIS. Com isso, encontrou-se o valor anual, em reais, que a área de estudo gera em fornecimento de água. O valor foi convertido para dólares, com base na taxa de câmbio registrada no último dia do ano de 2019 (EXCHANGE-RATES, 2021).

3.3.1.2 *Ciência e educação*

Para o serviço ecossistêmico ciência e educação foi considerado o orçamento do projeto “Nascentes do Saí”, cujos recursos para a sua execução são provenientes da Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul (PMSFS), que por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente, firmou um Termo de Compromisso com o Ministério Público Federal da Comarca de Joinville para a aplicação de valores relativos à compensação ambiental obtida por meio da Ação Civil Pública nº 2008.72.01.000630-2 (UFSC, 2021).

Os recursos do projeto Nascentes do Saí foram utilizados para produção e publicação técnica e científica, aquisição de materiais de pesquisa, bolsas de iniciação científica e de pós-graduação. Cabe ressaltar que apesar de terem ocorrido poucos projetos de pesquisa e estudos técnicos na área de estudo, o Nascentes do Saí é o único focado na área de estudo, com informações disponíveis dos valores orçamentários. Certamente poderiam ser incluídos no valor do serviço ecossistêmico os valores de outras pesquisas científicas. Também poderiam ser utilizados os custos para a realização de saídas de campo por escolas e outras instituições de ensino, porém a abordagem escolhida torna a valoração mais conservadora e subestimada.

Portanto, considerando, através de uma simplificação, que apenas o projeto Nascentes do Saí tenha promovido a pesquisa científica nos últimos 5 anos na área de estudo, seu valor orçamentário foi utilizado para o cálculo do valor anual do serviço ecossistêmico ciência e educação.

3.3.2 Transferência de Benefícios

A transferência de benefícios para valoração dos serviços ecossistêmicos assume um valor unitário constante por hectare do tipo de ecossistema e multiplica esse valor pela área de cada tipo para chegar aos totais agregados. A transferência de benefícios é análoga à abordagem adotada na contabilidade do PIB, que agrega valor multiplicando o preço pela quantidade para cada setor da economia. No caso dos serviços ecossistêmicos, trata-se de uma medida contábil da quantidade de serviços ecossistêmicos (BERGHÖFER et al., 2014; MEA, 2005).

Para atribuir valores dos serviços ecossistêmicos às classes de uso do solo identificadas na área de estudo foram utilizadas as estimativas calculadas por Costanza et al. (2014). Embora os tipos de uso presentes no trabalho citado não correspondam diretamente às categorias presentes na área de estudo (Tabela 1), os biomas mais representativos foram utilizados como *proxy* para o valor de cada categoria de cobertura do solo. Para a categoria “mosaico de

agricultura e pastagem” não foi encontrada uma equivalência direta, porém optou-se por utilizar os mesmos coeficientes de *Grass/rangelands*, uma vez que a soma dos mesmos é menor do que para *Croplands*. Essa simplificação torna a valoração mais conservadora, resultando valores menores caso fosse utilizado um valor médio das duas classes possíveis para as áreas de mosaico de agricultura e pastagem. O Quadro 8 a seguir apresenta as equivalências utilizadas para cada categoria de uso do solo.

Quadro 8: Classes equivalentes para as classes de uso do solo na área de estudo.

Classes de uso do solo (UFSC, 2021)	Classe equivalente (COSTANZA et al., 2014)
Formação florestal	<i>Tropical forest</i>
Floresta plantada (exótica)	<i>Forest</i>
Pastagem	<i>Grass/Rangelands</i>
Mosaico de agricultura e pastagem	<i>Grass/rangelands</i>
Infraestrutura urbana	<i>Urban</i>

Fonte: elaborado pelo autor com base em UFSC (2021) e Costanza et al. (2014).

Os valores foram expressos em US \$.ha⁻¹.ano⁻¹ de 2019, ou seja, os valores calculados por Costanza et al. (2014) foram convertidos em US \$ de 2019 com base no *Consumer Price Index* (U.S. BLS, 2022). Dados os coeficientes dos valores dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso, apresentados na Tabela 3, foi obtido o valor agregado dos serviços ecossistêmicos identificados para a área de estudo, os quais forneceram estimativas monetárias individuais por tipo de cobertura do solo. A equação 1 foi utilizada para este cálculo.

$$VSE_f = \sum A_k * VC_{f_k} \quad (1)$$

Em que:

VSE_f = valor estimado do serviço ecossistêmico f (em US\$);

A_k = área da categoria de uso do solo k (em ha);

VC_{f_k} = coeficiente para o serviço ecossistêmico f na categoria k (em US\$.ha⁻¹.a⁻¹).

Tabela 3: Coeficientes dos valores dos serviços ecossistêmicos por categoria de uso do solo da área de estudo, baseados em Costanza et al. (2014).

Serviços Ecossistêmicos	2019 US \$ / ha.ano
-------------------------	---------------------

	Formação florestal	Floresta plantada (exótica)	Pastagem	Mosaico de agricultura e pastagem	Infraestrutura urbana
Regulação Atmosférica	14,88	4,39	11,26	11,26	0,00
Retenção de Solo	418,43	123,54	54,56	54,56	0,00
Polinização	37,20	10,98	42,78	42,78	0,00
Habitat para espécies	48,36	767,59	1.505,36	1.505,36	0,00
Recreação e lazer	1.075,08	1.181,70	32,24	32,24	7.117,53
Patrimônio e Identidade Cultural e Beleza Estética ¹	2,57	1,63	207,08	207,08	0,00

¹ valorado conjuntamente como serviço sociocultural por Costanza et al. (2014). Fonte: elaborado pelo autor com base em Costanza et al. (2014).

Cabe destacar que o trabalho de Costanza et al. (2014) utilizou principalmente os resultados de dois trabalhos. O primeiro é de Costanza et al. (1997), que estimou o valor de 17 serviços ecossistêmicos para 16 biomas e um valor global agregado expresso em unidades monetárias, baseada no método de transferência de benefícios.

O segundo trabalho é de De Groot et al. (2012), que estimou o valor dos serviços ecossistêmicos em unidades monetárias fornecidas por 10 biomas principais (oceanos abertos, recifes de coral, sistemas costeiros, pântanos costeiros, pântanos interiores, lagos, florestas tropicais, florestas temperadas, bosques e pastagens), baseado em estudos de casos locais em todo o mundo. Esses estudos cobriram um grande número de ecossistemas, tipos de paisagens, diferentes definições de serviços, diferentes áreas, diferentes níveis de escala, tempo e complexidade e diferentes métodos de avaliação. No total, aproximadamente 320 publicações foram examinadas e mais de 1.350 pontos de dados de mais de 300 locais de estudos de caso foram armazenados no *Ecosystem Services Value Database* (ESVD), sendo que uma seleção de 665 desses pontos de dados de valor foi usada para a análise.

Os valores foram convertidos em US \$ com base na Paridade do Poder de Compra e contêm informações específicas do local, do estudo e do contexto dos estudos de caso. Costanza et al. (2014) adicionaram algumas estimativas, principalmente para sistemas urbanos e agrícolas.

Cabe ressaltar que esses resultados demonstraram uma grande variação e alto desvio padrão para o valor de vários dos biomas, sendo que parte dessa variação pode ser explicada por diferentes variáveis. Por exemplo, De Groot et al. (2012) realizaram uma análise de meta-regressão para zonas úmidas interiores usando 16 variáveis independentes em um modelo com um R² ajustado de 0,442. As variáveis que foram significativas para explicar o valor das zonas

úmidas interiores incluíram a área do local de estudo, o tipo de zona úmida interior, o PIB per capita e a população do país em que se localiza a zona úmida, a proximidade de outras zonas húmidas e o método de avaliação usado para o estudo. Se o número de estudos para zonas úmidas interiores (168) estivesse disponível para os outros biomas, poderia ser utilizado esse tipo de meta-regressão para produzir estimativas mais precisas. No entanto, para a estimativa atual, deve-se continuar a confiar nas médias globais.

3.4 AVALIAÇÃO DO VALOR DOS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS PARA A CRIAÇÃO DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO

Para avaliar o valor econômico dos serviços ecossistêmicos no âmbito da criação de uma UC na área de estudo, foi elaborado um questionário com 14 questões, que foi aplicado *online* e através de entrevistas face a face.

O instrumento de pesquisa *online* consistiu em um formulário do *Google Forms* e foi enviado aos participantes de um grupo de governança criado para discutir a criação de uma UC na área de estudo, composto por moradores, pesquisadores e visitantes, além de interessados do poder público e da iniciativa privada. As entrevistas face a face foram realizadas no Distrito do Saí, com moradores e visitantes, em locais de grande circulação de pessoas. As entrevistas face a face e o envio do questionário foram realizados em setembro de 2021 e as respostas *online* foram coletas até outubro de 2021.

O questionário (Anexo B), após uma prévia apresentação sobre o tema e etapa da pesquisa e dos conceitos relacionados às questões, estava dividido em três partes. A primeira, com oito questões, teve a função de identificar o vínculo do entrevistado com a área de estudo (morador ou não morador) e coletar informações para o perfil socioeconômico, além de identificar seu grau de envolvimento perante às questões ambientais locais, especialmente sobre a criação da UC.

A segunda parte do questionário buscou avaliar quatro variáveis de resultado, relacionadas à importância dos serviços ecossistêmicos para a criação de uma UC na área de estudo. Cada variável foi avaliada por uma questão de escala Likert de 5 pontos (1 - discordo totalmente; 2 – discordo; 3 – neutro; 4 – concordo; 5 – concordo totalmente), onde os respondentes avaliaram se: a) a abordagem de serviços ecossistêmicos é relevante para a criação de uma UC; b) o valor econômico dos serviços ecossistêmicos é relevante no processo de

criação de uma UC; c) a quantificação do valor econômico é confiável; e d) com a criação de uma UC é possível proteger os serviços ecossistêmicos e seu valor econômico.

A terceira parte do questionário consistiu em duas questões para analisar a importância de cada serviço ecossistêmico para o total de respondentes, aplicando uma adaptação do Índice de Saliência de Smith & Borgatti para listas livres (SMITH; BORGATTI, 1997).

Os exercícios de listagem livre são comumente usados como uma técnica exploratória para adquirir conhecimento sobre as palavras (conceitos, coisas ou nomes) que são significativas para certas pessoas dentro de um determinado domínio cultural – nomes de plantas medicinais ou nomes de doenças e sua cura, e assim por diante (VIEIRA et al., 2018).

O índice de saliência é projetado para levar em consideração a frequência e a ordem de classificação dos itens nas listas. A saliência dos serviços ecossistêmicos (primeira pergunta) e dos valores econômicos (segunda pergunta) para a criação de uma UC na área de estudo foi calculada conforme a equação 2:

$$S = ((\sum(L - R_j + 1))/L)/N \quad (2)$$

onde

S = classificação média de um item em todas as listas da amostra, ponderada pelos comprimentos das listas em que o item realmente ocorre;

L = comprimento de (número de itens em) uma lista;

R_j = classificação do item j na lista (primeiro = 1); e

N = número de listas na amostra.

O cálculo foi realizado com software Anthropac 4.98, usando os resultados das duas perguntas. As pontuações de saliência (S) variam entre 0 (nenhuma saliência para o serviço ecossistêmico e o usuário avaliado) e 1 (saliência total para o serviço ecossistêmico e o usuário avaliado).

Na primeira lista, os respondentes indicaram os serviços ecossistêmicos que consideraram mais importantes para a criação de uma UC na área de estudo. Os respondentes tiveram como apoio a relação dos serviços ecossistêmicos obtida nas etapas anteriores da pesquisa (identificação e valoração dos serviços ecossistêmicos) e podiam indicar de 1 a 8 serviços. Os dados foram utilizados para calcular o Índice de Saliência desses diferentes serviços ecossistêmicos e da média para cada grupo de serviços ecossistêmicos (provisão, regulação, habitat e sociocultural).

Após as respostas da primeira listagem para os serviços ecossistêmicos, os respondentes foram solicitados a fazer uma nova lista de importância para os quatro grupos de serviços ecossistêmicos, considerando o valor econômico encontrado na etapa de valoração para cada um, apresentado juntamente com grupos.

A partir dos valores do índice de saliência obtidos das duas questões, foi realizada uma comparação para discutir as diferenças entre os valores a partir desse ordenamento dos serviços ecossistêmicos, que pode ser considerado um ordenamento dos serviços a partir da importância atribuída pela população entrevistada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados da presente pesquisa, juntamente com uma discussão sobre os mesmos. Na primeira seção são apresentados os serviços ecossistêmicos identificados pelos respondentes, inclusive os que não estavam presentes na listagem inicial feita a partir da revisão da literatura, bem como os resultados da avaliação de importância. A segunda seção traz os resultados da valoração econômica, que são apresentados por técnica de valoração (preços de mercado e transferência de benefícios), bem como o resultado do VET encontrado para a área de estudo. A terceira seção apresenta os resultados da avaliação de relevância do valor econômico dos serviços ecossistêmicos para a criação de uma UC na área de estudo.

4.1 SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS IDENTIFICADOS E INTERPRETADOS

O questionário *online* foi enviado para 78 pessoas que compunham os grupos de governança do estudo de criação da UC e de pesquisadores do “Nascentes do Saí”. Foram obtidas 35 respostas válidas (taxa de resposta de 45%), sendo que 51,4% dos respondentes são moradores locais e o restante são não moradores (28,6% pesquisadores, 17,1% visitantes e 2,9% são representantes do poder público municipal). A média de idade dos respondentes foi de 44 anos.

No contexto de isolamento social provocado pela pandemia de Covid-19, que limitou a realização de pesquisas face-a-face, a quantidade de respostas obtidas foi considerada satisfatória. O engajamento dos atores sociais e o uso de ferramentas digitais permitiram a realização dessa pesquisa em meio às limitações impostas pela pandemia.

Os 13 serviços ecossistêmicos pré-identificados na área de estudo foram avaliados pelos respondentes, que identificaram, ainda, mais dois serviços ecossistêmicos através das questões abertas.

Durante a pré-identificação dos serviços ecossistêmicos, foi identificado que a regulação da água poderia ser confundida ou considerada pelos participantes com o serviço de fornecimento de água. No entanto, alguns respondentes incluíram a regulação da água como um serviço da área de estudo. De fato, por suas características naturais, a área de morros avaliada realiza a regulação dos fluxos de água, permitindo a captação para o abastecimento da população de São Francisco do Sul e por isso esse serviço ecossistêmico foi adicionado.

O outro é o serviço de regulação climática, que não foi incluído no questionário de identificação, pois esse benefício poderia ser confundido ou considerado pelos participantes com o serviço de regulação dos gases da atmosfera, que também produz efeitos na regulação climática. No entanto, a regulação do micro clima foi apontada nas respostas das partes interessadas, as quais consideram que as características da área de estudo colaboram para a regulação da temperatura e umidade para a população local. Portanto, considerando também esse benefício em escala global, o serviço de regulação climática foi acrescentado.

Com isso, todos os 15 serviços ecossistêmicos da área de estudo para a criação da UC estão apresentados na Tabela 4, que apresenta o percentual de respondentes que identificaram os serviços ecossistêmicos na escala máxima de importância na área de estudo e média ponderada, dos resultados que compreendem a escala de 1 (nada importante) a 5 (muito importante). As respostas “em branco”, quando um respondente passava à próxima questão sem escolher uma das pontuações de importância para determinado serviço ecossistêmico, não foram consideradas válidas e, por isso, não foram analisadas.

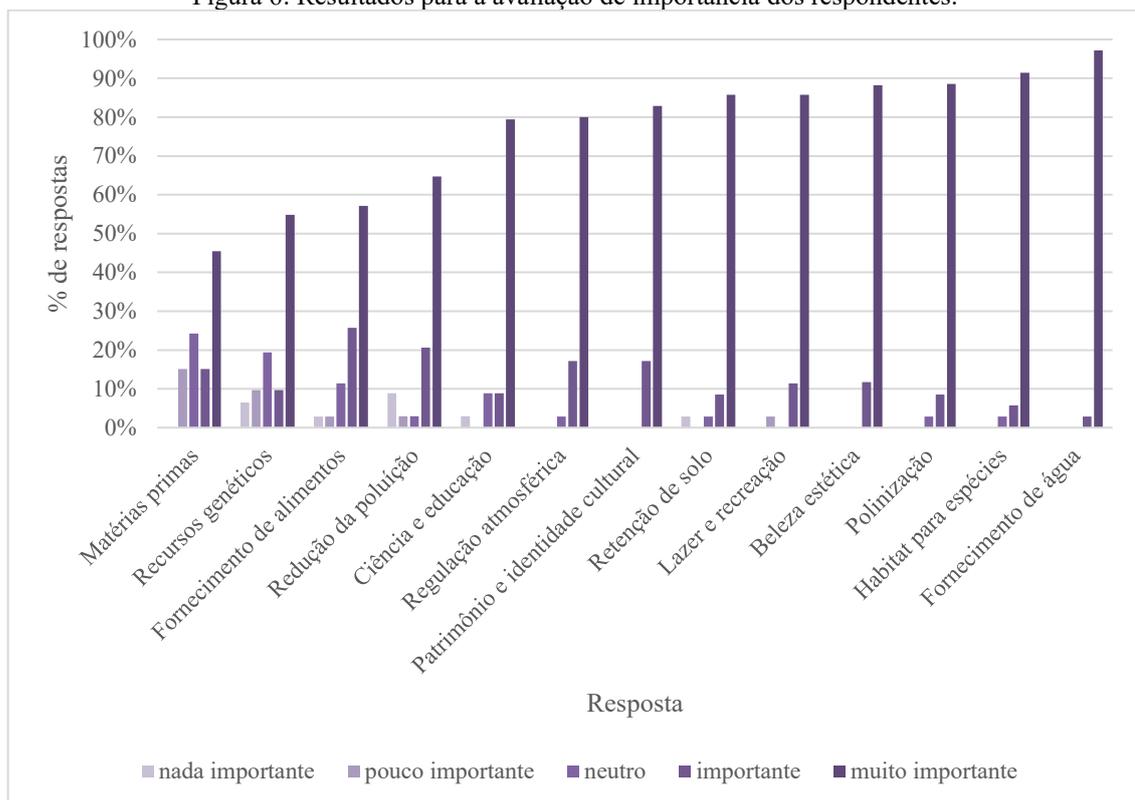
Tabela 4: Listagem dos serviços ecossistêmicos e respectivo percentual de respondentes (N = 35) que identificam cada serviço ecossistêmico como muito importante.

Serviço Ecossistêmico	Categoria	Percentual de respostas na escala máxima de importância	Média ponderada
Fornecimento de água	Provisão	97%	4,97
Habitat para espécies	Suporte	91%	4,89
Polinização	Regulação	89%	4,86
Beleza estética	Sociocultural	88%	4,88
Lazer e recreação	Sociocultural	86%	4,80
Retenção de solo	Regulação	86%	4,74
Patrimônio e identidade cultural	Sociocultural	83%	4,83
Regulação atmosférica	Regulação	80%	4,77
Ciência e educação	Sociocultural	79%	4,62
Redução da poluição	Regulação	65%	4,29
Fornecimento de alimentos	Provisão	57%	4,31
Recursos genéticos	Provisão	55%	3,97
Matérias primas	Provisão	45%	3,91
Regulação da qualidade da água *	Regulação	-	-
Regulação climática *	Regulação	-	-

* identificado posteriormente através das questões abertas. Fonte: elaborado pelo autor.

A Figura 6 apresenta a importância relativa de cada um dos serviços ecossistêmicos obtidos na pesquisa. Os três principais serviços ecossistêmicos “muito importantes” foram fornecimento de água, habitat para espécies, polinização e beleza estética. Mais de 89% das pessoas acreditavam que esses serviços eram muito importantes. Os três serviços ecossistêmicos que a maioria dos entrevistados afirmou serem “nada importantes” foram matérias-primas (45%), recursos genéticos (55%) e fornecimento de alimentos (57%). Quatro serviços ecossistêmicos (patrimônio e identidade cultural, lazer e recreação, beleza estética e fornecimento de água) foram considerados importantes ou muito importantes por 100% dos respondentes.

Figura 6: Resultados para a avaliação de importância dos respondentes.



Fonte: elaborado pelo autor.

Como observação da Tabela 4, o percentual de respostas na escala máxima de importância variou entre 97% para fornecimento de água e 45% para fornecimento de matérias primas. Menos de dois terços dos respondentes que avaliaram os serviços de redução da poluição, fornecimento de alimentos, recursos genéticos e matérias primas atribuíram a escala máxima de importância e, por isso, os mesmos não foram valorados economicamente na

próxima etapa, bem como os serviços identificados apenas através das questões abertas. Embora esses benefícios promovidos pelo ecossistema estejam presentes e sejam usufruídos direta ou indiretamente pelas diferentes partes interessadas, seus valores econômicos não foram considerados relevantes para a estimativa do VET da área de estudos para a criação de uma UC.

A principal contribuição ressaltada para este estudo é de ordem pragmática, tendo em vista o potencial da valoração dos serviços ecossistêmicos de contribuir para tomadas de decisão envolvendo seus ambientes, como argumentam diversos autores (DE GROOT; WILSON; BOUMANS, 2002; FIGUEIROA et al., 2020; REMME et al., 2015). É válido lembrar que o Distrito do Saí já passou por diversas transformações e se encontrava, durante a presente pesquisa, no contexto de tomadas de decisão envolvendo a proposta de criação de uma UC na área de morros da região.

Os resultados alcançados neste estudo evidenciam que a área de morros do Distrito do Saí, selecionada para criação de uma UC, promove diversos serviços ecossistêmicos aos seus usuários, que possuem importância econômica e sociocultural. A seguir descrevem-se os serviços identificados para cada categoria, quais sejam: provisão; socioculturais; regulação; e suporte.

4.1.1 Serviços de Provisão

Os serviços de provisão identificados no ecossistema da área de estudo foram o fornecimento de água, fornecimento de alimentos, matérias primas e recursos genéticos. O fornecimento de água foi considerado muito importante para a maior parcela das partes interessadas (97%) que avaliaram os serviços ecossistêmicos.

Conforme relatado anteriormente, o ecossistema possui mananciais de captação de água responsáveis por abastecer parte da população de São Francisco do Sul (continental e peninsular).

Já os demais serviços de provisão identificados (fornecimento de alimentos, recursos genéticos e matérias-primas) foram os serviços menos avaliados com a escala máxima de importância dentre todos os serviços ecossistêmicos. Possivelmente esse resultado reflete parte da realidade da relação entre a população e o ecossistema local.

Como observado no diagnóstico socioambiental de UFSC (2021), não há uma provisão significativa de alimentos pela área de estudo, seja através de ecossistemas manejados como agricultura e pecuária, seja como ecossistema natural, através do extrativismo.

Nesse ponto é importante ressaltar que essa avaliação se restringe ecossistema da área de estudo, não abrangendo a parte marinha, onde pode ser encontrada uma maior relevância para o fornecimento de alimentos, em virtude do volume de atividades de pesca observado na região. A pesca artesanal, além de constituir uma importante atividade econômica, é considerada como um patrimônio cultural imaterial do Distrito do Saí (UFSC, 2021), cujos valores devem ser avaliados para a área marinha, no entorno da área de estudo.

O uso de matérias-primas, como a madeira para construção ou lenha, restringe-se aos proprietários de terras na área de estudo ou de plantios de espécies madeireiras, com uma reduzida importância para a dinâmica local. Ainda, é dependente de autorização dos órgãos ambientais, o que torna a atividade licitamente custosa e burocrática,

Conforme a pré-identificação dos serviços ecossistêmicos na área de estudo, recursos genéticos é o serviço ecossistêmico que considera o fornecimento de recursos genéticos para diversos fins, entre eles para remédios e medicamentos (medicinais) e para artesanatos (ornamentais). Esse serviço possui uma relação direta com os hábitos culturais das populações e, para 55% dos respondentes foi considerado muito importante para a área de estudo.

4.1.2 Serviços Socioculturais

Os serviços socioculturais identificados no ecossistema da área de estudo são: lazer e recreação; beleza estética; patrimônio e identidade cultural; ciência e educação. A beleza estética foi o serviço sociocultural mais destacado como muito importante pelos respondentes (88%), seguido do lazer e recreação (86%).

A beleza estética do ecossistema da área de estudo compreende o valor da paisagem, que permite a apreciação e a contemplação, a inspiração para cultura e arte, entre outros. Segundo TEEB (2010), essa relação influencia, por exemplo, a valorização dos imóveis da região.

A beleza estética na área de estudo está presente na sua paisagem predominantemente florestal, que chega a altitudes de 610 m e no seu sistema de recursos hídricos (UFSC, 2021). Essa paisagem é apreciada pela população local e procurada por visitantes vindos de outros municípios, podendo ser utilizada por todos como área de lazer e recreação em contato com a natureza.

É compreensível uma certa dificuldade em dissociar a área de morros, florestas, rios e cachoeiras da área estuarina-marinha, na composição da beleza estética da área de estudo. Não

obstante, a avaliação foi restrita à área de morros proposta para criação da UC e, portanto, entende-se que a avaliação da beleza estética e dos demais serviços ecossistêmicos, nessa pesquisa, está restrita a essa área de morros.

Patrimônio e identidade cultural foi apontado como muito importante na área estudo por 83% dos participantes. Esse serviço representa o valor patrimonial e a identificação cultural das pessoas com o ecossistema da área de estudo, isto é, está ligado aos modos de vida, sua relação de pertencimento ao local e outras interações físicas e experienciais (TEEB, 2010; CICES, 2017).

Na presente pesquisa, os serviços de patrimônio e identidade cultural e beleza estética podem ter sido considerados pelos participantes tanto para a área de criação da UC, quanto para as áreas do entorno, como áreas urbanas e área marinha. Uma posterior avaliação abrangendo todo o Distrito do Saí pode identificar o grau de importância dos serviços ecossistêmicos para além dos resultados obtidos nessa pesquisa.

Ciência e educação foi considerado como muito importante por 79% dos participantes da pesquisa. Esse serviço ecossistêmico representa o valor científico e educacional da variedade de espaços da natureza para interações intelectuais ou com informações para o desenvolvimento cognitivo e dos sistemas de conhecimento. Esse valor pode estar representado no uso dos sistemas naturais para atividades de educação ambiental e pesquisa científica (TEEB, 2010; CICES, 2017).

A área de estudo, conforme demonstrado em UFSC (2021), possui uma diversidade de elementos da natureza, que possibilita a produção de novos conhecimentos científicos. Como exemplo, a região é lar de seis espécies de anfíbios ainda com carências de estudos taxonômicos, o que poderá indicar novas espécies para a ciência. Ainda, o registro do caneleiro-bordado (*Pachyramphus marginatus*) se confirmou como o primeiro registro da ave para o estado de Santa Catarina, sendo que essa expansão de distribuição ainda não é completamente entendida (UFSC, 2021).

Por fim, vale destacar que não foram identificados como serviços ecossistêmicos socioculturais as experiências ou interações espirituais ou emblemáticas promovidos pelo ambiente da área de estudo. Esse benefício pode estar presente e ser menos usufruído pela população, ou por uma parcela menor de pessoas, porém não foi relatado como um serviço ecossistêmico e não entrou na avaliação.

4.1.3 Serviços de Regulação

Os serviços de regulação identificados na área de estudo foram: polinização; retenção de solo; regulação atmosférica; redução da poluição; regulação da qualidade da água; e regulação climática.

O serviço de polinização está presente no ecossistema da área de estudo e é considerado muito importante por 89% dos respondentes, sendo considerado o terceiro na lista de importância dos serviços ecossistêmicos avaliados nessa etapa. A polinização é entendida como o serviço prestado por polinizadores para a reprodução de espécies vegetais. Sua importância econômica está principalmente demonstrada através da dependência desses polinizadores pela agricultura. A reprodução das espécies nativas, as quais contribuem com a promoção de outros serviços ecossistêmicos, também está intrinsecamente relacionada à ação dos polinizadores.

Portanto, a importância da polinização pode ser considerada como a importância para os ecossistemas naturais, que se reproduzem e se mantêm através da ação de polinizadores existentes na região, como abelhas, borboletas, pássaros, morcegos, entre outros.

A retenção de solo é um serviço que está presente na área de estudo e foi considerada muito importante por 86% dos participantes. As características naturais da área de morros proposta para a criação da UC, através das raízes vegetais e a biota, desempenham papel fundamental na retenção do solo, prevenindo danos de deslizamentos de terra e permitindo a ocupação humana em áreas adjacentes (TEEB, 2010).

A região de estudo de criação do REVIS Nascentes do Saí, além da sua variação de altitude, apresenta um aspecto predominantemente forte ondulado, com declividades das encostas entre 20 e 45%, podendo ultrapassar 75% em algumas áreas. Essa característica resulta em elevada energia de relevo na área de estudo, com forte potencial para desenvolvimento de processos morfogenéticos de encosta, com destaque para os movimentos gravitacionais de massa, como deslizamentos translacionais e fluxos de terra/lama ou detritos, além de processos hidrológicos, como as enxurradas (UFSC, 2021).

O serviço de regulação atmosférica compreende o papel desempenhado pelo ecossistema na regulação dos gases atmosféricos, como a camada de ozônio, o balanço de gás carbônico e oxigênio. Esse serviço foi identificado pelos participantes e 80% o consideraram como muito importante no ecossistema da área de estudo.

A regulação dos gases atmosféricos protege as pessoas da radiação UV-b, prevenindo doenças e mantém a qualidade do ar que respiramos. Nesse sentido, houve manifestações de participantes, através das questões abertas do questionário de identificação dos serviços ecossistêmicos, ressaltando a importância do ecossistema da área de estudo para a manutenção e/ou melhoria da qualidade do ar local.

A regulação dos gases é um serviço ecossistêmico de escala global (MARTÍN-LÓPEZ et al., 2014), ou seja, indiretamente habitantes de outros locais estão sendo beneficiados pelo ecossistema da área de estudo, que contribui para a regulação dos gases atmosféricos.

A redução da poluição é o serviço ecossistêmico compreendido pela capacidade dos ecossistemas em realizar naturalmente o tratamento de efluentes, controlar a poluição e reduzir os agentes tóxicos para os seres humanos. Pode ser compreendido na área de estudo pela purificação da água e tratamento de efluentes domésticos, através da mediação de resíduos e tóxicos pelos elementos naturais (TEEB, 2010; CICES, 2017). Esse serviço foi apontado como presente na área de estudo e por 65% dos participantes como muito importante.

O serviço de regulação da água indica a capacidade do ecossistema da área de estudo em realizar a regulação dos fluxos e da qualidade da água, através, por exemplo, dos sistemas de drenagem natural, irrigação de terras cultiváveis e prevenção da seca. O último é serviço de regulação climática, que envolve, por exemplo, o sequestro de carbono e a influência da vegetação nas chuvas. Os dois últimos foram levantados durante as entrevistas com as partes interessadas.

Por fim, deve-se destacar o importante papel do entorno da área de estudo, especialmente da área marinha, na regulação atmosférica e regulação climática. Uma avaliação específica pode ser realizada com dados biofísicos, econômicos e/ou socioculturais, para averiguar os valores existentes dessa área.

Ainda, os serviços de regulação listados em TEEB (2010) que não foram identificados na área de estudo são: controle biológico de pragas e doenças, a manutenção da fertilidade do solo e a proteção contra tempestades e controle de inundação.

4.1.4 Serviços de Suporte

O serviço de suporte identificado na área de estudo foi habitat para espécies, avaliado como muito importante por 91% dos participantes.

O habitat para as espécies representa, no ecossistema da área de estudo, as áreas de alimentação, reprodução e refúgio para a biodiversidade, necessárias à manutenção do ciclo de vida de espécies e à proteção do banco genético. Esse serviço ecossistêmico é o segundo mais avaliado como muito importante pelos participantes, atrás somente do fornecimento de água, o que indica a importância relativa desse benefício, mesmo considerando sua dificuldade de percepção e valoração.

Cabe destacar que a avaliação dos serviços nessa pesquisa se restringe à área de morros do Distrito do Saí. Certamente os ecossistemas costeiros, marinhos e estuarinos possuem uma parcela de contribuição significativa nos valores dos serviços de suporte da região como um todo, cabendo uma avaliação integrada entre as diferentes áreas do Distrito do Saí.

4.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROCESSO DE IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

A presente pesquisa identificou ao todo 15 serviços ecossistêmicos, em duas etapas (revisão bibliográfica e questionários online com pesquisadores e comunidade local). Nesse processo, os questionários se mostraram essenciais para adicionar dois serviços ecossistêmicos à lista obtida da revisão bibliográfica.

As adições refletem a importância de abranger diferentes partes interessadas (como pesquisadores e comunidade local) no processo de avaliação dos serviços ecossistêmicos. Com a inclusão de diferentes partes interessadas, os resultados de identificação são compatíveis com os resultados de Boeraeve et al. (2018), que afirmam que a identificação e seleção de serviços ecossistêmicos são etapas críticas que influenciam diretamente a relevância para as tomadas de decisão.

Segundo os referidos autores, a identificação e seleção interagem em um processo iterativo, onde as partes interessadas (re) definem o problema e as necessidades de informação relevantes para o contexto. Identificar serviços ecossistêmicos relevantes para o contexto orienta as avaliações ambientais e sociais para questões específicas de gestão de recursos naturais. Como os processos ecológicos só se tornam serviços ecossistêmicos quando alguém os valoriza ou se beneficia deles, identificar serviços ecossistêmicos envolve julgamentos subjetivos. Para capturar esses julgamentos, é fundamental envolver várias fontes de

conhecimento, incluindo as partes interessadas no processo de identificação e priorização de serviços ecossistêmicos (BOERAEVE et al., 2018).

Para comparar os serviços ecossistêmicos identificados nesse estudo, foram selecionados arbitrariamente artigos de periódicos revisados por pares, publicados recentemente (menos de 5 anos) que também realizaram avaliação de diferentes serviços ecossistêmicos, em locais de estudo específicos.

Mesmo considerando que cada estudo selecionado utilizou-se de conceitos, objetivos e métodos diferentes, buscou-se traçar um paralelo entre os serviços identificados e não identificados, entre os métodos de identificação e os sistemas de classificação adotados. Com o intuito de facilitar a discussão, o Quadro 9 resume essa comparação.

Quadro 9: Comparação de métodos e classificação adotada entre diferentes estudos que identificaram e avaliaram serviços ecossistêmicos.

FONTE	LOCAL DE ESTUDO	MÉTODO DE IDENTIFICAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO ADOTADA
PRESENTE ESTUDO	Área de morros do Distrito do Saí, São Francisco do Sul, Brasil	Revisão bibliográfica; e entrevistas semi-estruturadas com pesquisadores e comunidade local	TEEB (2010)
(CARRILHO; SINISGALLI, 2018)	Baía do Araçá, São Sebastião, Brasil	Revisão bibliográfica; levantamento com especialistas; levantamento com a comunidade local	MEA (2005)
(FU et al., 2018)	Lagoas da bacia hidrográfica de Chengjiagou, China	Revisão bibliográfica	MEA (2005)
(GARCÍA-LLORENTE et al., 2018)	Áreas protegidas da Região da Andaluzia (sul de Espanha): Donaña e Sierra Nevada	Revisão bibliográfica; e oficinas participativas com gestores e pesquisadores;	Não mencionado
(HU et al., 2020)	Áreas cársticas da China	Revisão bibliográfica	Costanza et al. (2014)
(SANNIGRAHI et al., 2019)	Região estuarina de Sundarbans, Índia	Revisão bibliográfica	Costanza et al. (2014)

Fonte: organizado pelo Autor

Dos cinco estudos analisados, apenas um foi realizado no Brasil, no município de São Sebastião/SP, na região denominada Baía do Araçá (CARRILHO; SINISGALLI, 2018). Como

destaque em comum ao presente estudo, ambas áreas de pesquisa estão localizadas no bioma Mata Atlântica, uma área de extrema importância para a biodiversidade e intensamente pressionada e ameaçada (*hotspot*).

Em relação aos métodos, a revisão bibliográfica foi utilizada em todos os estudos, porém apenas dois utilizaram essa forma exclusivamente (HU et al., 2020; SANNIGRAHI et al., 2019). Ambos tiveram como objetivo, de forma geral, avaliar as mudanças do uso do solo nos valores econômicos dos serviços ecossistêmicos, utilizando técnicas e ferramentas avançadas de espacialização dos dados. A presente pesquisa utilizou mais de uma forma de identificação utilizando abordagens participativas, como recomendam diversos autores da literatura (BOERAEVE et al., 2018; COSTANZA et al., 2017; DENDONCKER et al., 2018; KABAYA et al., 2019; KENTER et al., 2016; LOPES; VIDEIRA, 2019; REILLY; ADAMOWSKI; JOHN, 2018).

Quanto à classificação adotada, percebe-se que todos os estudos possuem certa similaridade, mas todos podem acabar adaptando a classe do serviço ecossistêmico para a realidade local. Dois estudos (CARRILHO; SINISGALLI, 2018; FU et al., 2018) utilizaram o sistema de classificação (MEA, 2005), com adaptações e dois estudos adotaram o sistema de Costanza et al. (2014a), que por sua vez realizou uma consolidação de dois estudos anteriores (COSTANZA et al., 1997a; DE GROOT et al., 2012).

Referindo-se ao Quadro 2 de comparação dos sistemas de classificação, os serviços ecossistêmicos listados em (COSTANZA et al., 2014a) são similares aos listados em MEA (2005). (GARCÍA-LLORENTE et al., 2018) não menciona explicitamente o sistema de classificação adotado para identificação dos serviços ecossistêmicos. O presente estudo, por sua vez, foi o único a utilizar o sistema de TEEB (2010), que representa, na verdade, uma atualização da listagem de MEA (2005).

Consequentemente, verificando os serviços ecossistêmicos identificados nos estudos analisados, os mesmos seguem um padrão similar de classificação, sendo que as diferenças podem estar mais relacionadas ao local de estudo e ao método de identificação adotado. Em todos os estudos foram identificados serviços ecossistêmicos de quatro categorias, com exceção de Fu et al. (2018), que identificou apenas serviços provisão e regulação; e de Carrilho e Sinisgalli (2018), que não identificou serviços de suporte. Os serviços de regulação da água e produção de alimentos foram identificados em todos os estudos e serviços como regulação climática, abastecimento de água e serviços socioculturais foram identificados em pelo menos quatro dos cinco estudos analisados.

Como destaque, Carrilho e Sinisgalli (2018) identificaram quatro serviços não listados no sistema de classificação de MEA (2005): Proteção contra o aumento do nível do mar; Satisfação pela conservação do ambiente; Abrigo de embarcações; Acesso ao mar. Segundo os autores, esses serviços foram identificados apenas pela entrevista com comunidade local e especialistas e mostram a importância das etapas participativas, além da revisão bibliográfica.

Dos cinco estudos analisados, o valor de existência da satisfação pela conservação da biodiversidade foi um serviço ecossistêmico identificado apenas por Carrilho e Sinisgalli (2018) e García-Llorente et al. (2018). Esse serviço é categorizado como serviço sociocultural em ambos os trabalhos, porém não estão explícitos no sistema de classificação de MEA (2005), embora outros autores também tenham identificado a satisfação pela conservação da biodiversidade em seus trabalhos de avaliação de serviços ecossistêmicos (CHRISTIE et al., 2012; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2011, 2014; PASCUAL et al., 2015).

García-Llorente et al. (2018) identificaram como um serviço de provisão o fornecimento de energia limpa, o que condiz com o sistema de classificação de CICES (2017), um dos mais recentes e que aborda a energia como um serviço de provisão, diferentemente dos sistemas de Costanza et al. (2014), MEA (2005) e TEEB (2010).

Assim, de fato, uma das primeiras dificuldades encontradas ao realizar uma avaliação de serviços ecossistêmicos diz respeito à variedade de classificações possíveis. Tendo em vista a diversidade de sistemas, a escolha de um em detrimento de outro influencia o estudo como um todo, implicando nos resultados que a pesquisa alcançará. Com intuito de evitar confusões que pudessem inviabilizar a presente pesquisa, a determinação de qual sistema de classificação de serviços ecossistêmicos seria utilizado, foi realizada de maneira explícita logo no início dos trabalhos. Para facilitar comparações, conforme afirmam Fisher, Turner e Morling (2009), uma definição clara e única é necessária, tendo em vista o grande número de publicações que tratam de serviços ecossistêmicos, conforme já demonstrado.

Quanto ao questionário utilizado para identificar os serviços ecossistêmicos, a taxa de resposta obtida foi considerada satisfatória, frente ao que encontramos na literatura. Como exemplos, Posner, Getz e Ricketts (2016), avaliando a importância dos serviços ecossistêmicos como recurso para os tomadores de decisão, obtiveram taxa de resposta de 16% para questionários administrados eletronicamente em dois condados da Califórnia (EUA); Ndebele e Forgie (2017), administrando questionários entregues à domicílio pelo correio, obtiveram 42% de resposta para estimar o valor econômico da restauração de zonas úmidas na Nova Zelândia. Já em entrevistas face a face, Feng et al. (2018) obtiveram 92% de resposta para

valorar os serviços ecossistêmicos através da valoração contingente, na bacia hidrográfica do reservatório de Miyun (fonte de abastecimento de água do município de Pequim, China). Considerando as restrições impostas pela pandemia de Covid-19 durante o presente estudo, o questionário eletrônico utilizado mostrou-se efetivo para obtenção dos resultados.

Sobre o processo de avaliação da importância realizada durante a identificação dos serviços ecossistêmicos por pesquisadores e pela comunidade local, outros autores também realizaram avaliações de importância dos serviços ecossistêmicos (GARCÍA-LLORENTE et al., 2018; LIU et al., 2013; VAN BERKEL; VERBURG, 2014).

Investigando a integração entre gestão de recursos hídricos e serviços ecossistêmicos, Liu et al. (2013) utilizaram 5 escalas de importância e identificaram que os três principais serviços ecossistêmicos nas sub-bacias dos rios Murray e Darling, na Austrália, foram sequestro de carbono, moderação de eventos extremos e diversidade genética, com mais de 50% das pessoas indicando esses serviços como extremamente importantes.

Van Berkel e Verburg (2014), avaliando serviços socioculturais de paisagens agrícolas, identificaram que a beleza estética e recreação são serviços altamente valorizados para a paisagem da região do município de Winterswijk (Países Baixos), com médias respectivamente de 4,70 e 4,16. Mais recentemente, García-Llorente et al. (2018) avaliaram a importância dos serviços ecossistêmicos através de oficinas participativas com gestores e pesquisadores da Área Protegida de Sierra Nevada, no sul da Espanha, identificando o turismo de natureza, fornecimento de água e alimentos da agricultura como os serviços ecossistêmicos considerados mais importantes pelos participantes.

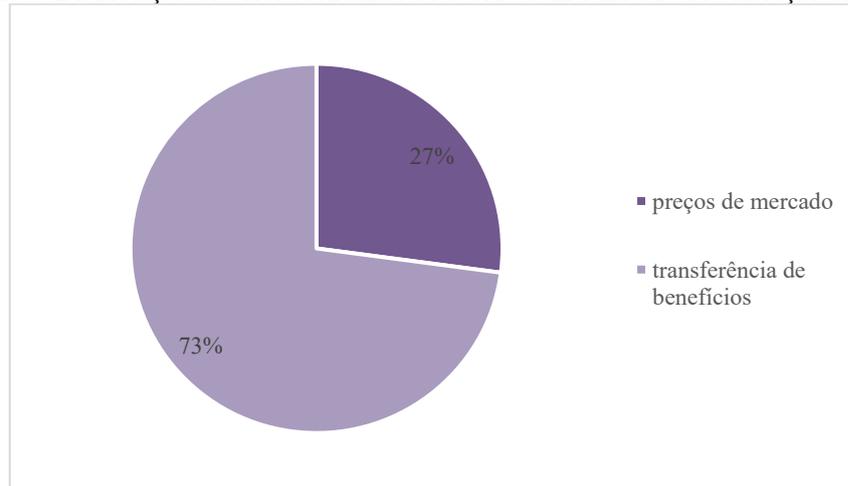
Já o presente estudo descobriu que o fornecimento de água é o serviço ecossistêmico considerado mais importante pelos pesquisadores e pela comunidade local, com expressivos 97% das pessoas indicando esse serviço como muito importante. Também se destacam o habitat para espécies, a polinização e a beleza estética com altos valores percentuais. Sendo assim, os quatro serviços ecossistêmicos mais pontuados como muito importante representam as quatro categorias estabelecidas em TEEB (2010), na seguinte ordem: provisão, suporte, regulação e sociocultural. Esses resultados se encaixam com a proposta de criação de um Refúgio de Vida Silvestre na área de estudo, conforme recomendou (UFSC, 2021).

4.3 VALOR ECONÔMICO DOS SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Essa seção apresenta os resultados da valoração econômica dos serviços ecossistêmicos para a área de estudo. Conforme já relatado, foram relacionados para o VET os serviços considerados muito importante por pelo menos dois terços dos respondentes da primeira etapa da pesquisa, totalizando oito serviços ecossistêmicos. Beleza estética e patrimônio e identidade cultural foram dois serviços avaliados em conjunto em função do método utilizado. Os demais serviços avaliados foram: abastecimento de água; ciência e educação; lazer e recreação; habitat para espécies; retenção de solo; polinização e regulação atmosférica.

Neste item, a apresentação dos valores econômicos está dividida pelas técnicas de valoração (preços de mercado e transferência de benefícios) e para cada serviço ecossistêmico valorado e, em seguida, apresenta-se o Valor Econômico Total dos serviços ecossistêmicos da área de estudo. A técnica de preço de mercado foi utilizada para valoração de fornecimento de água e ciência e educação e resultou em 27% do VET, enquanto a transferência de benefícios, utilizada para valoração do lazer e recreação; habitat para espécies; retenção de solo; polinização; beleza estética e patrimônio e identidade cultural; e regulação atmosférica, compreendeu 73% do valor total, conforme demonstra a Figura 7.

Figura 7: Distribuição do valor econômico de acordo com o método de valoração adotado.



Fonte: elaborado pelo autor.

4.3.1 Preços de mercado

Conforme os dados da ARIS (2015), a produção de água pelo ecossistema da área de estudo é de 135 litros por segundo, o que representa 60% da água tratada e distribuída em São Francisco do Sul, cujo total foi de 5.396.850 metros cúbicos no ano de 2019. A tarifa média por metro cúbico foi de R\$ 4,93, totalizando um valor para esse serviço ecossistêmico de R\$15.963.882,30 por ano— ou US \$ 3.972.133,19 convertido em dólar a uma taxa de 0,24882.

O valor da ciência e da educação, como serviço ecossistêmico para a valoração econômica, é considerado o valor aplicado para geração de conhecimento sobre a região, ou o valor econômico produzido pela região para a realização de pesquisas e estudos locais.

O valor do contrato firmado entre UFSC e PMSFS para execução do projeto “Nascentes do Saí” foi de R\$ 556.528,00, não havendo informações orçamentárias de outras pesquisas, com foco na região de abrangência, nos últimos 5 anos.

Dessa forma, considerando o “Nascentes do Saí” como o único valor produzido em ciência e educação nos últimos 5 anos, o valor anual produzido em pesquisas foi de R\$ 111.305,60 /ano. Convertendo-se em dólares de 2019, o valor do serviço ecossistêmico é de US\$ 27.695,06 /ano.

4.3.2 Transferência de benefícios

A técnica de transferência de benefícios foi utilizada para a valoração de sete serviços ecossistêmicos da área de estudo, sendo quatro serviços de regulação, um serviço de suporte e dois socioculturais, conforme apresentado na Tabela 5.

A transferência de benefícios assumiu um valor unitário constante por hectare por classe de cobertura do solo (Tabela 3), com base em Costanza et al. (2014), e multiplicou esse valor pela área de cada tipo na área de estudo (Tabela 1) para chegar aos totais agregados.

Com isso, entende-se que algumas importantes simplificações foram realizadas ao reduzir médias globais para área de estudo. Também cabem salientar as limitações seguidas do estudo de base de Costanza et al. (2014), como a quantidade de estudos utilizados para valoração de determinados serviços ecossistêmicos, até a classificação utilizada que podem levar a problemas também para a compatibilização na transferência de benefícios.

Tabela 5: Valor econômico dos serviços ecossistêmicos pela técnica de transferência de benefícios.

SERVIÇO ECOSSISTÊMICO	VALOR DOS SERVIÇOS
	ECOSSISTÊMICOS
	2019 US\$ / ano
Lazer e recreação	7.140.804,18
Beleza estética / patrimônio e identidade	35.955,15
Habitat para espécies	472.735,75
Retenção de solo	2.762.810,98
Polinização	249.102,86
Regulação Atmosférica	99.104,25

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cabe ressaltar, que apesar das limitações e restrições, as técnicas de transferência de benefícios são uma opção atraente para pesquisadores e formuladores de políticas que enfrentam restrições de tempo e orçamento (LOOMIS et al., 2000). A transferência de valor tem sido usada para valoração de recursos ambientais em muitos casos (LIN et al., 2021; ZHOU; WU; GONG, 2020).

Como observado anteriormente, a transferência de valor básico é, na melhor das hipóteses, uma primeira aproximação grosseira. Diversas adaptações nas técnicas podem ser apropriadas, como utilizar intervalos para os valores unitários, com base nos desvios padrão observados em Costanza et al. (2014), embora permaneçam existindo outras fontes de erro e ressalvas.

No entanto, segundo De Groot, Wilson e Boumans (2002) a solução desses problemas leva a estimativas ainda maiores para os valores econômicos. Por exemplo, com o aumento do número de estudos de avaliação disponíveis, as estimativas de valor unitário, em termos globais, vêm aumentando nos últimos anos. O uso de técnicas mais sofisticadas, normalmente em escalas locais e regionais, como, por exemplo, as técnicas de modelagem dinâmica e espacialmente explícita, também contribui para elevar as estimativas.

Outra questão importante ao fazer comparações ou transferir valores entre contextos socioeconômicos é o nível de dependência do ecossistema para serviços críticos. Por exemplo, muitas comunidades ricas podem não depender diretamente dos ecossistemas para sua subsistência (por exemplo, para o fornecimento de alimentos ou água potável), mas um estudo de avaliação focado apenas nos preços de mercado pode não captar a importância de tais serviços para a subsistência local.

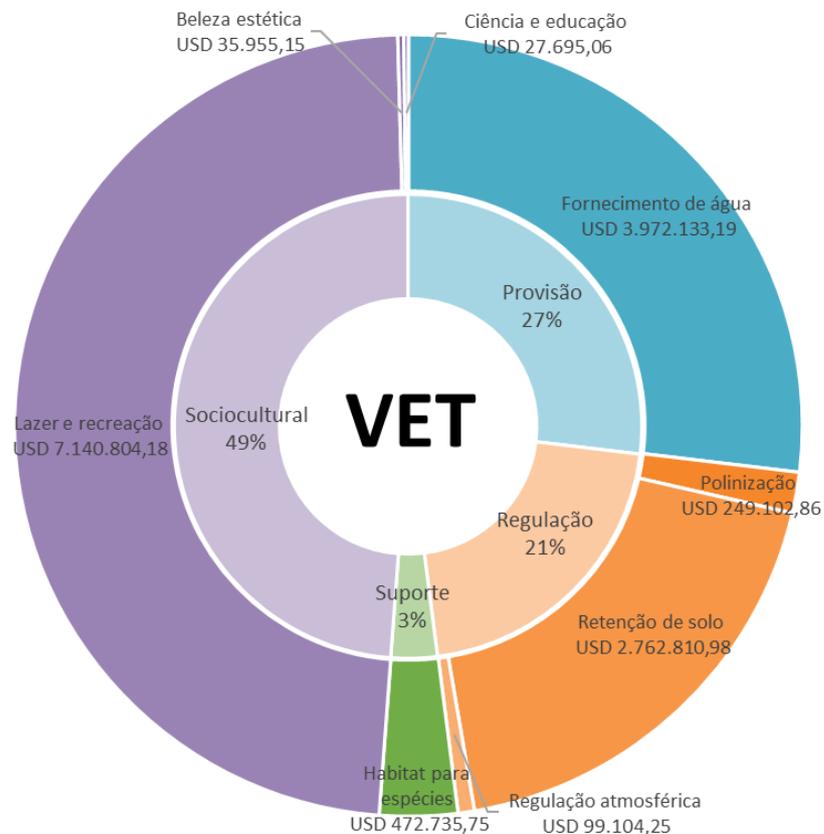
4.3.3 Valor Econômico Total

Para a área de estudo, assumiu-se que os serviços ecossistêmicos avaliados incorporam os valores de uso e de não uso mais importantes do local. O Valor Econômico Total (VET) encontrado foi de US\$ 14.760.341,42, com os valores apresentados na Tabela 6 (por categoria dos serviços ecossistêmicos) e Figura 8 (por serviço ecossistêmico).

Tabela 6: Valor Econômico Total (VET) das categorias de serviços ecossistêmicos da área de estudos		
CATEGORIAS DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS	VALOR ECONÔMICO (US\$/ano)	PERCENTUAL
Serviços de provisão	3.972.133,19	27%
Serviços de regulação	3.111.018,09	21%
Serviços de suporte	472.735,75	3%
Serviços socioculturais	7.204.454,39	49%
Valor Econômico Total (VET)	14.760.341,42	100%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 8: Valor econômico total dos serviços ecossistêmicos da área de estudos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O VET é uma forma de fazer a conversão de serviços ecossistêmicos em valor econômico. O princípio do VET estabelece que o valor de um recurso ambiental pode ser obtido pela soma dos bens e serviços por ele fornecidos, independentemente de seus benefícios receberem preços de mercado.

Primeiramente cabe salientar que expressar o valor dos serviços ecossistêmicos em unidades monetárias não significa que eles devam ser tratados como mercadorias que podem ser negociadas em mercados privados. Muitos serviços ecossistêmicos são bens públicos ou o produto de bens comuns que não podem (ou não devem) ser privatizados. Mesmo que a água e outros serviços de provisão entrem no mercado como bens privados, os ecossistemas que os produzem são bens comuns.

O VET do ecossistema da área de estudo em unidades monetárias é uma estimativa de seus benefícios para a sociedade expressos em unidades que se comunicam com um público amplo. Isso pode ajudar a aumentar a conscientização sobre a importância dos serviços ecossistêmicos para a sociedade e servir como uma ferramenta de comunicação para apoiar decisões melhores e mais equilibradas sobre o desenvolvimento sustentável.

Como já ressaltado, parte dos serviços ecossistêmicos identificados não foi valorada economicamente, pois consideramos que os valores econômicos devem estar em sintonia com os valores sociais identificados pelos entrevistados.

Com isso, o valor econômico dos serviços de provisão na área de estudo foi representado apenas pelo serviço de fornecimento de água (Figura 8). Isso porque os demais serviços dessa categoria identificados não estão na lista dos serviços ecossistêmicos mais considerados como muito importante para a criação de uma UC na área de estudo.

O preço da água praticado atualmente foi utilizado como *proxy* e representou cerca de 1/4 do valor econômico total (Tabela 6). Para o cálculo, optou-se pela utilização de dados conservadores, como os menores valores de vazão produzida na área de estudo e maiores em outras áreas, para encontrar um valor percentual de contribuição da área de estudo menor do que possivelmente ocorra na realidade.

Os serviços socioculturais possuem valores relevantes para a área de estudo, representando cerca de 49% do VET. Esse valor é composto principalmente pelo valor do serviço de lazer e recreação oferecido pelo ecossistema da área de estudo.

Nesse caso, não foram controlados fatores como os níveis de renda e outras condições socioeconômicas, níveis de preços, densidade populacional, distâncias entre os beneficiários e

o recurso, acessibilidade e presença de sítios substitutos e complementares. Uma caracterização adequada do contexto dos ecossistemas valorizados é uma tarefa problemática que tem sido investigada em várias meta-análises de valores de serviços socioculturais (DE GROOT et al., 2012; REYNAUD; LANZANOVA, 2017; TAYE et al., 2021).

Cabe salientar que técnicas de valoração com base em custo de viagem e avaliação contingente podem agregar na avaliação do ecossistema da área de estudo, recomendando-se que seja realizada futuramente uma investigação mais detalhada na área.

O valor dos serviços ecossistêmicos de regulação representa cerca de 21% do valor total da área de estudo. O serviço de retenção de solo é o que mais contribui para essa categoria. De fato, a retenção do solo traz benefícios que não são valorados explicitamente. A prevenção de danos de deslizamentos de terra, que permite a ocupação humana em áreas adjacentes aos morros do Distrito do Saí, pode ser estimada monetariamente através de técnicas de custos evitados ou custos de reposição.

A seguir detalhamos cada serviço ecossistêmico valorado economicamente e levantamos questões-chave sobre o processo de valoração realizado e os resultados obtidos, comparando-se, quando possível, com outros estudos publicados em periódicos revisados por pares.

4.3.3.1 Abastecimento de água

O abastecimento de água exige investimentos em infraestrutura e equipamentos concessionados pelo poder público municipal, para os quais arrecada-se uma tarifa de água da população abastecida. Essa tarifa é envolvida pelo balanço entre entradas e saídas de caixa que resulta em lucro ou prejuízo para a empresa concessionária.

Notadamente, a tarifa de água está relacionada de forma direta com a necessidade de equilíbrio econômico-financeiro da concessão municipal dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

No projeto concessionário de São Francisco do Sul, o equilíbrio econômico-financeiro da concessão municipal dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, do qual a tarifa de água faz parte, é avaliado pelo fluxo de caixa, que considera apenas dados operacionais, ou seja, não é composto por custos de financiamento, como amortização de empréstimos e de juros. Portanto, o valor do serviço ecossistêmico de fornecimento de água

encontrado na área de estudo é composto apenas pelos dados operacionais do serviço concessionado.

Para efeitos de comparação, o valor por hectare do fornecimento de água do ecossistema da área de estudo é de US\$ 592,66 / ha, para o ano de 2019. Guo et al. (2001) e Biao et al. (2010) também utilizaram o preço da água para estimar o valor do fornecimento de água potável em áreas diferentes na China, estimando valores de US\$ 11,79 / ha e US\$ 122,62 / ha, respectivamente. Ambos os estudos, no entanto, objetivaram avaliar mudanças no uso do solo e a influência da cobertura florestal das bacias de contribuição para a produção de água. Diferentemente do presente estudo, Guo et al. (2001) e Biao et al. (2010) não utilizaram valores reais de captação e produção de água potável.

Embora o presente estudo tenha utilizado dados reais de faturamento financeiro para estimar o valor econômico do fornecimento de água, isso não quer dizer que esse serviço só possui valor por ser efetivamente explorado economicamente. Caso não fosse, o fornecimento de água poderia ser valorado a partir de dados de vazão de água nos cursos d'água da região. Os estudos de UFSC (2021), a partir da medição direta da vazão em 9 cursos d'água da região do Distrito do Saí, mostraram que a produção de água na região pode ser estimada em mais de 1.800 L/s (vazão média). Caso essa vazão fosse utilizada para calcular o valor econômico desse serviço ecossistêmico, com a mesma tarifa de água praticada em 2019, o valor do fornecimento de água seria de R\$ 284.550.726,00. Esse valor, substancialmente maior do que o calculado pelo presente estudo, demonstra o potencial de valoração que esse serviço possui na região de estudo.

4.3.3.2 Ciência e Educação

O valor da ciência e da educação, como serviço ecossistêmico para a valoração econômica, é considerado o valor aplicado para geração de conhecimento sobre a região, ou o valor econômico produzido pela região para a realização de pesquisas e estudos locais.

O valor encontrado no presente estudo possivelmente foi subestimado uma vez que não abrange valores não materiais gerados pelo conhecimento produzido em outras instituições e instâncias educacionais, como redes primárias e secundárias de ensino. Algumas alternativas poderiam ser agregadas no valor do ecossistema da área de estudo, como a soma dos custos de outras pesquisas e saídas de campo de instituições públicas e privadas para a área de estudo ou, especificamente, para a área de morros proposta para a criação de UC (UFSC, 2021). No entanto, a informação desses custos pode ser de difícil acesso.

A valoração da Ciência e Educação ainda é dificultada pela subjetividade da informação e pela inexistência de dados orçamentários específicos o suficiente para relacionar a contribuição da área de estudo para a educação no ensino formal e informal.

Para efeitos de comparação, o estudo de Carrilho e Sinisgalli (2018) na Baía do Araçá (uma área de aproximadamente 50 hectares, no estado de São Paulo) encontrou um valor de US\$ 65.786,91 para o ano de 2014, para o serviço de desenvolvimento de atividades científicas e educacionais. Os autores consideraram os gastos estimados com pesquisas de 1980 a 2010, com atualização dos gastos para 2014, abrangendo valores dispendidos com teses e dissertações e custos calculados por página de livros e capítulos sobre a Baía do Araçá.

Além de utilizar um maior tempo de abrangência para a estimativa do valor econômico com base em pesquisas pretéritas, Carrilho e Sinisgalli (2018) estudaram uma área com maior quantidade de informações orçamentárias disponíveis. A Baía do Araçá possui características similares com a área de estudo, como o bioma Mata Atlântica e o ambiente costeiro, porém sua área é consideravelmente menor, o que suporta a ideia de um potencial ainda maior para a realização de pesquisas na área de estudo, o que elevaria o valor do serviço ecossistêmico.

4.3.3.3 *Lazer e recreação*

O valor do serviço de lazer e recreação foi o maior valor encontrado pela transferência de benefícios para a área de estudo, na ordem de US\$ 7.140.804,18, para o ano de 2019. No caso da área de estudo para criação do REVIS Nascentes do Saí, o valor econômico está majoritariamente atrelado ao seu ecossistema florestal.

O serviço de lazer e recreação é mais comumente avaliado por técnicas de valoração contingente, onde estima-se a DAP do respondente para utilizar o serviço (BRUGNARO, 1993; CUNHA, 2008; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2011; REN et al., 2020), ou pela técnica de custo de viagem (CARNEIRO, 2014; MARTÍN-LÓPEZ et al., 2009; PUEYO-ROS et al., 2018; VAN BERKEL; VERBURG, 2014), considerado como um modelo microeconômico que permite explicar o comportamento que leva um indivíduo a visitar um local.

De ambas as formas, a valoração de serviços socioculturais dependerá de características específicas de cada sistema socioecológico avaliado, envolvendo diversos elementos, como grau de desenvolvimento social, ambiental e econômico da população. Os problemas com as técnicas de avaliação, principalmente de serviços socioculturais, residem na grande complexidade dos sistemas socioecológicos, nos quais os serviços ecossistêmicos são usufruídos ou usados pelos humanos, como mostrou Martín-López et al. (2009).

Por toda essa complexidade, os serviços ecossistêmicos não mercantis constituem um dos tópicos mais interessantes na literatura de avaliação econômica, onde há preocupações intrínsecas e um debate contínuo sobre métodos (preferências declaradas ou preferências reveladas), valores (uso ou não uso) e validade / confiabilidade (viés metodológico, preferências lexicográficas, incorporação).

No caso dos valores unitários estipulados por Costanza et al. (2014) e utilizados no presente estudo, é interessante observar o serviço de lazer e recreação tem seu maior número por hectare para áreas urbanas, o qual foi obtido por Costanza et al. (2014) diretamente da base de dados ESV (DE GROOT et al., 2012), cuja fonte é um estudo de valoração de serviços ecossistêmicos na região da Catalunha (Espanha), a tese de Brenner-Guillermo (2007).

Entretanto, no estudo da Catalunha o autor classificou dois tipos de cobertura urbana: “*Urban greenspace*” e “*Urban/barren/burned/mining*” (BRENNER-GUILLERMO, 2007). Costanza et al. (2014) adotaram, para a sua valoração do serviço de lazer e recreação nas áreas urbanas, apenas o valor unitário de “*Urban greenspace*”.

Para a transferência de benefícios, esse pode ser um dos problemas em equivaler biomas de diferentes regiões do planeta, assim como haver pouca quantidade de estudos locais de valoração de serviços ecossistêmicos.

4.3.3.4 *Beleza estética / patrimônio e identidade cultural*

TEEB (2010) classifica separadamente, para valoração, quatro serviços socioculturais (relacionados aos benefícios estéticos, culturais, espirituais e de informação cognitiva), enquanto Costanza et al. (2014) somam os valores de outros serviços socioculturais (e não fazem uma média) para simplificar a valoração de “serviço cultural” como um único serviço ecossistêmico.

Isso demonstra o problema para avaliação de serviços ecossistêmicos causado pela diferença de classificação utilizada por diversos autores, especialmente para os serviços socioculturais, que dificulta as comparações e equivalências ao redor do mundo.

Com a transferência de benefícios, a simplificação de Costanza et al. (2014) foi seguida e o valor unitário de “serviço cultural” foi utilizado para valorar dois serviços socioculturais: beleza cênica e patrimônio e identidade cultural. O valor estimado foi de US\$ 35.955,15 para o ano de 2019.

Costanza et al. (2014), no entanto, utilizaram o mesmo valor unitário de Costanza et al. (1997), corrigido pela paridade do poder de compra. Com isso, constatou-se uma falta de

estudos atualizados no período, indicando a complexidade da tradução em valores econômicos dos diferentes serviços ecossistêmicos, relacionados com as diferentes classes de cobertura do solo.

Van Berkel e Verburg (2014), por exemplo, estimaram os valores de serviços socioculturais, como turismo e recreação, beleza estética, patrimônio cultural, espiritualidade e inspiração na paisagem e encontraram valores de € 0,62 / ha com base na DAP e de € 2,31 / ha com base no custo de viagem, para áreas do município de Winterswijk, na Holanda. No entanto, os autores não relacionaram esses valores com as classes de cobertura do solo.

Ainda que haja um viés do respondente para estimar esses valores e que a receita produzida pelo turismo e recreação seja provavelmente muito mais alta, novos estudos que correlacionam os valores econômicos aos diferentes biomas em escalas locais contribuirão, cada vez mais, para o aprimoramento da técnica de transferência de benefícios.

4.3.3.5 *Habitat para espécies*

Na área de estudo para criação do REVIS Nascentes do Saí, o habitat para as espécies possui um valor estimado de US\$ 472.735,75 por ano (2019). Esse serviço é considerado um suporte à manutenção da biodiversidade, cuja função contribui indiretamente para o bem-estar humano. Manter os processos naturais e os habitats saudáveis é fundamental para o fornecimento dos demais benefícios, sejam culturais, de provisão ou regulação.

Os valores unitários correspondentes às classes de cobertura do solo que são mais significativos para o valor da biodiversidade são os da agricultura e pastagem (1.505,36 US\$/ha/ano). Isso quer dizer que as espécies utilizadas na agricultura e pastagem também são valorizadas, uma vez que, mesmo quando exóticas, podem representar o valor dos ecossistemas naturais em determinadas paisagens.

Os serviços de suporte e habitat são frequentemente avaliados por meio de preços de mercado e fatores de renda, o que explica possivelmente os valores unitários mais representativos para pastagem e agricultura, já que a produção desses ecossistemas é avaliada monetariamente através do mercado.

A avaliação contingente também tem um grande potencial para a valoração dos benefícios gerados pela biodiversidade, estimando-se uma DAP para a manutenção e melhoria da biodiversidade, podendo inclusive ser utilizado uma UC na área de estudo como instrumento de proteção de serviços de suporte e habitat na região, o que nunca foi feito.

Muitos autores alertam para o risco de contagem dupla de serviços ecossistêmicos ao incluir a valoração de serviços de suporte e habitat (BOITHIAS et al., 2016; BOYD; BANZHAF, 2007; DE GROOT et al., 2010). A distinção é crucial em alguns tipos de contabilidade econômica, pois a contagem dupla pode ocorrer se essa categoria for avaliada além da categoria que está apoiando. No entanto, às vezes é necessário usar serviços de suporte como *proxy* para serviços que não podem ser medidos de outra forma.

Uma saída para a dupla contagem, sugerida por Hummel et al. (2019), pode ser não classificar cada serviço ecossistêmico para se enquadrar em uma das categorias possíveis, mas adquirir seu valor somando seus diversos valores para a sociedade. Avaliações com modelagens dinâmicas, espaciais e integradas podem contribuir para uma avaliação sistêmica dos serviços ecossistêmicos.

O problema pode partir da confusão na classificação dos serviços ecossistêmicos. O TEEB (2010) substituiu esta categoria por Serviços de Habitat ou serviço de refúgio para destacar a importância dos ecossistemas para fornecer habitat para espécies migratórias (por exemplo, como viveiros) e “protetores” de banco genético (por exemplo, habitats naturais que permitem processos de seleção natural para manter a vitalidade do banco genético).

4.3.3.6 Retenção de solo

O valor anual estimado para esse serviço ecossistêmico fornecido pela área de estudo, em 2019, foi de US\$ 2.762.810,98, valor formado quase que totalmente pela contribuição das formações florestais da Mata Atlântica (mais de 99% do valor total). De fato, as florestas tropicais possuem um dos maiores valores unitários (US\$ 418,43 / ha) para esse serviço ecossistêmico, o que representa sua importância para os benefícios da retenção de solo.

As outras classes de cobertura do solo que contribuem para o valor do serviço ecossistêmico na área de estudo, com menos de 1%, são as florestas plantadas (exóticas), pastagens e mosaicos de agricultura e pastagem.

O serviço ecossistêmico de retenção de solo representa os benefícios gerados pelos ecossistemas na retenção do solo, onde as raízes das plantas e a biota previnem danos de deslizamentos de terra e permitem a manutenção das terras cultiváveis. Esses benefícios muitas vezes são intangíveis e os métodos para determinar o seu valor econômico podem ser bastante imprecisos.

Normalmente esse serviço é avaliado através do método de custo evitado ou custo de reposição. O primeiro pode estabelecer os custos com a construção de infraestruturas para

conter os possíveis danos de um deslizamento de solo. O segundo pode estimar o valor para repor as perdas causadas pela ausência do serviço ecossistêmico, ou seja, por possíveis deslizamentos e deterioração do solo. Em ambos os casos, cabe ressaltar, os valores estimados são utilizados como *proxy* do valor do serviço ecossistêmico, pois as técnicas não capturam de formar eficaz valores intangíveis à retenção de solo pelos ecossistemas.

4.3.3.7 Polinização

A polinização é um serviço ecossistêmico dificilmente quantificável o que resulta em incertezas importantes durante a valoração econômica. Por outro lado, a polinização é um serviço ecossistêmico amplamente reconhecido pela população no Distrito do Saí, onde 89% classificaram-no como muito importante.

Para a área de estudo, as classes de cobertura do solo que mais contribuem unitariamente para o valor da polinização são a pastagem e o mosaico de agricultura e pastagem, que refletem a importância do serviço ecossistêmicos para as áreas produtivas (US\$ 42,78 / ha), especialmente quando são analisadas paisagens agrícolas. No caso da área de estudo para criação do REVIS Nascentes do Saí, o valor do serviço ecossistêmicos está atrelado principalmente às florestas tropicais, que possuem valor unitário de US\$ 37,20 / ha.

Esse serviço ecossistêmico agrega grandes benefícios às culturas agrícolas que dependem de elementos naturais, como vento e insetos, para o florescimento e reprodução. Variações na qualidade ambiental causam alterações nos fluxos da polinização e afetam não apenas a produtividade agrícola, mas também a reprodução das espécies nativas, forçando, em última instância, o aumento nos custos de produção para manutenção da produtividade ou de recuperação ambiental.

Esses fluxos do serviço ecossistêmico são de difícil mensuração, pois o seu processo estimativo exige um elevado nível de conhecimento dos processos ecológicos e dos seus impactos nas atividades humanas, o qual nem sempre está disponível.

Uma das formas para valoração econômica da polinização é o custo de reposição, cuja aplicação pode ser ilustrada pelo estudo de Allsopp et al. (2008) citado por Andrade (2010). O objetivo foi calcular o valor do serviço ecossistêmico de polinização para a indústria de frutas de Western Cape (África do Sul) para o ano de 2005.

Resumidamente, as hipóteses consideraram diversas variáveis como: i) os custos da produção de pólenes no caso da polinização manual e de pulverização de pólenes; ii) os custos de

aluguel de colônias de abelhas para polinização; iii) a quantidade de aplicações por hectare e o tempo de trabalho por trabalhador; iv) e custos gerais de trabalho por dia por trabalhador.

Os resultados apresentados em Allsopp et al. (2008) citados por Andrade (2010) foram de US\$ 358,40 por ano para polinização natural e US\$ 312,10 anuais para polinização “produzida”. Os resultados mostram a ordem de magnitude dos custos envolvidos na substituição do serviço ecossistêmico de polinização, indicando sua importância para a produtividade agrícola e também a necessidade de preservação de áreas naturais como hábitat para os polinizadores.

4.3.3.8 *Regulação Atmosférica*

O serviço de regulação atmosférica é o benefício obtido a partir do papel natural dos ecossistemas na regulação dos gases atmosféricos, como a camada de ozônio, o balanço de gás carbônico e oxigênio. Esse papel nos protege da radiação UV-b, prevenindo doenças e mantém a qualidade do ar que respiramos.

Na área de estudo de criação do REVIS Nascentes do Saí, o valor do serviço de regulação atmosférica está atrelado aos valores unitários de formação florestal, agricultura e pastagem. Apenas áreas urbanas não contribuem para o valor desse benefício, cujo total calculado, para o ano de 2019, é de US\$ 99.104,25 para a área de estudo.

Embora haja uma certa sobreposição de funções dos ecossistemas com o serviço de regulação climática, a valoração é realizada de forma distinta. As informações de redução e armazenamento de carbono pelas diferentes classes de cobertura do solo, combinado com preços do mercado de carbono podem oferecer uma estimativa para a regulação climática.

Para a regulação atmosférica, uma das alternativas de captação do valor econômico desse benefício é através de uma avaliação contingente, estimando-se a DAP para a melhoria da qualidade do ar e a diminuição dos impactos negativos causados pela poluição do ar. A criação de uma UC poderia ser utilizada como instrumento para a construção do cenário hipotético da avaliação contingente, o que ainda não foi encontrado na literatura.

Em outras escalas, o valor econômico também pode estar associado aos custos do sistema de saúde evitados pela melhoria da qualidade do ar e redução de procedimentos do sistema com doenças causadas pela poluição do ar ou pela intensificação da exposição à radiação UV-b.

4.3.4 Comparação do VET com outros locais de estudo

Na literatura são encontrados dezenas de estudos de caso de valoração dos serviços ecossistêmicos, onde uma das abordagens corresponde à pesquisa dos seus valores econômicos. Embora cada um possua um objetivo diferente, com utilização de métodos variados, para fins de comparação, foram selecionados arbitrariamente quatro estudos publicados em periódicos revisados por pares nos últimos 5 anos (CARRILHO; SINISGALLI, 2018; LIN et al., 2021; LIU et al., 2017; WEI et al., 2018), que encontraram o VET de diferentes serviços ecossistêmicos em uma determinada área de estudo, utilizando pelo menos duas técnicas de valoração (Quadro 10).

Quadro 10: Comparação entre diferentes estudos que encontraram o VET, realizando valoração econômica de diferentes serviços ecossistêmicos, utilizando diferentes abordagens de valoração.

FONTE	LOCAL DE ESTUDO	ÁREA (hectares)	PRINCIPAIS METODOS UTILIZADOS	VET	VET / hectare (US\$ 2019/ ano/ hectare)*
PRESENTE ESTUDO	Área de morros do Distrito do Saí, São Francisco do Sul, Brasil	6.702,2	Preços de mercado; transferência de benefício	14,760.341,42 US\$ 2019/ ano	2.202,31
(CARRILHO; SINISGALLI, 2018)	Baía do Araçá, São Sebastião, Brasil	50,0	Preços de mercado; custos de reposição; transferência de benefícios.	340.610,00 US\$ 2014/ ano	7.330,46
(LIU et al., 2017)	Reserva Natural Nacional de Wanglang, província de Sichuan, China	32.297,0	Preços de mercado; custos de viagem.	30.924.904,00 US\$ 2016/ ano	1.017,31
(WEI et al., 2018)	Áreas florestais das Reservas Naturais do Panda Gigante, China	3.006.349,0	Preços de mercado; custos de reposição; custos evitados; avaliações contingentes;	2,6 a 6,9 bilhões US\$ 2010 /ano	1.004,54 a 2.667,69
(LIN et al., 2021)	Florestas de Taiwan	3.600.000,0	Preços de mercado; custos de reposição; custos evitados;	47,6 bilhões US\$ 2016 /ano	14.047,22

FONTE	LOCAL DE ESTUDO	ÁREA (hectares)	PRINCIPAIS METODOS UTILIZADOS	VET	VET / hectare (US\$ 2019/ ano/ hectare)*
transferência de benefícios					

* Convertido para US\$ 2019 pelo *Consumer Price Index* (U.S. BLS, 2022). Fonte: organizado pelo Autor

Destacando-se as localidades das áreas de pesquisa, três dos quatro estudos comparados foram realizados no continente asiático e um no Brasil, na baía do Araçá, em São Sebastião/SP (CARRILHO; SINISGALLI, 2018). As áreas de estudo variam de 50,0 hectares (como é o caso da baía do Araçá) a 3,6 milhões de hectares, no caso das Florestas de Taiwan (LIN et al., 2021). Uma característica semelhante a todos os estudos comparados, incluindo a presente pesquisa, é a utilização do método de preços de mercado para valoração econômica. Os métodos de custos de reposição e transferência de benefícios estão em três dos quatro estudos analisados, enquanto a técnica de custo de viagem foi utilizada apenas por Liu et al. (2017) e a avaliação contingente apenas por Wei et al. (2018).

Quanto aos serviços ecossistêmicos valorados, dois estudos não encontraram técnicas ou dados adequados para valorar todos os serviços identificados (CARRILHO; SINISGALLI, 2018; WEI et al., 2018), assim como a presente pesquisa. Comparando-se com os quatro estudos, a presente pesquisa foi a única a valorar economicamente serviços ecossistêmicos de quatro categorias diferentes. Lin et al. (2021) não avaliou economicamente serviços de provisão das Florestas de Taiwan, enquanto Wei et al. (2018), Liu et al. (2017) e Carrilho e Sinisgalli (2018) não valoraram serviços de suporte.

De Wei et al. (2018), que avaliou os serviços ecossistêmicos das Reservas de Panda Gigante, na China, cabe destacar a valoração pela existência e legado da espécie e das reservas em si (sem os pandas). Os autores utilizaram dados de pesquisas que estimaram a disposição à pagar de visitantes da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) na China para aumentar a população de pandas em cativeiro em diferentes cenários e para aumentar as reservas, se houvesse pouca chance de que isso ajudasse a aumentar a população de pandas. Os autores também sugerem a valoração do uso da imagem dos pandas, em marcas e produtos comerciais utilizados em todo o mundo, porém não encontraram estudos para realizar essas estimativas.

Os resultados para o VET dos quatro estudos analisados mostram que os maiores valores foram encontrados por Wei et al. (2018) e Lin et al. (2021), que estudaram áreas significativamente grandes na China e em Taiwan, respectivamente. Os quatro estudos analisados não demonstram padrão ao comparar o VET por hectare. Para fins de comparação com a presente pesquisa, convertendo os resultados dos estudos para dólares de 2019, as maiores relações encontradas foram de US\$ 14.047,22 /ha por Lin et al. (2021) e de US\$ 7.330,46 /ha por Carrilho e Sinisgalli (2018). O presente estudo encontrou a relação de US\$ 2.202,31 /ha para o ecossistema da área de estudo, o que ficou mais próximo dos estudos de Liu et al. (2017) e Wei et al. (2018).

Conforme já ressaltado, cada um dos estudos analisados foi realizado com diferentes objetivos e utilizando métodos diversos, além estarem inseridos em diferentes contextos geográficos, econômicos e culturais. Nenhum dos quatro estudos analisados realizou avaliação dos serviços ecossistêmicos durante um processo de criação de uma UC e, até onde se sabe, não há estudos específicos que façam essa relação.

4.3.5 Comparação com o PIB

Referindo-se à Figura 2, a interação dos quatro tipos básicos de capital produz o bem-estar humano. O VET é a contribuição relativa do capital natural, que parte já está incluída no PIB, embutida na contribuição do capital natural para os bens e serviços comercializados, porém outra parte não é capturada no PIB, porque o valor está embutido em serviços que não são comercializados ou não são totalmente capturados em produtos e serviços comercializados.

Portanto, a presente estimativa do VET para a área de estudo permite uma analogia ao PIB da área de estudo, uma vez que o VET representa a contribuição relativa, expressa em unidades monetárias, dos ativos (ambientais) no momento atual.

A comparação com o PIB também é importante para que a tomada de decisão política (nesse caso, a criação de uma UC na área de estudo) possa avaliar ganhos e perdas em estoques e consequentes fluxos de serviços (análogo ao PIB). O valor presente descontado de tais mudanças de estoque e fluxo é uma medida de um componente de riqueza ou bem-estar inclusivo.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Distrito do Saí está dividido em 3 setores censitários, cuja população, em 2010, era de 1.625 habitantes (IBGE,

2010). O município de São Francisco do Sul, por sua vez, possuía, em 2010, um PIB per capita de 40.513,36 R\$ (IBGE, 2022).

Convertendo-se o VET para reais brasileiros, no último dia do ano de 2019 (EXCHANGE-RATES, 2021) e considerando uma taxa de variação do valor presente igual ao índice geral de preços – mercado (IGP-M) de 2010 a 2019 (FGV, 2022), o valor econômico total da área de estudo correspondeu, em 2010, à R\$ 35.189.367,76. Esses valores indicam que a relação entre o VET e o PIB do Distrito do Saí seria de 53%, para o ano de 2010.

Em termos globais, calculados por Costanza et. al (2014), o valor dos serviços ecossistêmicos globais é significativamente maior do que o PIB, demonstrando que os serviços ecossistêmicos são muito mais importantes para o bem-estar humano do que os indicadores econômicos convencionais demonstram. Por isso, segundo os autores, a contribuição dos serviços não contabilizados para o bem-estar humano é ignorada em políticas públicas.

Entende-se que as estimativas da relação entre VET e PIB no Distrito do Saí podem ser melhoradas de duas formas. A primeira com o aprimoramento das técnicas e aumento da disponibilidade de dados para valoração econômica local (custo viagem e valor contingente). A outra é com a utilização de dados do PIB efetivamente para a área geográfica do Distrito do Saí (territorial). Esses dados não estão disponíveis, para o que recomenda-se uma pesquisa específica. Caso estivessem, desde já poderiam ser confrontados minimamente com o valor do serviço de provisão de água para uma relação real entre o VET e o PIB da área de estudo.

Dadas as enormes incertezas envolvidas na valoração econômica, talvez nunca tenhamos uma estimativa muito precisa do valor dos serviços ecossistêmicos. No entanto, mesmo a estimativa inicial grosseira apresentada é um ponto de partida útil. Ela demonstra a necessidade de pesquisa adicional e também indica as áreas específicas que mais precisam de estudo adicional.

4.3.6 Relação do valor econômico para a criação de UC na área de estudo

O resultado da valoração econômica dos serviços ecossistêmicos mostrou que as quatro categorias definidas em TEEB (2010) e utilizadas no presente estudo (suporte, provisão, regulação e socioculturais) estão representadas pelos quatro serviços com maior valor econômico na área de estudo, quais sejam: i) lazer e a recreação proporcionados pelo contato das pessoas com o ecossistema do REVIS Nascentes do Saí; ii) o abastecimento direto de água para a população local e para parte dos habitantes da ilha de São Francisco do Sul; iii) a retenção

do solo que previne desastres de movimentos gravitacionais de massa nas encostas de morros da região; e iv) o habitat para espécies, representado pelo ambiente de morros e vegetação onde vive uma grande variedade de espécies.

Observando esses serviços, esse item apresenta uma discussão sobre a relação com a categorização de uma possível UC, com base nas categorias definidas pelo SNUC (BRASIL, 2000). A criação de uma UC, no entanto, não se resume aos serviços ecossistêmicos mais valorados economicamente. O processo de categorização é complexo e vem sendo estudado por diversas pesquisas buscando compreender as questões ambientais, sociais e político-administrativas envolvidas na criação de uma UC (BUTCHART et al., 2012; FIGUEIROA et al., 2020; LIN et al., 2016). Nesse sentido não é a intenção desse trabalho categorizar a UC unicamente a partir do valor econômico dos serviços ecossistêmicos.

Na classificação do SNUC há diversas nuances que diferenciam cada uma das categorias entre si, dentre elas os objetivos de conservação, a titularidade das terras, as atividades permitidas e os aspectos de gestão. As categorias do grupo de proteção integral possuem objetivo básico de preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, enquanto as do grupo de uso sustentável possuem como objetivo a compatibilização da conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000).

Nesse sentido entende-se que o conjunto dos quatro serviços ecossistêmicos com maior valor econômico aponta para a necessidade de uma proteção integral da área de estudo. Caso os valores econômicos sejam considerados na categorização, a UC na área de estudo deve alcançar resultados que mantenham ou potencializem o lazer e a recreação, o fornecimento de água, a retenção de solo e o habitat para espécies.

Quanto ao fornecimento de água entende-se que o valor da área de estudo está principalmente na regulação da qualidade e dos fluxos de vazão, que permitem a captação e o abastecimento da população. Esse benefício só é gerado pela área de estudo em função das características presentes, como o clima, a declividade e a cobertura florestal, o qual deverá ser integralmente protegido para que o serviço possa continuar sendo fornecido.

Portanto, a manutenção da prestação desses quatro serviços ecossistêmicos pela UC na área de estudo deve considerar a proteção integral da área de estudo, onde deve ser mantida a matriz florestal da paisagem e o uso indireto dos recursos naturais, restringindo a conversão da cobertura do solo para usos econômicos alternativos.

Dentre as cinco categorias de UCs de proteção integral, a Estação Ecológica e a Reserva Biológica não permitem o uso para lazer e recreação e, por isso, não seria indicada a criação de nenhuma das duas na área de estudo. As demais categorias (Parque Nacional¹, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre) permitem a visitação para lazer e recreação, bem como podem proporcionar a provisão de água, retenção do solo e habitat para espécies. Logo, observando esses serviços ecossistêmicos a categoria de uma UC na área de estudo deve estar entre Parque, Monumento Natural ou Refúgio de Vida Silvestre.

A partir disso a criação da UC deve considerar outros elementos que vão além dos serviços ecossistêmicos, como, por exemplo, a esfera administrativa de criação e gestão. No caso da área de estudo, na qual o processo de criação de uma UC ocorreu em nível municipal em uma área relativamente pequena de remanescente de mata atlântica e que está localizada inteiramente no território de um único município, o poder público municipal é, naturalmente, a esfera administrativa mais indicada.

A escolha entre Parque, Monumento Natural (MONA) ou Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) ainda deve levar em consideração as características naturais da região e os interesses de gestão no âmbito político-administrativo, uma vez que uma das principais características que diferenciam Parque das outras duas categorias é a titularidade das terras.

Os Parques são de posse e domínio públicos e as áreas particulares devem ser desapropriadas. O MONA e o REVIS podem ser constituídos de áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da unidade com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários.

Para a escolha entre MONA deve-se considerar a presença de sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica, enquanto o REVIS visa principalmente proteger os ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória.

Por compreender uma área de significativa importância ambiental, essa área foi estudada por uma equipe de diversos profissionais, com o objetivo de realizar um diagnóstico socioambiental para a criação de uma UC (UFSC, 2021), que culminou na homologação do REVIS Nascentes do Saí. A presente pesquisa encaixa-se nesse contexto e, por esse motivo, difere-se dos demais estudos encontrados na literatura que realizaram avaliação econômica de

¹ Segundo o SNUC (BRASIL, 2000), quando as UCs dessa categoria são criadas pelo Estado ou Município, são denominados, respectivamente, Parque Estadual e Parque Natural Municipal.

serviços ecossistêmicos em áreas protegidas pós criação ou áreas sem a proposição de criação de uma UC.

Esse fato, além de aumentar a importância do presente estudo, justifica a produção de conhecimento sobre o valor dos serviços ecossistêmicos com vistas ao processo de tomada de decisão, especialmente se considerarmos que nenhuma outra estimativa econômica e, tampouco, sociocultural havia sido realizada para a região do Distrito do Saí.

De fato, independentemente do nível de tomada de decisão ou em quais patamares de qualidade ambiental ou engajamento social se encontram os mais diversos estudos de caso, é clara a importância da identificação dos serviços ecossistêmicos e a necessidade de estimar o seu valor, seja na esfera biofísica, econômica ou sociocultural. Assim o presente estudo apresenta a identificação e valoração de serviços ecossistêmicos visando a criação do REVIS Nascentes do Saí, tornando-se uma ferramenta de consulta que permite, tanto as populações diretamente envolvidas, quanto os tomadores de decisão para criação de uma UC (poder público), obterem informações mais afinadas com seus desejos, necessidades e aspirações.

4.4 VALOR ECONÔMICO COMO VARIÁVEL PARA A CRIAÇÃO DA UC

O questionário foi aplicado com 46 pessoas (33 em entrevistas face a face e 13 online), sendo que 43,5% dos respondentes são moradores locais e o restante são não moradores (pesquisadores ou visitantes). O sexo feminino foi declarado por 54,3% dos respondentes e o restante declarou-se do sexo masculino. A idade mais declarada pelos respondentes, com 26%, foi entre 35 e 44 anos e nenhum respondente tinha 75 anos ou mais.

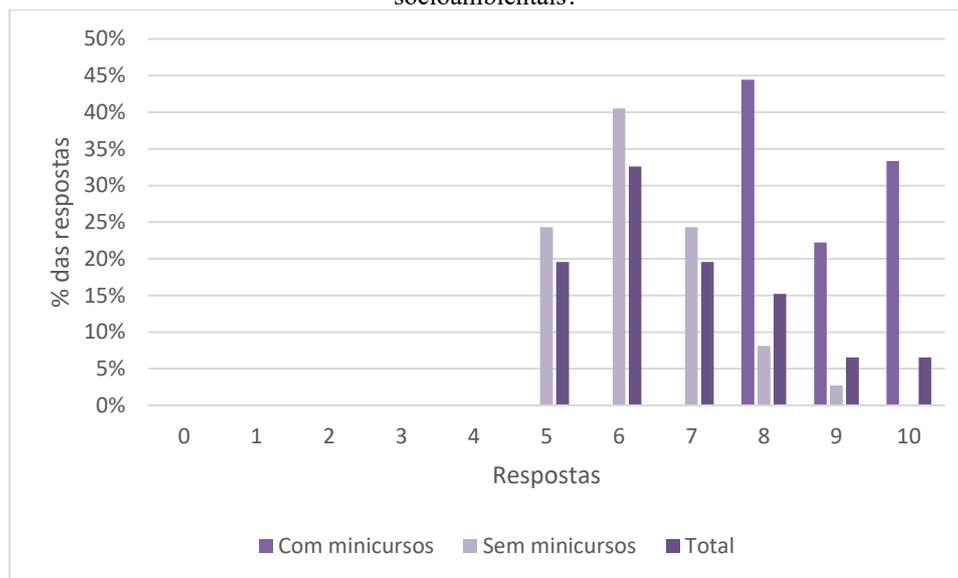
A escolha pela realização de entrevistas face a face se mostrou acertada, uma vez que o engajamento online desta etapa foi realmente menor, conforme previsto. O formulário online foi disponibilizado para o mesmo grupo de 78 pessoas que estão diretamente ligadas com o estudo de criação da UC, entre moradores, visitantes e pesquisadores. A taxa de resposta nesse caso foi de 16,67%.

É importante destacar que os participantes foram capacitados por meio de minicursos e oficinas sobre serviços ecossistêmicos. Dessa forma, a comunidade foi capacitada para a tomada de decisões, como forma de melhorar o desempenho dos formulários de pesquisa aplicados.

Somente nove respondentes (19,5%) que responderam ao questionário online afirmaram ter participado dos minicursos de formação do projeto Nascentes do Saí, parcial ou

integralmente. Esses são os que se consideram mais sensíveis às causas socioambientais, com média de 8,89 (a média dos que não participaram dos minicursos foi de 6,22). A média geral para a autodeclaração de sensibilidade às causas socioambientais foi de 6,74. Nenhum respondente declarou-se abaixo de 5 e 7% declarou-se na pontuação máxima.

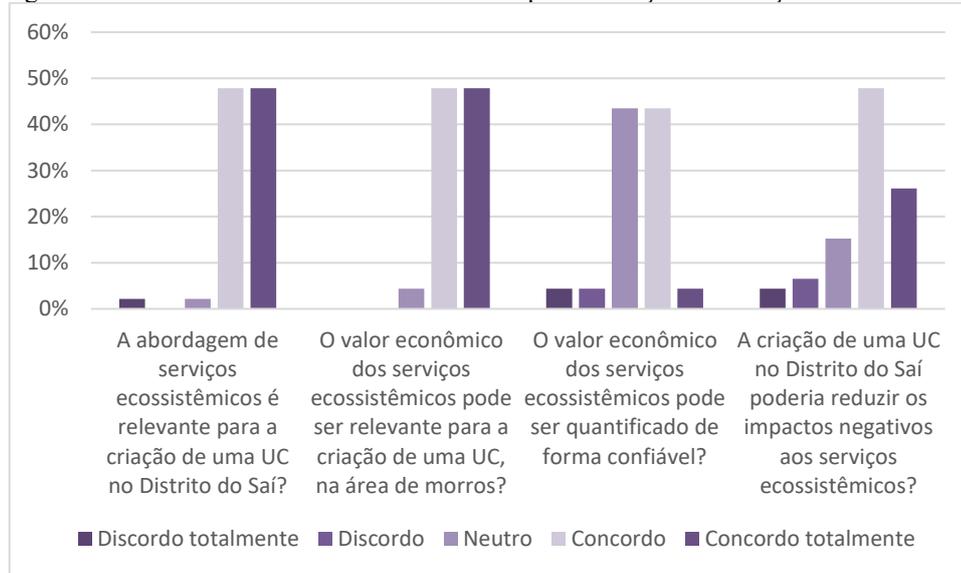
Figura 9: Resultados obtidos para a pergunta: “de 0 a 10, como você se declara sensível às causas socioambientais?”



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto às variáveis de resultado pesquisadas, a relevância da abordagem de serviços ecossistêmicos para a criação de uma UC na área de estudo, bem como a relevância do valor econômico dos mesmos foram confirmadas por 96% das respostas que concordam ou concordam totalmente com a variável. A confiabilidade dos métodos de valoração econômica foi confirmada por 47% das respostas, que concordaram ou concordaram totalmente com a variável, mas com destaque para 43% das pessoas que foram neutras. Já para a variável de redução de impactos negativos aos serviços ecossistêmicos pela criação de uma UC, as respostas de 74% das pessoas confirmaram a variável, com 11% de respostas negativas (discordo ou discordo totalmente), conforme mostra Figura 10.

Figura 10: Resultados das variáveis de resultado para avaliação de serviços ecossistêmicos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na presente pesquisa, a seleção das variáveis de relevância e confiabilidade foi baseada em Posner, Getz e Ricketts (2016), que identificaram variáveis de resultado para avaliar impactos da valoração dos serviços ecossistêmicos sobre tomadores de decisão de dois condados da Califórnia (EUA).

Em comparação, a pesquisa de Posner, Getz e Ricketts (2016) obteve resultados para a relevância da abordagem de serviços ecossistêmicos e relevância do valor econômico, porém em momentos distintos (pré e pós implementação de projeto de serviços ecossistêmicos), com dois grupos de análise e um de comparação. Os resultados das relevâncias foram confirmados por respostas de 78% a 100% dos entrevistados, confirmando as variáveis como impactantes para os tomadores de decisão entrevistados. Para a variável de confiabilidade os autores encontraram uma variação de 44% em um dos grupos de análise até 70% no grupo de comparação.

Os resultados obtidos com as variáveis de resultado na presente pesquisa foram similares. As relevâncias dos serviços ecossistêmicos e dos seus valores econômicos foram confirmadas por 96% dos entrevistados e a confiabilidade dos métodos de valoração econômica foi confirmada por 47%, enquanto outros 43% das respostas encontram-se na neutralidade para a confiabilidade.

4.5 ÍNDICES DE SALIÊNCIA PARA A CRIAÇÃO DA UC

O índice de saliência de Smith de cada serviço ecossistêmico é apresentado na Tabela 7 abaixo. Nota-se que o serviço de fornecimento de água foi o mais saliente (com índice de 0,719) para a criação de uma UC na área de estudo, seguido pelo serviço de hábitat para espécies (índice de 0,572).

Tabela 7: Índice de Saliência de Smith para os serviços ecossistêmicos no contexto da criação de uma UC na área de morros do Distrito do Saí.

Serviço Ecossistêmico	Saliência	Ranque médio	Frequência
Fornecimento de água	0,719	2,16	93,5
Habitat para espécies	0,572	2,63	76,1
Retenção do solo e proteção contra deslizamentos	0,412	3,53	73,9
Regulação atmosférica e purificação do ar	0,301	4,19	56,5
Ciência e educação	0,296	4,13	52,2
Polinização	0,286	4,35	56,5
Lazer e recreação	0,250	4,65	56,5
Patrimônio histórico-cultural	0,252	4,76	54,3

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando as médias de saliência para as categorias dos serviços ecossistêmicos e a saliência de seus respectivos valores econômicos, os resultados foram consideravelmente diferentes. Os índices de saliência dos valores econômicos de todas as categorias tiveram uma variação positiva, com aumento relativo entre 11,13% e 92,11%, conforme demonstrado na Tabela 8 abaixo.

Tabela 8: Comparação dos índices de saliência dos serviços ecossistêmicos e de seus respectivos valores econômicos.

Categoria	Saliência		Aumento relativo
	Serviços ecossistêmicos	Valor econômico	
Provisão	0,719	0,799	11,13%
Habitat	0,572	0,674	17,83%
Regulação	0,333	0,516	54,95%
Sociocultural	0,266	0,511	92,11%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os serviços socioculturais apresentaram um aumento significativo de saliência, passando de 0,266 para 0,511 com a valoração econômica, o que representa cerca de 92% de aumento relativo. Os serviços de regulação também tiveram um importante aumento relativo de saliência com a valoração econômica, com quase 55% de aumento relativo. A valoração econômica dos serviços de suporte apresentou aumento relativo de mais de 17% no índice de saliência. Já o valor econômico dos serviços de provisão manteve-se como o mais saliente para a criação da UC na área de estudo, com 0,799 e representou o menor aumento relativo da saliência com cerca de 11%.

A comparação entre os índices de saliência pode ser interpretada como uma forma virtual para observar diferenças. Evidentemente os resultados são influenciados pelas opções metodológicas. As duas listas individuais foram conduzidas dentro de algumas opções, porém com tamanhos diferentes, mesmo podendo ser indicadas livremente. As listas menores, com 4 posições, resultaram em índices maiores para avaliação dos serviços ecossistêmicos, o que pode ser positivo em termos de proteção ambiental.

No entanto, se comparadas as categorias de serviços ecossistêmicos, não houve alteração no ordenamento dos índices de saliência entre as duas listas. A ordem do mais saliente para o menos manteve-se Provisão, Suporte, Regulação e Sociocultural, confirmando, inclusive, os resultados da avaliação de importância do processo de identificação dos serviços ecossistêmicos na área de estudo. O que também se observa é a diminuição da diferença dos índices entre as categorias, dada a inversão das mesmas no ordenamento do aumento relativo.

Esses resultados demonstram que o valor econômico contribui para o aumento da saliência dos serviços ecossistêmicos no contexto de criação de uma UC na área de morros do Distrito do Saí, especialmente dos serviços socioculturais, que apresentaram um aumento significativo de saliência nesse contexto, passando de 0,266 para 0,511 com a valoração econômica, o que representa 92,11% de aumento relativo.

Os serviços socioculturais já foram relatados como claramente de enorme importância potencial para gerar e manter o interesse público em áreas naturais (VIEIRA et al., 2018). No entanto, são necessariamente difíceis de medir e de traduzir em valores quantitativos e/ou monetários, pois esse processo é firmemente enraizado nos valores normativos das culturas que são beneficiadas pelos ecossistemas, emergindo da complexa história de interações entre as pessoas e o meio ambiente (MEA, 2005).

Portanto, destaca-se a importância de promover discussões ligando áreas naturais e funções ecológicas com valores e benefícios socioculturais para a sociedade. Dessa forma

contribuiu-se para a tomada de decisões políticas em diferentes escalas, bem como para aumentar a conscientização e o conhecimento do público sobre o papel dos serviços ecossistêmicos na contribuição para o bem-estar humano.

De fato, as pontuações do índice de saliência fornecem boas perspectivas sobre o reconhecimento dos serviços ecossistêmicos no contexto de criação de uma UC, podendo ser exploradas com outras abordagens analíticas.

A abordagem de índice de saliência do presente pode ser facilmente replicada e aplicada para apoiar as decisões de planejamento e gerenciamento de UCs, como poderia ser usada para melhorar o apoio público às UCs, contribuindo para sua resiliência social (CUMMING, 2016). Nesse sentido, responder às avaliações de valor de serviços ecossistêmicos pode internalizar pelo menos parte de sua importância econômica na tomada de decisões, na contabilidade econômica e nas respostas políticas, sejam elas usando incentivos econômicos, ordenamento do território ou outras respostas regulatórias (DE GROOT et al., 2012).

5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa utilizou métodos participativos e revelou os interesses da população em serviços ecossistêmicos no âmbito da criação de uma UC na área continental de São Francisco do Sul. Com a participação da sociedade, representada através de diferentes partes interessadas, foram adicionados dois serviços ecossistêmicos aos demais identificados com auxílio da literatura, conforme sistema de classificação de TEEB (2010).

A pesquisa identificou que o serviço de fornecimento de água é especialmente importante para o contexto de criação de uma UC na área de estudo. A maioria dos respondentes, mais de uma vez, elencou a provisão de água como o serviço mais importante do local.

A água, conforme demonstrado, também possui importante relevância para o valor econômico total dos serviços ecossistêmicos da área de criação da UC. Pelo fato de ser distribuída para parte da população urbana de São Francisco do Sul, um programa de Pagamento por Serviços Ambientais pode ser projetado e implementado para atender aos anseios das partes interessadas em garantir a proteção desse bem comum.

Considerando o Distrito do Saí, essa pesquisa é o primeiro trabalho a levantar, discutir e publicar os serviços ecossistêmicos na região. Para o município de São Francisco do Sul, também não há estudos similares, podendo este servir de exemplo para projetos de pesquisas em outros contextos locais, como em áreas de morros em regiões costeiras do bioma Mata Atlântica.

Quanto aos aspectos metodológicos, cabe salientar que a presente pesquisa teve êxito em realizar a valoração dos serviços ecossistêmicos utilizando diferentes abordagens de contabilidade, agregando valores locais, através de preços de mercado, e valores no contexto global (transferência de benefícios).

A presente pesquisa estimou o valor econômico dos serviços ecossistêmicos considerando quatro categorias diferentes, conforme o padrão preconizado por Costanza et al. (1997), MEA (2005), TEEB (2010) e CICES (2017). Ressalta-se que o valor econômico total dos serviços ecossistêmicos encontrado (US\$ 14.760.341,42) foi estimado utilizando dados para evitar resultados supervalorizados, conforme foi apresentado e discutido, considerando que os métodos de valoração estão em constante aprimoramento.

Destaca-se que, no futuro, outros métodos podem ser aplicados na área de estudo para estimativas de novos valores, como, por exemplo, a valoração contingente e o custo de viagem,

que, com os prazos e recursos adequados, possuem alta viabilidade e aplicabilidade ao contexto da área de estudo. Seguindo-se a atual tendência de estudos recentemente publicados acerca da avaliação de serviços ecossistêmicos, o uso da modelagem de cenários e de experimentos de escolha fariam da área de estudo um local inédito com a aplicação desses métodos no Brasil.

Por fim, a presente pesquisa demonstrou que a valoração econômica aumenta a relevância dos serviços ecossistêmicos no contexto de criação de uma UC. Apesar das dificuldades e incertezas das técnicas para valoração, conforme relatado, o valor econômico aumenta especialmente a relevância dos serviços socioculturais.

Em conclusão, espera-se que a presente pesquisa contribua para o desenvolvimento de um programa de Pagamento por Serviços Ambientais na área de criação da UC e preencha uma lacuna atual na valoração dos serviços ecossistêmicos, fornecendo uma referência informativa para a sociedade e formuladores de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, C. et al. The use of contingent valuation for evaluating protected areas in the developing world: Economic valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, São Paulo State (Brazil). **Ecological Economics**, v. 66, n. 2–3, p. 359–370, 2008.

ALARCON, G. G. et al. Weakening the Brazilian legislation for forest conservation has severe impacts for ecosystem services in the Atlantic Southern Forest. **Land Use Policy**, v. 47, p. 1–11, 2015.

ANDRADE, D. C. **Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da economia ecológica**. [s.l: s.n.].

ARIS, A. R. I. DE S. Relatório Técnico Gerencial do Consórcio Água e Esgoto do Município de São Francisco do Sul / SC. n. Tomo I, 2015.

ARROW, K. et al. Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation. **Federal Register**, v. 58, n. 10, p. 4601–4614, 1993.

ARROW, K. J. et al. Sustainability and the measurement of wealth. **Environment and Development Economics**, v. 17, n. 3, p. 317–353, 2012.

BAGSTAD, K. J. et al. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. **Ecosystem Services**, v. 5, p. 27–39, 2013.

BAILLY, D. et al. The conservation of migratory fishes in the second largest river basin of South America depends on the creation of new protected areas. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 31, n. 9, p. 2515–2532, 2021.

BALDI, G. et al. Opportunities drive the global distribution of protected areas. **PeerJ**, v. 2017, n. 2, 2017.

BARAL, H. et al. Economic evaluation of ecosystem goods and services under different landscape management scenarios. **Land Use Policy**, v. 39, p. 54–64, 2014.

BERBÉS-BLÁZQUEZ, M.; GONZÁLEZ, J. A.; PASCUAL, U. Towards an ecosystem services approach that addresses social power relations. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 19, p. 134–143, 2016.

BERGHÖFER, A. et al. **ValuES Methods Database. Finding suitable methods for assessing ecosystem services**. Disponível em: <http://www.aboutvalues.net/method_database/>. Acesso em: 19 jul. 2022.

BERNUÉS, A. et al. Socio-cultural and economic valuation of ecosystem services provided by Mediterranean mountain agroecosystems. **PLoS ONE**, v. 9, n. 7, 2014.

BERNUÉS, A. et al. Quantifying the multifunctionality of fjord and mountain agriculture by means of sociocultural and economic valuation of ecosystem services. **Land Use Policy**, v. 48, p. 170–178, 2015.

BIAO, Z. et al. Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. **Ecological Economics**, v. 69, n. 7, p. 1416–1426, 2010.

BOERAEVE, F. et al. Participatory identification and selection of ecosystem services: Building on field experiences. **Ecology and Society**, v. 23, n. 2, 2018.

BOITHIAS, L. et al. Analysis of the uncertainty in the monetary valuation of ecosystem services - A case study at the river basin scale. **Science of the Total Environment**, v. 543, p. 683–690, 2016.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics**, v. 63, n. 2–3, p. 616–626, 2007.

BRASIL. Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Diário Oficial da União**, 2000.

BRASIL. Lei Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021. **Diário Oficial da União**, v. 9, seção 1, p. 1–18, 2021a.

BRASIL, M. DO D. R. **Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2019**. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 25 set. 2021b.

BRENNER-GUILLERMO, J. **Valuation of ecosystem services in the Catalan coastal zone**. [s.l: s.n.].

BRINER, S.; ELKIN, C.; HUBER, R. Evaluating the relative impact of climate and economic changes on forest and agricultural ecosystem services in mountain regions. **Journal of Environmental Management**, v. 129, p. 414–422, 2013.

BRUGNARO, C. **VALOR ATRIBUÍDO PELA POPULAÇÃO ÀS MATAS CILIARES DA BACIA DO RIO CORUMBATAÍ, SP**. [s.l.] Universidade de São Paulo, 1993.

BUNSE, L.; RENDON, O.; LUQUE, S. What can deliberative approaches bring to the monetary valuation of ecosystem services? A literature review. **Ecosystem Services**, v. 14, p. 88–97, 2015.

BUTCHART, S. H. M. et al. Protecting important sites for biodiversity contributes to meeting global conservation targets. **PLoS ONE**, v. 7, n. 3, 2012.

CARNEIRO, D. Q. **Características Econômicas Do Valor De Uso E De Não Uso**

De Parques Sobre Dunas. [s.l.] UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2014.

CARRILHO, C. D.; SINISGALLI, P. A. DE A. Contribution to Araçá Bay management: The identification and valuation of ecosystem services. **Ocean and Coastal Management**, v. 164, n. March, p. 128–135, 2018.

CBD. Convention on Biological Diversity. p. 306–319, 1992.

CBD. Convention on Biological Diversity: Aichi biodiversity targets. 2010.

CHAPE, S. et al. Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences**, v. 360 (1454), p. 443–455, 2005.

CHEN, H. The ecosystem service value of maintaining and expanding terrestrial protected areas in China. **Science of the Total Environment**, v. 781, p. 146768, 2021.

CHRISTIE, M. et al. An evaluation of monetary and non-monetary techniques for assessing the importance of biodiversity and ecosystem services to people in countries with developing economies. **Ecological Economics**, v. 83, n. 2012, p. 67–78, 2012.

COELHO-JUNIOR, M. G. et al. Exploring plural values of ecosystem services: Local peoples' perceptions and implications for protected area management in the atlantic forest of Brazil. **Sustainability (Switzerland)**, v. 13, n. 3, p. 1–20, 2021.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387 (6630), p. 253–260, 1997a.

COSTANZA, R. et al. **An introduction to ecological economics**. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 1997b. v. 12

COSTANZA, R. et al. The value of coastal wetlands for hurricane protection. **AMBIO: J. Hum. Environ.**, v. 37, p. 241–248, 2008.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 152–158, 2014a.

COSTANZA, R. et al. Simulation games that integrate research, entertainment, and learning around ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 10, p. 195–201, 2014b.

COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, p. 1–16, 2017.

COSTANZA, R. Valuing natural capital and ecosystem services toward the goals of

efficiency, fairness, and sustainability. **Ecosystem Services**, v. 43, n. September 2019, p. 101096, 2020.

CUMMING, G. S. The relevance and resilience of protected areas in the Anthropocene. **Anthropocene**, v. 13, p. 46–56, 2016.

CUNHA, F. L. J. **Valoração dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas**. [s.l.] UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2008.

DAILY, G. C. **Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems**. Washington D.C.: Island Press, 1997.

DANIEL, T. C. et al. Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 23, p. 8812–8819, 2012.

DASGUPTA, P. et al. How to measure sustainable progress. **Science**, v. 350, n. 6262, p. 748, 2015.

DE GROOT, R. et al. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 50–61, 2012.

DE GROOT, R. S. et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, n. 3, p. 260–272, 2010.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393–408, 2002.

DENDONCKER, N. et al. How can integrated valuation of ecosystem services help understanding and steering agroecological transitions? **Ecology and Society**, v. 23, n. 1, 2018.

DUDLEY, N. **Guidelines for applying protected area management categories**. [s.l: s.n.].

DUPRAS, J.; PARCERISAS, L.; BRENNER, J. Using ecosystem services valuation to measure the economic impacts of land-use changes on the Spanish Mediterranean coast (El Maresme, 1850–2010). **Regional Environmental Change**, v. 16, n. 4, p. 1075–1088, 2016.

EXCHANGE-RATES. **Taxas de câmbio entre Reais Brasileiros (BRL) para Dólares Americanos (USD) em 31 de dezembro de 2019**. Disponível em: <<https://pt.exchange-rates.org/Rate/BRL/USD/31-12-2019>>. Acesso em: 25 set. 2021.

FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological

concepts for valuing ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 375–392, 2002.

FARLEY, J. Ecosystem services: The economics debate. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 40–49, 2012.

FARLEY, J. et al. Extending market allocation to ecosystem services: Moral and practical implications on a full and unequal planet. **Ecological Economics**, v. 117, p. 244–252, 2015.

FENG, D. et al. Factors influencing willingness to accept in the paddy land-to-dry land program based on contingent value method. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 392–402, 2018.

FGV. **FGV Dados**. Disponível em: <<https://extra-ibre.fgv.br/IBRE/sitefgvdados/default.aspx>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

FIGUEIROA, A. C. et al. How to choose the best category for a protected area? A multicriteria analysis method based on ecosystem services conservation. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 192, n. 7, 2020.

FISHER, B.; BATEMAN, I.; TURNER, R. K. Valuing ecosystem services: Benefits, values, space and time. **The United Nations Environment Programme**, n. January, p. 58–69, 2011.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643–653, 2009.

FU, B. et al. Assessment of the ecosystem services provided by ponds in hilly areas. **Science of the Total Environment**, v. 642, p. 979–987, 2018.

FÜRST, C. et al. Evaluating the role of ecosystem services in participatory land use planning: proposing a balanced score card. **Landscape Ecology**, v. 29, n. 8, p. 1435–1446, 2014.

GAITÁN-CREMASCHI, D. et al. Applicability of economic instruments for protecting ecosystem services from cultural agrarian landscapes in Doñana, SW Spain. **Land Use Policy**, v. 61, p. 185–195, 2017.

GAO, J. 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**, v. 163, p. S148–S155, 2017.

GARCÍA-LLORENTE, M. et al. What can conservation strategies learn from the ecosystem services approach? Insights from ecosystem assessments in two Spanish protected areas. **Biodiversity and Conservation**, v. 27, n. 7, p. 1575–1597, 2018.

GASCOIGNE, W. R. et al. Valuing ecosystem and economic services across land-use scenarios in the Prairie Pothole Region of the Dakotas, USA. **Ecological Economics**, v. 70, n. 10, p. 1715–1725, 2011.

GBRMPA. **Great Barrier Reef Region Strategic Assessment: Strategic assessment report**. Townsville: [s.n.].

GELDMANN, J. et al. Effectiveness of terrestrial protected areas in reducing habitat loss and population declines. **Biological Conservation**, v. 161, p. 230–238, 2013.

GRÊT-REGAMEY, A. et al. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. **Ecosystem Services**, v. 26, n. April 2016, p. 306–315, 2017.

GUO, Z. et al. Ecosystem functions, services and their values - A case study in Xingshan County of China. **Ecological Economics**, v. 38, n. 1, p. 141–154, 2001.

HANSEN, K. et al. Rancher Preferences for a Payment for Ecosystem Services Program in Southwestern Wyoming. **Ecological Economics**, v. 146, n. October 2017, p. 240–249, 2018.

HU, Z. et al. Changes in ecosystem service values in karst areas of China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 301, n. May, p. 107026, 2020.

HUETING, R. et al. The concept of environmental function and its valuation. **Ecological Economics**, v. 25, n. 1, p. 31–35, 1998.

HUMMEL, C. et al. Protected Area management: Fusion and confusion with the ecosystem services approach. **Science of the Total Environment**, v. 651, p. 2432–2443, 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2000. Características da População e dos domicílios**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 fev. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico 2010. Características da População e dos domicílios**. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 19 fev. 2021.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <<https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>>. Acesso em: 19 fev. 2021.

IBGE. **Portal Cidades e Estados**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc/sao-francisco-do-sul.html>>. Acesso em: 16 abr. 2022.

ISBELL, F. et al. High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. **Nature**, v. 477, n. 7363, p. 199–202, 2011.

ISLAM, M. et al. Valuing natural capital and ecosystem services: a literature review. **Sustainability Science**, v. 14, n. 1, p. 159–174, 2019.

JIANG, C. et al. Quantification and assessment of changes in ecosystem service in the Three-River Headwaters Region, China as a result of climate variability and land cover change. **Ecological Indicators**, v. 66, p. 199–211, 2016.

KABAYA, K. et al. Investigating future ecosystem services through participatory scenario building and spatial ecological–economic modelling. **Sustainability Science**, v. 14, n. 1, p. 77–88, 2019.

KANTHARAJAN, G. et al. Impact of terrestrial protected areas on the fish diversity and habitat quality: Evidence from tropical river Pranhita, India. **Journal for Nature Conservation**, v. 68, n. November 2021, p. 126187, 2022.

KENTER, J. O. et al. What are shared and social values of ecosystems? **Ecological Economics**, v. 111, p. 86–99, 2015.

KENTER, J. O. et al. The impact of information, value-deliberation and group-based decision-making on values for ecosystem services: Integrating deliberative monetary valuation and storytelling. **Ecosystem Services**, v. 21, n. December 2015, p. 270–290, 2016.

LI, S. et al. Enhancing protected areas for biodiversity and ecosystem services in the Qinghai–Tibet Plateau. **Ecosystem Services**, v. 43, n. January, p. 101090, 2020.

LIN, J. C. et al. Valuation of forest ecosystem services in Taiwan. **Forests**, v. 12, n. 12, p. 1–16, 2021.

LIN, S. et al. Identifying local-scale wilderness for on-ground conservation actions within a global biodiversity hotspot. **Scientific Reports**, v. 6, n. May, p. 1–13, 2016.

LIU, P. et al. What are the benefits of strictly protected nature reserves? Rapid assessment of ecosystem service values in Wanglang Nature Reserve, China. **Ecosystem Services**, v. 26, p. 70–78, 2017.

LIU, S. et al. Bringing ecosystem services into integrated water resources management. **Journal of Environmental Management**, v. 129, p. 92–102, 2013.

LLOPIS, J. C. et al. Year-to-year ecosystem services supply in conservation contexts in north-eastern Madagascar: Trade-offs between global demands and local needs. **Ecosystem Services**, v. 48, n. April 2020, 2021.

LOOMIS, J. et al. Measuring the total economic value of restoring ecosystem services in an impaired river basin: Results from a contingent valuation survey. **Ecological Economics**, v. 33, n. 1, p. 103–117, 2000.

LOPES, R.; VIDEIRA, N. Valuing marine and coastal ecosystem services: An integrated participatory framework. **Ocean and Coastal Management**, v. 84, p. 153–162, 2013.

LOPES, R.; VIDEIRA, N. How to articulate the multiple value dimensions of ecosystem services? Insights from implementing the PARTICULATES framework in a coastal social-ecological system in Portugal. **Ecosystem Services**, v. 38, n. September 2018, p. 100955, 2019.

LUISETTI, T.; JACKSON, E. L.; TURNER, R. K. Valuing the European “coastal blue carbon” storage benefit. **Marine Pollution Bulletin**, v. 71, n. 1–2, p. 101–106, 2013.

MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. Effects of spatial and temporal scales on cultural services valuation. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 2, p. 1050–1059, 2009.

MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. The conservation against development paradigm in protected areas: Valuation of ecosystem services in the Doñana social-ecological system (southwestern Spain). **Ecological Economics**, v. 70, n. 8, p. 1481–1491, 2011.

MARTÍN-LÓPEZ, B. et al. Trade-offs across value-domains in ecosystem services assessment. **Ecological Indicators**, v. 37, n. PART A, p. 220–228, 2014.

MEA, M. E. A. **Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis** (Island Press, Ed.). Washington D.C.: Island Press, 2005.

NDEBELE, T.; FORGIE, V. Estimating the economic benefits of a wetland restoration programme in New Zealand: A contingent valuation approach. **Economic Analysis and Policy**, v. 55, p. 75–89, 2017.

NEUGARTEN, R. A. et al. **Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services: guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage sites, and protected areas**. [s.l.: s.n.].

OBENG, E. A.; AGUILAR, F. X. Value orientation and payment for ecosystem services: Perceived detrimental consequences lead to willingness-to-pay for ecosystem services. **Journal of Environmental Management**, v. 206, p. 458–471, 2018.

OJEA, E.; MARTIN-ORTEGA, J.; CHIABAI, A. Defining and classifying ecosystem services for economic valuation: The case of forest water services. **Environmental Science and Policy**, v. 19–20, p. 1–15, 2012.

PALOMO, I. et al. Participatory scenario planning for protected areas management under the ecosystem services framework: The Doñana social-ecological system in Southwestern Spain. **Ecology and Society**, v. 16, n. 1, 2011.

PALOMO, I. et al. National Parks, buffer zones and surrounding lands: Mapping ecosystem service flows. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 104–116, 2013.

PARRON, L. M. et al. Research on ecosystem services in Brazil: a systematic review. **Revista Ambiente e Agua**, v. 14, n. 3, 2019.

PASCUAL, U. et al. On the value of soil biodiversity and ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 15, p. 11–18, 2015.

PETRONI, M. L.; SIQUEIRA-GAY, J.; GALLARDO, A. L. C. F. Understanding land use change impacts on ecosystem services within urban protected areas. **Landscape and Urban Planning**, v. 223, n. March, p. 104404, 2022.

PLIENINGER, T. et al. Exploring futures of ecosystem services in cultural landscapes through participatory scenario development in the Swabian Alb, Germany. **Ecology and Society**, v. 18, n. 3, 2013.

POSNER, S.; GETZ, C.; RICKETTS, T. Evaluating the impact of ecosystem service assessments on decision-makers. **Environmental Science and Policy**, v. 64, p. 30–37, 2016.

PUEYO-ROS, J. et al. Ecological Restoration of a Coastal Wetland at a Mass Tourism Destination. Will the Recreational Value Increase or Decrease? **Ecological Economics**, v. 148, n. January 2017, p. 1–14, 2018.

QUIJAS, S. et al. Linking biodiversity, ecosystem services, and beneficiaries of tropical dry forests of Latin America: Review and new perspectives. **Ecosystem Services**, v. 36, n. March, 2019.

RECUERO VIRTO, L.; WEBER, J. L.; JEANTIL, M. Natural Capital Accounts and Public Policy Decisions: Findings From a Survey. **Ecological Economics**, v. 144, n. August 2017, p. 244–259, 2018.

REILLY, K.; ADAMOWSKI, J.; JOHN, K. Participatory mapping of ecosystem services to understand stakeholders' perceptions of the future of the Mactaquac Dam, Canada. **Ecosystem Services**, v. 30, p. 107–123, 2018.

REMME, R. P. et al. Monetary accounting of ecosystem services: A test case for Limburg province, the Netherlands. **Ecological Economics**, v. 112, p. 116–128, 2015.

REN, Y. et al. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River basin. **Journal of Cleaner Production**, v. 268, p. 122301, 2020.

REYNAUD, A.; LANZANOVA, D. A Global Meta-Analysis of the Value of Ecosystem Services Provided by Lakes. **Ecological Economics**, v. 137, p. 184–194, 2017.

RIDDING, L. E. et al. The importance of landscape characteristics for the delivery of cultural ecosystem services. **Journal of Environmental Management**, v. 206, p. 1145–1154, 2018.

SANNIGRAHI, S. et al. Ecosystem service value assessment of a natural reserve region for strengthening protection and conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 244, n. April, p. 208–227, 2019.

SANTOS VIEIRA, F. A. et al. Social media data reveals multiple cultural services along the 8.500 kilometers of Brazilian coastline. **Ocean and Coastal Management**, v. 214, n. March, 2021.

SARKER, A.; ROSS, H.; SHRESTHA, K. K. A common-pool resource approach for water quality management: An Australian case study. **Ecological Economics**, v. 68, n. 1–2, p. 461–471, 2008.

SCHIRPKE, U. et al. Positive effects of payments for ecosystem services on biodiversity and socio-economic development: Examples from Natura 2000 sites in Italy. **Ecosystem Services**, v. 34, n. March, p. 96–105, 2018.

SCOLOZZI, R. et al. Ecosystem services-based SWOT analysis of protected areas for conservation strategies. **Journal of Environmental Management**, v. 146, n. 2014, p. 543–551, 2014.

SEROA DA MOTTA, R.; ORTIZ, R. A. Costs and Perceptions Conditioning Willingness to Accept Payments for Ecosystem Services in a Brazilian Case. **Ecological Economics**, v. 147, n. January, p. 333–342, 2018.

SHEN, Z. et al. Willingness to pay for ecosystem services of open oceans by choice-based conjoint analysis: A case study of Japanese residents. **Ocean and Coastal Management**, v. 103, p. 1–8, 2015.

SMITH, J. J.; BORGATTI, S. P. Salience Counts And So Does Accuracy: Correcting and Updating a Measure for Free-List-Item Salience. **Journal of Linguistic Anthropology**, v. 7, n. 2, p. 208–209, 1997.

SOARES-FILHO, B. et al. Role of Brazilian Amazon protected areas in climate change mitigation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 107, n. 24, p. 10821–10826, 2010.

TAYE, F. A. et al. The economic values of global forest ecosystem services: A meta-analysis. **Ecological Economics**, v. 189, n. July, p. 107145, 2021.

TAYLOR, M. F. J. et al. What works for threatened species recovery? An empirical evaluation for Australia. **Biodiversity and Conservation**, v. 20, n. 4, p. 767–777, 2011.

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Economic and Ecological Foundations. v. 22, n. 2, p. 65–72, 2010.

TURNER, K. G. et al. A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. **Ecological Modelling**, v. 319, p. 190–207, 2015.

U.S. BLS, U. S. B. O. L. S. **CPI Inflation Calculator**. Disponível em: <https://www.bls.gov/data/inflation_calculator.htm>. Acesso em: 11 maio. 2022.

UFSC. **Diagnóstico Socioambiental Nascentes do Saí, São Francisco do Sul-SC**. Relatório ed. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

UNEP-WCMC. **World Database of Protected Areas**. Disponível em: <<https://www.protectedplanet.net/en>>. Acesso em: 19 jan. 2021a.

UNEP-WCMC. **Protected Area Profile for Brazil from the World Database of Protected Areas**. Disponível em: <www.protectedplanet.net>. Acesso em: 20 jan. 2001b.

VAN BERKEL, D. B.; VERBURG, P. H. Spatial quantification and valuation of cultural ecosystem services in an agricultural landscape. **Ecological Indicators**, v. 37, n. PART A, p. 163–174, 2014.

VAN HARDEVELD, H. A. et al. How valuing cultural ecosystem services can advance participatory resource management: The case of the Dutch peatlands. **Ecosystem Services**, v. 34, n. December 2017, p. 113–125, 2018.

VELASCO-MUÑOZ, J. F. et al. An Analysis of the Worldwide Research on the Socio-Cultural Valuation of Forest Ecosystem Services. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 4, 2022.

VIDAL-LEGAZ, B. et al. Trade-offs between maintenance of ecosystem services and socio-economic development in rural mountainous communities in southern Spain: A dynamic simulation approach. **Journal of Environmental Management**, v. 131, p. 280–297, 2013.

VIEIRA, F. A. S. et al. A salience index for integrating multiple user perspectives in cultural ecosystem service assessments. **Ecosystem Services**, v. 32, n. August, p. 182–192, 2018.

VILLA, F. et al. Designing an integrated knowledge base to support ecosystem services valuation. **Ecological Economics**, v. 41, p. 445–456, 2002.

WANG, B.; ZHANG, Q.; CUI, F. Scientific research on ecosystem services and human well-being: A bibliometric analysis. **Ecological Indicators**, v. 125, p. 107449, 2021.

WATSON, J. E. M. et al. The performance and potential of protected areas. **Nature**, v. 515, n. 7525, p. 67–73, 2014.

WEI, F. et al. The Value of Ecosystem Services from Giant Panda Reserves. **Current Biology**, v. 28, n. 13, p. 2174- 2180.e7, 2018.

WILLEMEN, L. et al. Safeguarding ecosystem services and livelihoods: Understanding the impact of conservation strategies on benefit flows to society. **Ecosystem Services**, v. 4, p. 95–103, 2013.

YOUNG, C. E. F.; MEDEIROS, R. **Quanto vale o verde: a importância econômica das Unidades de Conservação brasileiras**. Rio de Janeiro: Conservação Internacional, 2018.

ZAMBRANO-MONSERRATE, M. A. The economic value of the Andean Condor: The national symbol of South America. **Journal for Nature Conservation**, v. 54, n. January, p. 125796, 2020.

ZHOU, J.; WU, J.; GONG, Y. Valuing wetland ecosystem services based on benefit transfer: A meta-analysis of China wetland studies. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, p. 122988, 2020.

ANEXO A – Formulário de identificação de serviços ecossistêmicos

SEÇÃO 1

Identificação dos Serviços Ecossistêmicos do Distrito do Saí

"Serviços Ecossistêmicos são os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas"

Essa pesquisa integra a dissertação de mestrado acadêmico do programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) do aluno Matheus Morganti Baldim. O objetivo principal da pesquisa é realizar a valoração dos Serviços Ecossistêmicos do Distrito do Saí.

Com isso pretende-se contribuir no processo de diagnóstico socioambiental para a criação de uma Unidade de Conservação no Distrito do Saí, município de São Francisco do Sul/SC: Projeto Nascentes do Saí.

O tempo aproximado para resposta desse questionário é de 10 minutos.

O questionário pode ser respondido pela comunidade local do Distrito do Saí, moradores, visitantes e especialistas do Projeto Nascentes do Saí ou qualquer pessoa que tenha alguma relação com o Distrito do Saí.

Agradeço por participar do estudo!

Dúvidas, sugestões e informações: matheusbaldim@gmail.com, ou 48 99123-3132, ou com qualquer integrante de nossa equipe.

SEÇÃO 2

Qual é o seu nome: _____

Qual é o seu vínculo com o Distrito do Saí:

- a) Morador(a)
- b) Pesquisador(a)
- c) Visitante
- d) Outro _____

Qual é a sua idade: _____

SEÇÃO 3

Fornecimento de alimentos	Os ecossistemas podem fornecer alimentos que podem ser extraídos diretamente da natureza, como frutas, castanhas, folhas e raízes ou proporcionar condições para a criação e o cultivo de alimentos (agricultura e pecuária)
---------------------------	--



O Distrito do Saí (área terrestre) fornece alimentos para a população?

Sim ___ Não ___ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

- 1 – Nada importante
- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante
- 5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 4

Fornecimento de água	As bacias hidrográficas realizam a filtração, retenção e armazenamento de água, que é utilizada para consumo humano, irrigação da agricultura e na indústria.	
----------------------	---	---

O Distrito do Saí (área terrestre) fornece água para a população?

Sim ___ Não ___ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

- 1 – Nada importante
- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante
- 5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 5

Matérias-primas	A natureza produz de madeira em tora para construção, madeira para lenha, combustível e fibras	
-----------------	--	---

O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ___ Não ___ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

- 1 – Nada importante
- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 6

Recursos genéticos	Os ecossistemas fornecem recursos genéticos para remédios e medicamentos, recursos ornamentais (artesanato, etc.) e recursos para combater pragas e doenças	
--------------------	---	---

O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 7

Regulação atmosférica	Os ecossistemas desempenham papel na regulação dos gases atmosféricos, como a camada de ozônio, o balanço de gás carbônico e oxigênio. Esse papel nos protege da radiação UV-b, prevenindo doenças e mantém a qualidade do ar que respiramos.	
-----------------------	---	---

O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 8

Retenção de solo As raízes vegetais e a biota desempenham papel na retenção do solo, prevenindo danos de deslizamentos de terra e permitindo a manutenção das terras cultiváveis



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder ____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 9

Redução de poluição Os ecossistemas realizam o tratamento de efluentes, controlam a poluição e reduzem os agentes tóxicos para os seres humanos



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder ____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 10

Polinização Os ecossistemas fornecem polinizadores para a reprodução das espécies vegetais



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 11

Fornecimento de habitat Viveiros, áreas de reprodução, habitat para espécies residentes e migratórias



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 12

Patrimônio e identidade cultural Os ecossistemas proporcionam valor patrimonial e identificação cultural para as pessoas.



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante
- 5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 13

Lazer e recreação	Os ecossistemas possuem paisagens utilizadas para lazer e recreação, como viagens, ecoturismo e esportes ao ar livre	
-------------------	--	---

O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ___ Não ___ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

- 1 – Nada importante
- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante
- 5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 14

Ciência e educação	A variedade de espaços da natureza com valor científico e educacional (uso de sistemas naturais para excursões escolares e pesquisa científica)	
--------------------	---	---

O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ___ Não ___ Não sei responder _____

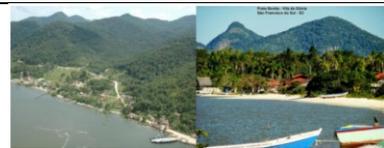
De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

- 1 – Nada importante
- 2 – Não muito importante
- 3 – Neutro
- 4 – Importante
- 5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 15

Beleza estética A paisagem possui uma beleza cênica, que permitem a apreciação e a contemplação da paisagem e a valorização de imóveis.



O Distrito do Saí (área terrestre) presta esse serviço para a população?

Sim ____ Não ____ Não sei responder _____

De 1 a 5, qual o grau de importância você dá para esse benefício do Distrito do Saí?

1 – Nada importante

2 – Não muito importante

3 – Neutro

4 – Importante

5 – Muito importante

Justifique suas respostas (opcional):

SEÇÃO 16

OUTROS

Cite outros serviços ecossistêmicos fornecidos pelo Distrito do Saí que não foram listados nesse questionário.

ANEXO B – Formulário de avaliação dos serviços ecossistêmicos

SECÃO 1:

Informações para identificar o perfil dos entrevistados

Entrevistado: _____ **Idade:** _____ **Sexo:** () M () F () Outro

*** Qual é o seu vínculo com a área continental de São Francisco do Sul (Distrito do Saí)?:**

- () Morador(a)
- () Visitante
- () Trabalhador(a)
- () Poder Público
- () Outro _____

*** Você participou dos minicursos de formação oferecidos pelo Projeto Nascentes do Saí?:**

- () Sim, integralmente
- () Sim, parcialmente
- () Não

*** De 0 a 10, como você se declara sensível às causas socioambientais?:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

SECÃO 2:

Nessa parte, preciso saber sua opinião sobre Serviços Ecossistêmicos e Unidades de Conservação. Antes, algumas informações para te ajudar:

>> O que são serviços ecossistêmicos?

>> Os serviços ecossistêmicos são os benefícios da natureza para as pessoas. Eles são vitais para o bem-estar humano e para as atividades econômicas.

>> Para facilitar, podemos dividir os serviços ecossistêmicos em 4 categorias:

> Serviços de provisão: são os produtos que as pessoas obtêm da natureza, como alimentos, água, madeira, sementes, carvão, plantas medicinais.

> Serviços de regulação: são os benefícios que obtemos da regulação do ambiente feita pelos ecossistemas e seres vivos, como a regulação do clima, a purificação do ar que respiramos, controle de erosão e manutenção do solo fértil, polinização, regulação dos fluxos de água, proteção contra deslizamentos e inundações.

> Serviços de suporte: são as funções e os processos ecológicos que sustentam todo o ecossistema e são responsáveis pela produção de todos os serviços ecossistêmicos, como a formação de solo, ciclagem de nutrientes, habitat para espécies.

> Serviços socioculturais: são os benefícios que as pessoas obtêm do contato com a natureza que contribuem para a cultura e as relações sociais, como a identidade cultural, contemplação da beleza cênica, inspiração para cultura e arte, lazer e recreação.

>> E o que são Unidades de Conservação?

>> Unidade de Conservação (UC) é a denominação dada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000) às áreas naturais passíveis de proteção por suas características especiais. São “espaços territoriais e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção da lei”

>> Para que serve uma UC?

>> As UCs têm a função de salvaguardar a representatividade de porções significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, habitats e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

1) Você considera que a abordagem de serviços ecossistêmicos é relevante para a criação de uma UC no Distrito do Saí?				
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo, nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
2) Você acredita que conhecer o valor econômico dos serviços ecossistêmicos pode ser relevante para a criação de uma UC na região de morros no Distrito do Saí?				
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo, nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
3) Você acredita que o valor econômico dos serviços ecossistêmicos (ex. R\$/ano) pode ser quantificado de forma confiável?				
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo, nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
4) Você considera que a criação de uma UC no Distrito do Saí poderia reduzir os impactos negativos aos serviços ecossistêmicos promovidos pela região?				
Discordo totalmente	Discordo	Não concordo, nem discordo	Concordo	Concordo totalmente

SEÇÃO 3:

Agora, listamos abaixo alguns dos serviços ecossistêmicos presentes na área de morros do Distrito do Saí.

Esses são apenas alguns exemplos. Eles foram identificados através de uma consulta prévia com a comunidade local e com especialistas do projeto Nascentes do Saí, durante o desenvolvimento dos estudos de diagnóstico para a criação de uma UC na área de morros do Distrito do Saí.

*** Considerando a região de morros do Distrito do Saí enumere os serviços ecossistêmicos por ordem de importância, para a criação de uma UC, conforme o seu entendimento (no mínimo 3):**

Lembre-se: serviços ecossistêmicos são os benefícios que as pessoas obtêm da natureza.

SERVIÇO	ORDEM DE IMPORTÂNCIA (de 1 a 9)
HABITAT PARA ESPÉCIES	
FORNECIMENTO DE ÁGUA	
LAZER E RECREAÇÃO	
RETENÇÃO DE SOLO E PROTEÇÃO CONTRA DESLIZAMENTOS	
REGULAÇÃO ATMOSFÉRICA E PURIFICAÇÃO DO AR	
POLINIZAÇÃO	
CICLAGEM DE NUTRIENTES, COMO NITROGÊNIO, FÓSFORO E OUTROS ELEMENTOS	
PATRIMÔNIO E IDENTIDADE CULTURAL	
CIÊNCIA E EDUCAÇÃO (AMBIENTE PARA DESENVOLVIMENTO INTELLECTUAL E COGNITIVO)	

Agora você precisa saber os valores econômicos dos serviços ecossistêmicos.

Mas atenção! Esses valores são apenas uma estimativa e representam possíveis grandezas dos serviços ecossistêmicos para o sistema econômico. Lembre-se, esses valores econômicos não representam o valor ecológico, nem o valor social de cada um desses serviços.

Mas como foi feita essa valoração econômica?

Aplicamos duas técnicas. A técnica de valoração com base em "preços de mercado" permite avaliar os serviços ecossistêmicos que possuem dados reais disponíveis para a área de estudo, como os serviços de fornecimento de água e ciência e educação. Já a técnica de "transferência de benefícios" permite valorar os demais serviços ecossistêmicos, com base em resultados de estudos de outros locais similares, a partir de uma simplificação com as classes de uso e cobertura do solo.

Lembrando:

Serviços ecossistêmicos são os benefícios da natureza para as pessoas. Eles são vitais para o bem-estar humano e para a economia.

- > Serviços de provisão: são os produtos que as pessoas obtêm da natureza, como alimentos, água, madeira, sementes, carvão, plantas medicinais.
- > Serviços de regulação: são os benefícios que obtemos da regulação do ambiente feita pelos ecossistemas e seres vivos, como a regulação do clima, a purificação do ar que respiramos, controle de erosão e manutenção do solo fértil, polinização, regulação dos fluxos de água, proteção contra deslizamentos e inundações.
- > Serviços de suporte: são as funções e os processos ecológicos que sustentam todo o ecossistema e são responsáveis pela produção de todos os serviços ecossistêmicos, como a formação de solo, ciclagem de nutrientes, habitat para espécies.
- > Serviços socioculturais: são os benefícios que as pessoas obtêm do contato com a natureza que contribuem para a cultura e as relações sociais, como a identidade cultural, contemplação da beleza cênica, inspiração para cultura e arte, lazer e recreação.

*** Considerando os resultados da valoração econômica apresentados abaixo, como um valor a ser protegido pela criação de uma UC na área de morros do Distrito do Saí, enumere as categorias de serviços ecossistêmicos, por ordem de importância, conforme o seu entendimento:**

VALOR ECONÔMICO (US\$/ano)	SERVIÇO ECOSSISTÊMICO	ORDEM DE IMPORTÂNCIA (de 1 a 4)
3.972.133,19	SERVIÇOS DE PROVISÃO	
3.111.018,09	SERVIÇOS DE REGULAÇÃO	
498.969,25	SERVIÇOS DE SUPORTE	
7.204.454,39	SERVIÇOS SOCIOCULTURAIS	