

## Serviços ecossistêmicos.

O papel fundamental dos rios.

**Verónica Ferreira**

MARE/ U. Coimbra

### CATEGORIA

Artigo

### CITAÇÃO

Ferreira, V. (2024)

Serviços ecossistêmicos,

*Rev. Ciência Elem.*, V12(01):005.

[doi.org/10.24927/rce2024.005](https://doi.org/10.24927/rce2024.005)

### EDITOR

João Nuno Tavares

Universidade do Porto

### EDITOR CONVIDADO

Rute Coimbra

Universidade de Aveiro

### RECEBIDO EM

17 de agosto de 2023

### ACEITE EM

06 de novembro de 2023

### PUBLICADO EM

15 de abril de 2024

### COPYRIGHT

© Casa das Ciências 2024.

Este artigo é de acesso livre, distribuído sob licença Creative Commons com a designação [CC-BY-NC-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), que permite a utilização e a partilha para fins não comerciais, desde que citado o autor e a fonte original do artigo.

[rce.casadasciencias.org](https://rce.casadasciencias.org)



Serviços ecossistêmicos são os bens e recursos que as pessoas obtêm dos ecossistemas e que lhes trazem um benefício (por exemplo, contribuem para a sua sobrevivência, realização de atividades, bem-estar). Os serviços ecossistêmicos podem ser diretos se são usados diretamente pelas pessoas (como água, alimento, fibras, espaço para atividades de lazer) ou indiretos se contribuem para a manutenção do ecossistema e o fornecimento de serviços diretos (e incluem, por exemplo, os ciclos da água e dos nutrientes, a manutenção da biodiversidade). Os serviços ecossistêmicos diretos podem ser do tipo consumptivo (como água, alimento, fibras) ou não-consumptivo (como espaço para atividades de lazer) dependendo se a sua utilização reduz a sua quantidade disponível. Os serviços ecossistêmicos podem também ser classificados de acordo com o tipo de benefício que proporcionam às pessoas; por exemplo, os serviços de aprovisionamento incluem os produtos que as pessoas consomem como água, alimento, fibras e energia, enquanto os serviços culturais incluem os benefícios imateriais que se obtêm dos ecossistemas como valores estéticos, valores espirituais e atividades de lazer. Os múltiplos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos rios não podem ser tomados como garantidos em face das múltiplas ameaças a que estes ecossistemas estão sujeitos. Uma abordagem para promover a proteção e o restauro dos rios (e outros ecossistemas) é a identificação dos serviços ecossistêmicos que fornecem e a sua valoração económica. O pagamento por serviços ecossistêmicos pode também contribuir para incentivar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas. A saúde dos ecossistemas é fundamental para garantir o fornecimento contínuo dos serviços ecossistêmicos.

### Serviços ecossistêmicos: definição, tipos e abordagens.

Serviços ecossistêmicos, serviços do ecossistema, serviços ecológicos ou serviços ambientais, são os benefícios – bens e recursos – que as pessoas obtêm dos ecossistemas<sup>1,2</sup>. Os serviços ecossistêmicos podem ser diretos ou indiretos<sup>1,2</sup>. Os serviços diretos são aqueles que estão diretamente ligados aos benefícios tangíveis que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Estes serviços são geralmente mais visíveis e facilmente quantificáveis, e, no caso dos rios, incluem, por exemplo, o fornecimento de alimentos (como peixe ou agriões), água (para consumo, rega, uso industrial, etc.), fibras (como juncos para cestaria), materiais inertes (como areias para construção) e atividades de recreação (como banhos ou pesca desportiva). Os serviços indiretos são aqueles que não são utilizados diretamente pelas pessoas, mas que desempenham um papel essencial no funcionamento dos ecossistemas e no fornecimento dos serviços diretos. Exemplos de serviços indiretos fornecidos pelos rios são a reciclagem de nutrientes, que é essencial à saúde do ecossistema e à manutenção da qualidade da água, e a regulação climática, que contribui para a manutenção de temperaturas amenas nas áreas circundantes. No entanto, a identificação de um serviço ecossistémico como direto ou indireto nem sempre é clara e depende frequentemente do contexto. Por exemplo, o fornecimento de água pelos rios pode ser um serviço ecossistémico direto quando considerada a utilização direta da água pelas

peças (para consumo, rega, etc.) ou indireto quando considerada a importância da água na manutenção do ecossistema e no fornecimento de outros serviços.

Por sua vez, os serviços ecossistêmicos diretos podem ser do tipo consumptivo ou não-consumptivo<sup>1,2</sup>. Os serviços do tipo consumptivo são aqueles cuja utilização leva a uma redução da quantidade disponível para outro uso ou uso por outra pessoa, isto é, estes serviços são consumidos durante a sua utilização. Exemplos de serviços do tipo consumptivo incluem a extração de alimentos, água, fibras e materiais inertes dos rios. Os serviços do tipo não-consumptivo são aqueles cuja utilização não afeta a quantidade disponível, isto é, estes serviços podem ser utilizados repetidamente sem diminuir a sua disponibilidade para outros usos ou outras pessoas. Exemplos de serviços do tipo não-consumptivo incluem as atividades de lazer e recreação, contemplação e usos espirituais.

As primeiras referências ao conceito de serviços ecossistêmicos ocorreram nas décadas de 1960 e 1970, com a primeira referência explícita ao termo “serviços ecossistêmicos” a surgir no início da década de 1980. No entanto, só depois do estudo de Robert Costanza e colegas<sup>3</sup>, publicado em 1997, é que os serviços ecossistêmicos começaram a ser seriamente identificados, quantificados e valorados do ponto de vista econômico. Nesse estudo, a equipa estimou o valor econômico anual de 17 serviços ecossistêmicos fornecidos por 16 biomas a nível global e concluiu que este valor era, em média, cerca de duas vezes superior ao produto nacional bruto global à data (1994); ainda assim, o valor obtido era claramente uma subestimativa uma vez que não foram considerados todos os serviços ecossistêmicos nem todos os biomas. Sendo o primeiro a quantificar o valor econômico dos serviços ecossistêmicos à escala global, o estudo de Robert Costanza e colegas<sup>3</sup> contribuiu para (i) promover o reconhecimento do valor dos serviços ecossistêmicos e mostrar que os ecossistemas têm um valor econômico relevante, além de serem importantes para a sobrevivência e o bem-estar humano, (ii) destacar os impactos negativos da degradação e da perda dos ecossistemas e sensibilizar a sociedade para a degradação dos ecossistemas e para a importância da sua conservação e gestão sustentável, e (iii) influenciar a tomada de decisões ao ajudar a justificar investimentos em conservação, restauro e uso sustentável dos ecossistemas, além de incentivar a integração dos serviços ecossistêmicos nas avaliações de impacto e nas políticas de desenvolvimento. Com os seus contributos, o estudo de Robert Costanza e colegas<sup>3</sup> mostrou que a abordagem dos serviços ecossistêmicos é relevante porque ajuda a reconhecer e a valorizar os benefícios que os ecossistemas proporcionam às pessoas, promovendo uma maior conscientização sobre a importância da conservação e do uso sustentável dos ecossistemas.

Na esteira do estudo de Robert Costanza e colegas, e do crescente reconhecimento da importância dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano, a Organização das Nações Unidas (ONU) promoveu, entre 2001 e 2005, um estudo para avaliar a nível global o estado dos ecossistemas, os serviços ecossistêmicos que eles fornecem e as consequências da sua degradação, a fim de aumentar a conscientização, influenciar a tomada de decisões e impulsionar ações para a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas<sup>1,2</sup>. O relatório Avaliação Ecosistêmica do Milénio (no original: *Millennium Ecosystem Assessment, MEA*<sup>3</sup>), publicado pela ONU em 2005, identifica 33 serviços ecossistêmicos que agrupa em quatro categorias: serviços de suporte, serviços de regulação, serviços de aprovisionamento e serviços culturais<sup>1,2</sup> (TABELA 1). Em geral, os serviços de suporte e de regulação são serviços indiretos enquanto os serviços de aprovisionamento e culturais são serviços diretos, sendo os serviços de aprovisionamento do tipo consumptivo e os serviços culturais do tipo não-

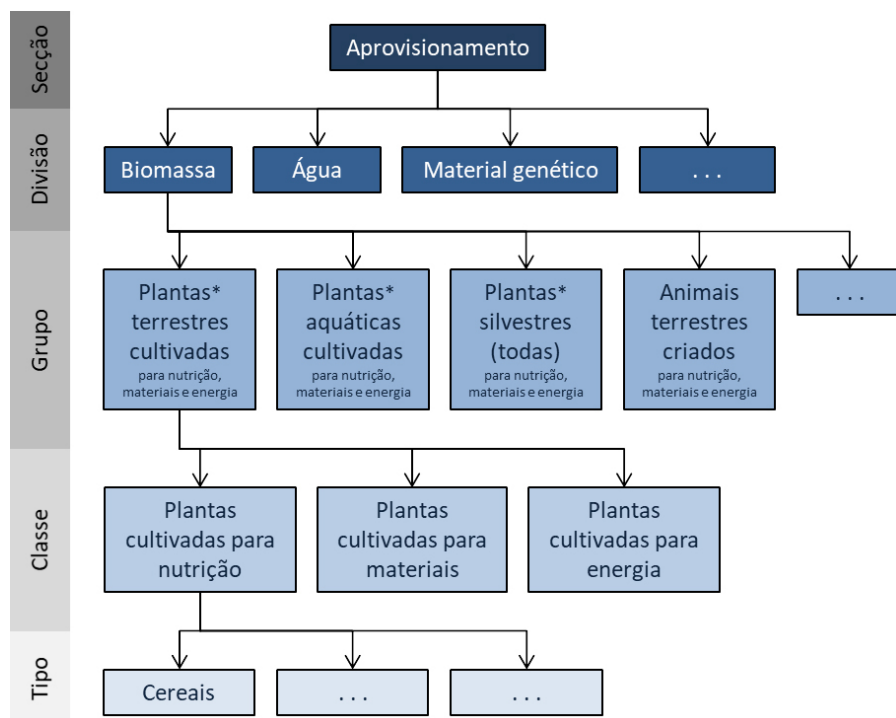
-consumptivo. Notar que um determinado ecossistema pode fornecer apenas alguns serviços ecossistêmicos e que diferentes ecossistemas podem diferir no grau com que fornecem um determinado serviço ecossistêmico.

Como definidos, os serviços ecossistêmicos são necessariamente vistos de uma perspectiva antropocêntrica e utilitarista. No entanto, a abordagem dos serviços ecossistêmicos reflete a dependência da humanidade em relação à natureza e pode contribuir para aumentar a consciência ecológica da sociedade. A abordagem dos serviços ecossistêmicos é também versátil na medida em que pode considerar os serviços efetivamente fornecidos por ecossistemas<sup>4,5</sup>, mas também os serviços fornecidos por grupos taxonômicos (por exemplo, peixes) ou funcionais (por exemplo, microrganismos decompositores)<sup>6,7</sup>.

**TABELA 1.** Abordagem adotada pelo relatório *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) para classificar os 33 serviços ecossistêmicos que identificou<sup>1,2</sup>. Notar que um ecossistema pode fornecer apenas alguns destes serviços.

Categoria	Definição	Serviços ecossistêmicos identificados pelo MEA
Serviços de suporte	Serviços necessários à produção de todos os outros serviços	Ciclo da água; Ciclos dos nutrientes; Produção primária; Produção de oxigênio; Formação e retenção do solo; Provisão de habitat
Serviços de regulação	Benefícios que resultam da regulação de processos do ecossistema	Proteção contra eventos extremos; Controlo da erosão; Regulação do clima; Manutenção da qualidade do ar; Regulação da água; Purificação da água; Polinização; Regulação de doenças humanas; Controlo biológico
Serviços de aprovisionamento	Produtos que se obtêm do ecossistema	Água doce; Alimento; Recursos ornamentais; Recursos genéticos; Fibra; Combustível/Energia; Remédios naturais e recursos bioquímicos e farmacêuticos
Serviços culturais	Benefícios imateriais que se obtêm do ecossistema	Valores estéticos; Inspiração; Valores religiosos e espirituais; Sentido de lugar; Ecoturismo; Recreação; Valores educativos; Diversidade cultural; Sistemas de conhecimento; Relações sociais; Valores de herança cultural

Depois da publicação do relatório MEA<sup>2</sup> surgiram abordagens alternativas que introduziram algumas (pequenas) variações à abordagem de serviços ecossistêmicos proposta pelo MEA e que não vão ser destacadas aqui. Em 2012, a União Europeia adotou a Classificação Internacional Comum dos Serviços Ecossistêmicos (no original: *Common International Classification of Ecosystem Services*, CICES<sup>8</sup>), cuja última atualização é de 2018, sendo atualmente o sistema de classificação de serviços ecossistêmicos mais utilizado por cientistas e decisores porque apresenta uma abordagem mais integradora e global que permite reunir informação capaz de integrar os sistemas de contabilidade nacionais (por exemplo, para cálculo do produto interno bruto). A CICES considera uma gama mais alargada de serviços ecossistêmicos em relação aos identificados pelo MEA (TABELA 1), que agrupa em três categorias: serviços de regulação e de manutenção, serviços de aprovisionamento e serviços culturais. Os serviços de suporte definidos no MEA são aqui considerados parte integrante das estruturas, processos e funções característicos dos ecossistemas. Na CICES, a classificação dos serviços ecossistêmicos é baseada numa abordagem hierárquica com cinco níveis. No primeiro nível (secção) há três categorias amplas que correspondem às três categorias de serviços ecossistêmicos. Cada uma destas categorias é subdividida em categorias mais específicas (divisões), totalizando 18 divisões. Cada divisão é subdividida em grupos específicos de serviços totalizando 44 grupos. Os grupos são subdivididos em classes e as classes em tipos (FIGURA 1).



**FIGURA 1.** Representação esquemática da estrutura de classificação dos serviços ecossistêmicos (na categoria "serviços de provisão") desenvolvida pela *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)*.  
 Notar que um ecossistema pode fornecer serviços em apenas algumas das divisões ou grupos considerados pela CICES. "Plantas" inclui também fungos e algas.

### Serviços ecossistêmicos fornecidos pelos rios.

A dependência das pessoas em relação aos rios é antiga como comprova o estabelecimento das primeiras grandes civilizações nas margens dos rios: a Suméria entre os rios Tigre e Eufrates, o Antigo Egito no Vale do rio Nilo e a Civilização do Vale do Indo. Os rios fornecem potencialmente uma vasta lista de serviços ecossistêmicos (FIGURA 2, TABELA 2 e TABELA 3).

**TABELA 2.** Exemplos de serviços de provisão fornecidos pelos rios<sup>4,5,6,7,9</sup>. Os recursos ornamentais podem ser considerados um serviço de provisão se forem comercializados, caso contrário serão um serviço cultural na medida em que proporcionam um prazer estético.

Serviços de provisão	Exemplos
Água de boa qualidade	Água para consumo, uso doméstico, abeberamento animal, rega, uso industrial
Alimento	Peixe (lampreia, <i>Petromyzon marinus</i> ; enguia-europeia, <i>Anguilla anguilla</i> ; sável, <i>Alosa alosa</i> ; truta marisca, <i>Salmo trutta</i> ); Plantas (agrião, <i>Nasturtium officinale</i> ; meruje, <i>Montia fontana</i> )
Fibras	Junco ( <i>Juncus spp.</i> ) para cestaria e atilhos
Materiais inertes	Areia e cascalho para construção
Recursos ornamentais	Casulos de insetos aquáticos para bijuteria; Plantas aquáticas para aquarofilia; Seixos decorativos
Remédios naturais e recursos farmacêuticos	Plantas medicinais (salgueirinha, <i>Lythrum salicaria</i> ); Metabolitos
Recursos genéticos	Organismos aquáticos possuem recursos genéticos que podem ser utilizados, por exemplo, para melhoramento genético de espécies de peixes cultivadas em aquicultura ou para investigação científica
Energia	Energia hidráulica que pode ser convertida em energia elétrica (em centrais hidroelétricas) ou energia mecânica (a que faz mover a mó de um moinho)

No entanto, as características dos rios (por exemplo, a sua posição na rede hidrográfica, dimensão, regime hidrológico, estado de conservação) vão condicionar o número, tipo e magnitude dos serviços ecossistêmicos fornecidos<sup>4,5,9</sup>.



**FIGURA 2.** Serviços ecossistêmicos fornecidos pelos rios. Foi seguida a abordagem adotada pelo MEA com retenção dos serviços ecossistêmicos especificamente fornecidos por rios e identificação de outros serviços ecossistêmicos adicionais<sup>4,5,6,7,9</sup>. São apresentados nas TABELAS 2 e 3 exemplos dos serviços ecossistêmicos diretos (serviços de aprovisionamento e culturais).

**TABELA 3.** Exemplos de serviços culturais fornecidos pelos rios<sup>4,5,6,7,9</sup>.

Serviços culturais	Exemplos
Valores estéticos	Apreciação da paisagem associada aos rios e do som da água corrente; Utilização de recursos ornamentais (plantas, seixos decorativos)
Valores religiosos e espirituais	Tradições religiosas associadas aos rios (batismo, mergulho sagrado no rio Ganges); Folclore e lendas; Rituais ("batismo" de caloiros no rio Mondego no final do cortejo da Latada em Coimbra)
Inspiração (valores culturais e artísticos)	Presença na pintura, literatura, música, publicidade, mesmo os pequenos ribeiros ("Écloga" de Miguel Torga, a música tradicional Alentejana "Ao passar a ribeirinha")
Sentido de identidade e de lugar	Sobrenomes ("Rio", "Ribeiro"); Nomes de lugares com alusão a "rio", "ribeiro" ou "ribeira"; Ligação da história do lugar ao rio que o atravessa (associação histórica e cultural entre a cidade de Coimbra e o rio Mondego)
Turismo baseado na natureza	Praias fluviais; Visitas a cascatas; Desportos aquáticos
Recreação	Pesca desportiva; Desportos aquáticos; Banhos; Festivais gastronómicos
Ciência e educação	Oportunidades de investigação; Atividades de comunicação ambiental

## **Condicionantes ao fornecimento de serviços ecossistêmicos.**

Os vários serviços ecossistêmicos não podem ser vistos de forma independente já que o fornecimento de um dado serviço pode depender ou ser afetado pelo fornecimento de outro serviço. Há também variações temporais e espaciais no fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Assim, são várias as condicionantes ao fornecimento dos serviços ecossistêmicos<sup>4</sup>, como por exemplo:

(i) Muitos serviços ecossistêmicos são fornecidos à custa de outros. Por exemplo, o fornecimento de energia hidroelétrica ou de água para rega e/ou consumo (serviços de abastecimento), com o represamento da água por açudes ou barragens e a consequente alteração do regime hidrológico e da área de leito submersa a montante e a jusante da barreira, é feito à custa da redução no fornecimento de serviços de suporte como a provisão e manutenção de habitat e a manutenção da biodiversidade. Também o fornecimento de serviços de suporte como os ciclos dos nutrientes, a provisão e manutenção de *habitat* e a manutenção da biodiversidade, que beneficiam da acumulação de detritos vegetais no leito, é feito à custa de valores estéticos que podem ter preferência por rios “limpos” (serviço cultural);

(ii) O fornecimento de um serviço ecossistêmico num local pode afetar o fornecimento de serviços ecossistêmicos noutra local da rede hidrográfica. Por exemplo, o estabelecimento de açudes e barragens para o fornecimento de energia hidroelétrica ou de água para rega e/ou consumo (serviços de abastecimento), com a consequente retenção de sedimentos, diminui o fornecimento de sedimentos às zonas costeiras o que afeta a deposição de areias (serviço de suporte), a extração de areias (serviço de abastecimento) e as atividades de lazer e recreação (serviço cultural). Os açudes e as barragens também impedem a circulação de peixes migradores, que ficam impossibilitados de colonizar áreas a montante dessas estruturas, o que limita o fornecimento de peixe (serviço de abastecimento) às populações humanas dessas áreas;

(iii) O fornecimento de um serviço ecossistêmico pode promover o fornecimento de outros serviços ecossistêmicos. Por exemplo, o estabelecimento de açudes e barragens para o fornecimento de energia hidroelétrica ou de água para rega e/ou consumo (serviços de abastecimento) leva à criação de um espelho de água que pode ser usado para atividades de recreação (serviço cultural);

(iv) Os serviços ecossistêmicos não têm a mesma importância ao longo do ano. Por exemplo, o controlo de cheias e o controlo da erosão (serviços de regulação) são mais importantes durante o período das chuvas enquanto a regulação do microclima (serviço de regulação) e as atividades de recreação (serviço cultural) são mais significativas no verão. Também, a importância de um determinado serviço ecossistêmico pode alterar-se ao longo do tempo. Por exemplo, é expectável que o controlo de cheias e da erosão e a regulação do microclima (serviços de regulação) se tornem mais relevantes num contexto de alterações climáticas em que haverá um aumento na intensidade e na frequência de eventos extremos (cheias e ondas de calor);

(v) A importância dos diferentes serviços ecossistêmicos varia ao longo da rede hidrográfica, com os pequenos ribeiros a fornecerem principalmente serviços de suporte e de regulação enquanto os rios fornecem mais serviços de abastecimento. De notar que os serviços de abastecimento fornecidos pelos rios (e até mesmo pelas zonas costeiras) estão grandemente dependentes dos serviços de suporte e de regulação fornecidos pelos ribeiros. Por exemplo, os ciclos dos nutrientes (serviço de suporte) e a purificação da água (serviço de regulação) fornecidos pelos ribeiros garantem o transporte de nutrientes e de água de boa qualidade para jusante onde vão sustentar, por exemplo, a extração de água e alimento (serviços de abastecimento) e atividades de recreação (serviço cultural)<sup>4</sup>.

## **Valoração dos serviços ecossistêmicos.**

Para além da identificação dos serviços ecossistêmicos fornecidos por determinado ecossistema, pode ser também importante fazer a sua valoração, *i.e.*, atribuir-lhes um “preço”. Esta valoração pode ajudar a justificar a implementação de medidas de proteção ou restauro, permitir estimar valores de indemnização por degradação ambiental ou permitir estimar valores a pagar por serviços ecossistêmicos<sup>10</sup>. A valoração dos serviços ecossistêmicos é um processo complexo que envolve atribuir um valor económico aos benefícios que os ecossistemas fornecem aos seres humanos. Existem vários métodos para a valoração dos serviços ecossistêmicos<sup>11</sup>, como por exemplo:

(i) Preços de mercado, em que a determinação do valor dos serviços ecossistêmicos é feita com base em transações de mercado existentes, como por exemplo a valoração do peixe proveniente da pesca comercial (serviço de aprovisionamento) com base no seu valor de venda ao público;

(ii) Custos de reposição, em que o valor dos serviços ecossistêmicos é estimado com base nos custos necessários para substituir ou replicar esses serviços por meio de tecnologias ou infraestruturas artificiais, como por exemplo calcular o valor da capacidade de purificação da água de um rio (serviço de regulação) com base no custo de construção e manutenção de uma estação de tratamento;

(iii) Custo de oportunidade, em que o valor dos serviços ecossistêmicos é estimado com base no custo de oportunidade associado à perda ou degradação desses serviços, como por exemplo estimar o valor do turismo e atividades de recreação (serviços culturais) numa área com base no valor que se perderia devido a quebras nestas atividades caso a área fosse degradada;

(iv) Preferências declaradas, que envolve a realização de inquéritos para avaliar as preferências e disposição das pessoas para pagar por determinados serviços ecossistêmicos, como por exemplo inquirir as pessoas sobre quanto estariam dispostas a pagar para conservar um determinado ecossistema.

É importante realçar que a valoração económica dos serviços ecossistêmicos é apenas um aspeto da sua importância. A valoração quantitativa dos serviços ecossistêmicos pode variar ao longo do tempo e depende de fatores como a sociedade, a região geográfica, as características do ecossistema e os métodos utilizados para estimar os valores. Nem todos os serviços ecossistêmicos podem ser facilmente quantificados em termos monetários (como é o caso de muitos serviços de suporte, de regulação e culturais), e muitos têm valores não monetários, como valor cultural, espiritual e promotores do bem-estar humano. Há também serviços ecossistêmicos que são fornecidos apenas pontualmente (por exemplo, proteção contra eventos extremos) e cuja identificação e valoração num determinado momento pode ser difícil. Notar também que os ecossistemas e a biodiversidade têm um valor intrínseco inestimável. Portanto, a valoração dos serviços ecossistêmicos deve ser complementada com abordagens multidisciplinares que considerem diferentes perspetivas e valores.

A título de exemplo, o valor do serviço de purificação da água (serviço de regulação) por rios e lagos nos países membros da União Europeia foi avaliado em 3134 milhões de euros em 2012<sup>12</sup>. Também, a implementação de medidas para a proteção das montanhas Catskill, onde tem origem parte da água fornecida à cidade de Nova Iorque (Estados Unidos da América), economizou entre 6 e 8 mil milhões de dólares em custos de construção e 300 milhões de dólares em custos anuais de manutenção de uma estação de tratamento de água, que teria que ser construída caso a água não fosse de boa qualidade e necessitasse de tratamento prévio<sup>13</sup>.

## **Pagamento por serviços ecossistêmicos.**

O pagamento por serviços ecossistêmicos (PSE) é uma abordagem que visa incentivar a conservação e o uso sustentável dos ecossistemas, reconhecendo e recompensando os proprietários de terra ou as comunidades que administram os ecossistemas (provedores de serviços) pelos serviços que estes fornecem à sociedade. Isto será principalmente relevante no que respeita aos serviços de suporte, de regulação e culturais que não são valorizados pelos mercados, ou são-no de forma insuficiente para promover o seu fornecimento. O objetivo do PSE é estabelecer mecanismos pelos quais quem beneficia dos serviços ecossistêmicos contribua financeiramente para a sua preservação e gestão adequada. O PSE funciona através da criação de incentivos económicos para que os provedores de serviços adotem práticas de conservação ou restaurem áreas degradadas. Estes incentivos podem ser pagos pelo governo, empresas, organizações não-governamentais ou pessoas particulares que reconhecem o valor dos serviços ecossistêmicos e desejam apoiar a sua continuidade. Existem diferentes tipos de PSE, incluindo:

(i) Pagamentos por serviços ambientais, em que os provedores de serviços ecossistêmicos são pagos por medidas que ajudam a proteger ou melhorar a qualidade dos ecossistemas, como a conservação da biodiversidade, a preservação de áreas florestais ou o restauro de *habitats*;

(ii) Compensação por impactes ambientais, em que os pagamentos são feitos por entidades que causam impactes negativos nos ecossistemas, como empresas que emitem poluentes ou realizam atividades que degradam o ambiente, visando compensar os danos causados e financiar ações de restauro ou mitigação;

(iii) Mercados de serviços ecossistêmicos, em que há a criação de mercados nos quais os provedores de serviços ecossistêmicos podem vender créditos ou unidades de serviços ecossistêmicos, como sequestro de carbono ou fornecimento de água limpa, para compradores interessados, criando um sistema de comércio em que os serviços são valorados e negociados.

Portugal tem adotado medidas e políticas para promover o PSE como parte dos seus esforços para proteger os ecossistemas e promover o desenvolvimento sustentável. Por exemplo, em 2019, o Conselho de Ministros aprovou a primeira fase do Programa de Remuneração dos Serviços dos Ecossistemas em Espaços Rurais, que será implementado em duas áreas protegidas, o Parque Natural do Tejo Internacional e a Paisagem Protegida da Serra do Açor. Este programa visa desenvolver, entre 2019 e 2038, um modelo de remuneração aos proprietários de terra pelos serviços fornecidos pelos ecossistemas, mediante a adoção de medidas que permitam restaurar, valorizar e proteger a biodiversidade, para o que conta com uma verba de cerca de 3,7 milhões de euros<sup>14,15</sup>.

## **Desserviços ecossistêmicos.**

Por oposição aos serviços ecossistêmicos, os desserviços ecossistêmicos referem-se aos efeitos indesejáveis ou prejudiciais que os ecossistemas podem ter sobre os seres humanos e a sociedade<sup>16</sup>. Os desserviços podem ocorrer de várias formas, dependendo do contexto local. Alguns exemplos de desserviços ecossistêmicos que podem ser fornecidos pelos rios incluem as inundações e a proliferação de pragas. Por exemplo, em certas condições, especialmente se houver deterioração da qualidade da água, os rios podem fornecer condições favoráveis para a reprodução e propagação de pragas e doenças com impactes negativos na saúde humana. É importante identificar os desserviços ecossistêmicos para que seja possível mitigá-los ou evitá-los. Isso implica uma gestão adequada dos ecossistemas, considerando os impactes que as atividades humanas têm sobre eles, com a implementação de práticas sustentáveis que equilibrem os benefícios e os riscos associados aos serviços ecossistêmicos.

## Ameaças aos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos rios.

Existem seis grandes ameaças aos rios a nível global<sup>17</sup> (TABELA 4) que, individualmente e em combinação, induzem alterações nas características dos rios (por exemplo, aumento da temperatura da água, aumento da concentração de nutrientes, diminuição da quantidade de água disponível), ameaçando a biodiversidade ribeirinha e, conseqüentemente, o fornecimento de serviços ecossistêmicos. Localmente, os rios podem ser afetados por outras ameaças, dependendo das suas características e das necessidades humanas. Por exemplo, os ribeiros estão entre os ecossistemas mais vulneráveis às atividades humanas devido ao seu reduzido tamanho, reduzido volume de água, forte ligação ao ambiente terrestre, forte dependência da vegetação ribeirinha e isolamento. Estas características tornam-nos sensíveis a uma série de ameaças adicionais como por exemplo enterramento, canalização, obstrução, e alterações da floresta que levam a alterações no ensombramento, na entrada de detritos vegetais e na disponibilidade de água<sup>4</sup>. Uma vez que o fornecimento de serviços ecossistêmicos depende das características dos ecossistemas e da sua biodiversidade, manter a saúde dos ecossistemas é fundamental para garantir o fornecimento contínuo dos serviços ecossistêmicos.

TABELA 4. Ameaças globais aos rios<sup>17</sup>.

Ameaças globais aos rios	Exemplos
Alterações climáticas	Aumento da temperatura; Seca
Alterações no uso do solo	Substituição da floresta ripária por áreas de cultivo, urbanização
Poliuição	Descargas diretas de efluentes urbanos e industriais (tratados ou não); Escorrências de campos agrícolas ricas em nutrientes e pesticidas; Escorrências de áreas impermeáveis (estradas e pavimentos) ricas em metais pesados
Regulação de caudais	Construção de barragens e açudes
Sobre exploração	Sobre extração de água, materiais inertes, peixe
Espécies invasoras	Plantas: jacinto-de-água ( <i>Eichhornia crassipes</i> ), elódea-africana ( <i>Lagarosiphon major</i> ); Invertebrados: lagostim-vermelho do Luisiana ( <i>Procambarus clarkii</i> ), mexilhão-zebra ( <i>Dreissena polymorpha</i> ), amêijoia asiática ( <i>Corbicula fluminea</i> ); Peixes: siluro ( <i>Silurus glanis</i> ), alburno ( <i>Alburnus alburnus</i> ), achigã ( <i>Micropterus salmoides</i> )

A abordagem dos serviços ecossistêmicos motiva e sustenta legislação e acordos ao nível internacional e nacional com vista a reverter a degradação dos ecossistemas e a perda da biodiversidade, e conseqüentemente assegurar o contínuo fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Alguns exemplos destes acordos são a Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos<sup>18</sup>, a Década das Nações Unidas para a Recuperação dos Ecossistemas<sup>19</sup> e a Lei do Restauro da Natureza da Comissão Europeia. Individualmente, cada pessoa pode refletir sobre os benefícios diretos (consumptivos ou não-consumptivos) e indiretos que obtém dos ecossistemas de modo a adquirir consciência da sua dependência em relação aos ecossistemas e a motivar-se para adotar comportamentos que visem a sua proteção ou restauro, sem obviamente esquecer o valor intrínseco da biodiversidade.

## Agradecimentos.

A autora beneficiou de apoio financeiro (CEEIND/02484/2018) e logístico (MARE: UIDB/04292/2020, UIDP/04292/2020; ARNET: LA/P/0069/2020) concedidos pela Fundação para a Ciência e Tecnologia.

## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup>MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, [Ecosystems and Human Well-being: A Framework for Assessment](#), Island Press, Washington D.C., p 266. 2003.
- <sup>2</sup>MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, [Ecosystems and Human Well-being: Synthesis](#), Island Press, Washington D.C., p 155. 2005.
- <sup>3</sup>COSTANZA, R. et al, [The value of the world's ecosystem services and natural capital](#), *Nature*, 387, 253–260. 1997.
- <sup>4</sup>FERREIRA, V. et al, [Ecosystem services provided by small streams – An overview](#), *Hydrobiologia*, 850, 2501–2535. 2023.
- <sup>5</sup>VIDAL-ABARCA GUTIÉRREZ, M. R. et al, [Ecosystem services provided by dry river socio-ecological systems and their drivers of change](#), *Hydrobiologia*, 850, 2585–2607. 2023.
- <sup>6</sup>ALMEIDA, P. R. et al, [The decline of the ecosystem services generated by anadromous fish in the Iberian Peninsula](#), *Hydrobiologia*, 850, 2927–2962. 2023.
- <sup>7</sup>SEENA, S. et al, [Ecosystem services provided by fungi in freshwaters: A wake-up call](#), *Hydrobiologia*, 850, 2779–2794. 2023.
- <sup>8</sup>[Common International Classification of Ecosystem Services](#), CICES.
- <sup>9</sup>CALAPEZ, A. R. et al, [Unveiling relationships between ecosystem services and aquatic communities in urban streams](#), *Ecol. Ind.*, 153, 110433. 2023.
- <sup>10</sup>ARAGÃO, A., *A natureza não tem preço... mas devia*, Estudos em homenagem ao Professor Doutor Jorge Miranda, p 25. 2011.
- <sup>11</sup>RIBEIRO, G. D., [Valoração ambiental: Síntese dos principais métodos](#), Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, p 59. 2009.
- <sup>12</sup>VYSNA, V. et al, [Accounting for ecosystems and their services in the European Union. Final report from phase II of the INCA project aiming to develop a pilot for an integrated system of ecosystem accounts for the EU. Statistical report](#), Publications office of the European Union, p. 62. 2021.
- <sup>13</sup>[Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo](#).
- <sup>14</sup>[Resolução do Conselho de Ministros n.º 121/2019, de 30 de julho, Diário da República n.º 144/2019, Série I de 2019-07-30, p 45–47. 2019.](#)
- <sup>15</sup>SANTOS, R. et al, [Nova Política para a Provisão e Remuneração de Serviços dos Ecossistemas em Espaços Rurais – o Problema, a Política e a Implementação. CENSE – Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade, FCT Universidade NOVA de Lisboa e Faculdade de Direito da Universidade de Coimbra. Funda Ambiental](#), Ministério do Ambiente e Transição Energética. Lisboa, p 45. 2019.
- <sup>16</sup>SHACKLETON, C. M. et al, [Unpacking Pandora's Box: Understanding and categorising ecosystem disservices for environmental management and human wellbeing](#), *Ecosystems*, 19, 587–600. 2016.
- <sup>17</sup>DUDGEON, D., [Multiple threats imperil freshwater biodiversity in the Anthropocene](#), *Curr. Biol.*, 29, R960–R967. 2019.
- <sup>18</sup>[Plataforma Intergovernamental de Políticas Científicas sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos](#).
- <sup>19</sup>[Década das Nações Unidas para a Recuperação dos Ecossistemas](#).