

Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica como Bens Públicos Globais

Los servicios ecosistémicos de los recursos hídricos de la cuenca Amazónica como Bienes Públicos Globales

Monica Cardozo

Universidad de Monterrey

Nuevo León, México

monica.cardozo@udem.edu

 ORCID: 0000-0002-8709-3099

Marcelo Bentes Diniz

Universidade Federal do Pará

Guamá, Brasil

mbdiniz2007@gmail.com

 ORCID: 0000-0001-7484-9451

Claudio Fabian Szlafsztein

Universidade Federal do Pará

Guamá, Brasil

cszlafsztein@hotmail.com

 ORCID: 0000-0002-2855-2056

Información del artículo

Recibido: 16 junio 2020

Revisado: 24 febrero 2021

Aceptado: 21 febrero 2022

ISSN 2340-8472

ISSNe 2340-7743

DOI 10.17561/AT.21.5609

 CC-BY

© Universidad de Jaén (España).
Seminario Permanente Agua, Territorio y Medio Ambiente (CSIC)

RESUMO

Neste artigo analisa-se os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica (provisão de água, processamento de resíduos, regulação de clima e ciclo de nutrientes), conforme o escopo teórico de bens públicos globais, identificando a extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos e seus beneficiários. Quatro grupos de beneficiários foram encontrados: os países parceiros comerciais do Brasil que usam a desembocadura do rio Amazonas; os países da América do Sul que recebem umidade da Bacia Amazônica através dos “rios aéreos”; o oceano Atlântico, devido às contribuições de sedimentos e matéria orgânica da “Pluma Amazônica”; e os países que integram a Bacia Amazônica que usam os recursos hídricos para consumo direto ou para produzir bens e serviços. Devido à extensão espacial dos benefícios dos serviços ecossistêmicos estudados, a Bacia Amazônica deve ser entendida como um Global Natural Common.

PALAVRAS-CHAVE: Bacia Amazônica, Recursos hídricos, Serviços ecossistêmicos, Benefícios ecossistêmicos, Global Natural Commons.

RESUMEN

Este artículo analiza los servicios ecosistémicos de los recursos hídricos de la cuenca Amazónica (provisión de agua, procesamiento de residuos, regulación del clima, ciclo de nutrientes) conforme el alcance teórico de bienes públicos globales, identificando la extensión espacial de los beneficios ecosistémicos y sus beneficiarios. Cuatro grupos de beneficiarios fueron identificados: Los países socios comerciales de Brasil que usan la desembocadura del río Amazonas, los países de Suramérica que reciben humedad de los “ríos aéreos” provenientes de la cuenca Amazónica; el Océano Atlántico debido a las contribuciones de sedimentos y materia orgánica de la “Pluma Amazónica”, y los países que integran la cuenca Amazónica que usan los recursos hídricos para consumo directo o para producir bienes y servicios. Debido a la extensión espacial de los beneficios de los servicios ecosistémicos estudiados, la Cuenca Amazónica debe ser entendida como un Global Natural Common.

PALABRAS CLAVES: Cuenca Amazónica, Recursos hídricos, Servicios ecossistémicos, Benefícios ecossistémicos, Global Natural Commons.

Amazon Basin water resources ecosystem services on the approach of Global Public Goods

ABSTRACT

This article analyzes the ecosystem services of water resources in the Amazon basin (water supply, waste processing, climate regulation, nutrient cycle) according to the theoretical scope of global public goods, identifying the spatial extent of ecosystem benefits and their beneficiaries. Four groups of beneficiaries were found: Brazil's trading partner countries that use the mouth of the Amazon River, the South American countries that receive moisture from the Amazon basin through "aerial rivers"; the Atlantic Ocean due to the contributions of sediments and organic matter from the "Amazon Plume" and the countries that integrate the Amazon basin that use water resources for direct consumption or to produce goods and services. Due to spatial dimension of benefits from ecosystem services studied, the Amazon Basin, must be understood as Global Natural Common.

KEYWORDS: Amazon basin, Water resources, Ecosystem services, Ecosystem benefits, Global Natural Commons.

Les services écosystémiques des ressources hydriques du bassin amazonien comme Biens Publics à l'échelle mondiale

RÉSUMÉ

Cet article analyse les services écosystémiques des ressources hydriques du bassin amazonien (approvisionnement d'eau, traitement de déchets, régulation du climat, cycle des nutriments). Ceci en accord avec l'approche théorique de biens publics à l'échelle mondiale et identifiant l'extension spatiale des bénéfices écosystémiques ainsi que ses bénéficiaires. Il existe quatre groupes de bénéficiaires identifiés: les pays en partenariat commercial avec le Brésil qui se servent de l'embouchure du fleuve Amazone ; les pays de l'Amérique du Sud qui reçoivent de l'humidité du bassin amazonien à travers ses "rivières volantes"; l'océan Atlantique, dû aux sédiments et matières organiques apportés par l'Amazonie ; et les pays intégrant le bassin amazonique, qui utilisent les ressources hydriques pour leur consommation directe ou encore pour produire de biens et de services. En raison de l'extension spatiale des bénéfices des services écosystémiques nommés ci-dessus, le bassin amazonique doit être considéré comme faisant partie Global Natural Common.

MOTS CLÉS: Bassin amazonien, Ressources hydriques, Services écosystémiques, Bénéfices écosystémiques, Patrimoine mondial des ressources naturelles.

Servizi ecosistemici delle risorse idriche del bacino amazzonico come Beni Pubblici Globali

SOMMARIO

Il presente articolo analizza i servizi ecosistemici delle risorse idriche del bacino amazzonico (approvvigionamento d'acqua, trattamento dei rifiuti, regolazione del clima, ciclo dei nutrienti) secondo la teoria dei beni comuni mondiali. Si identifica anche l'estensione spaziale dei benefici ecosistemici e i loro beneficiari. Quattro gruppi di beneficiari sono stati identificati: i paesi "partner commerciali" del Brasile che si servono della foce del Rio delle Amazzoni; i paesi dell'America del Sud che ricevono l'umidità del bacino amazzonico attraverso i fiumi volanti; l'oceano Atlantico (grazie ai contributi di sedimenti e di materia organica dell'Amazzonia); e finalmente i paesi membri del bacino amazzonico che utilizzano le sue risorse idriche sia per il loro consumo diretto sia per produrre beni e servizi. A causa della sua estensione spaziale e dei benefici ecosistemici studiati, il bacino amazzonico dovrebbe essere considerato come parte delle Global Natural Common.

PAROLE CHIAVE: Bacino amazzonico, Risorse idriche, Servizi ecosistemici benefici ecosistemici, Ricchezze naturali comuni.

Introdução

Os serviços ecossistêmicos são estruturas, processos ou funções dos ecossistemas utilizados pelos seres humanos de maneira direta ou indireta¹. Os benefícios ecossistêmicos resultam geralmente do aproveitamento dos serviços ecossistêmicos com outras formas de capital e exercem efeitos diretos no bem-estar humano. Um ecossistema pode gerar múltiplos serviços ecossistêmicos, e um serviço ecossistêmico pode gerar vários benefícios ecossistêmicos. Essas condições posicionam os recursos naturais como *Joint Productions*².

Sobre essa abordagem, os recursos hídricos também são exemplos de *Joint Productions*. Um mesmo corpo d'água pode oferecer vários serviços ecossistêmicos: provisão de água e de recursos pesqueiros, processamento de resíduos, ciclo de nutrientes etc.³. Por sua vez, a provisão de água, junto com outras formas de capital, origina vários benefícios ecossistêmicos: água tratada para consumo humano, água para irrigação, transporte de carga e passageiros e hidroeletricidade⁴.

Os ecossistemas contribuem para o sustento da vida humana e na organização da sociedade, portanto, são considerados dentro do escopo teórico de bens públicos⁵. Um bem público está disponível para todos os indivíduos, sem que estes tenham que realizar algum tipo de pagamento ou estar submetidos a algum outro elemento restritivo⁶. Se o bem público atinge a todos os indivíduos de um país, considera-se como um bem público nacional, analogamente no contexto regional ou no global.

Os recursos hídricos constituem uma fonte importante de serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, destaca-se a Bacia Amazônica como objeto deste estudo. Em uma escala global, os rios possuem uma descarga anual de água doce de 45,5 km³/segundo, sendo o rio Amazonas aquele que contribui com a maior parcela (16 %)⁷. Ele é o rio mais extenso do Planeta, com mais de 7.000 km desde suas nascentes na cordilheira dos Andes até sua desembocadura no oceano Atlântico. A rede de drenagem formada pelo rio Amazonas e por seus tributários compõe a Bacia Amazônica, a de maior superfície do mundo⁸, distribuída no Brasil (63,88 % da sua área

total), na Colômbia (16,14 %), na Bolívia (15,61 %), no Equador (2,31 %), na Guiana (1,35 %), no Peru (0,60 %) e na Venezuela (0,11 %)⁹ (Figura 1). Essa bacia contém a maior biodiversidade de água doce da Terra, especialmente de peixes (2.257 espécies que representam, aproximadamente, 15 % da totalidade descrita em água doce)¹⁰.

No Brasil, a população na área coberta pela Bacia Amazônica é, aproximadamente, de 28 milhões de habitantes, com maior concentração em áreas urbanas localizadas nas margens fluviais¹¹. A área da Bacia Amazônica no Brasil é denominada para fins administrativos como Região Hidrográfica Amazônica (RHA)¹² e está integrada pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima e grande extensão do Pará e Mato Grosso.

Frente à condição de concorrência no uso dos abundantes recursos naturais¹³ e, em particular, da água para sustentar o crescimento econômico global¹⁴, a conservação e a preservação da Bacia Amazônica configuram-se como temas importantes em debates mundiais. As políticas governamentais e as diversas pressões socioeconômicas têm dificultado, pelo menos parcialmente, a manutenção e a melhoria das estratégias e ações de conservação das áreas da Bacia Amazônica e, conseqüentemente, isso tem se tornado um desafio crescente para a sociedade civil e para os governos no Brasil e no mundo¹⁵. Os desequilíbrios ecossistêmicos derivados dos usos insustentáveis dos recursos da Bacia Amazônica (decorrentes, por exemplo, de desmatamento e/ou queimadas) têm gerado alterações no desempenho dos ciclos hidrológicos e no acesso à água doce, porém, o alcance destas externalidades¹⁶ não se restringe aos limites territoriais da bacia¹⁷.

No presente artigo analisa-se a potencialidade dos recursos hídricos da Bacia Amazônica considerando-se

⁹ Ministério do Meio Ambiente Brasil, 2006.

¹⁰ Oberdorff et al., 2019.

¹¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015.

¹² A partir de metodologia elaborada pelo engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter (Codificação de Bacias Hidrográficas), o Conselho Nacional de Recursos Hídricos-CNRH determinou os limites geográficos das bacias hidrográficas brasileiras (Resolução CNRH nº 30 de 2002), que mais tarde para fins de gerenciamento dos recursos hídricos no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos foi estabelecida uma divisão hidrográfica nacional, assumindo, portanto, uma finalidade administrativa (Resolução CNRH nº 32, 2003)

¹³ Sauer, 2018.

¹⁴ Bordalo, 2017.

¹⁵ Anderson et al., 2019. Eisemberg et al., 2019. Pereira et al., 2019. Fisher et al., 2020. Keles et al., 2020.

¹⁶ Nesse contexto, refere-se à variação do bem-estar decorrente dos benefícios gerados pelos serviços ecossistêmicos da RHA. Ver Markandya et al., 2002.

¹⁷ Sumila et al., 2017. Ruiz-Vásquez et al., 2020.

¹ De Groot; Wilson & Boumans, 2002. Boyd & Banzhaf, 2007.

² Fisher, Turner & Morling, 2009.

³ Mendoza, 2018.

⁴ Young & Loomis, 2005.

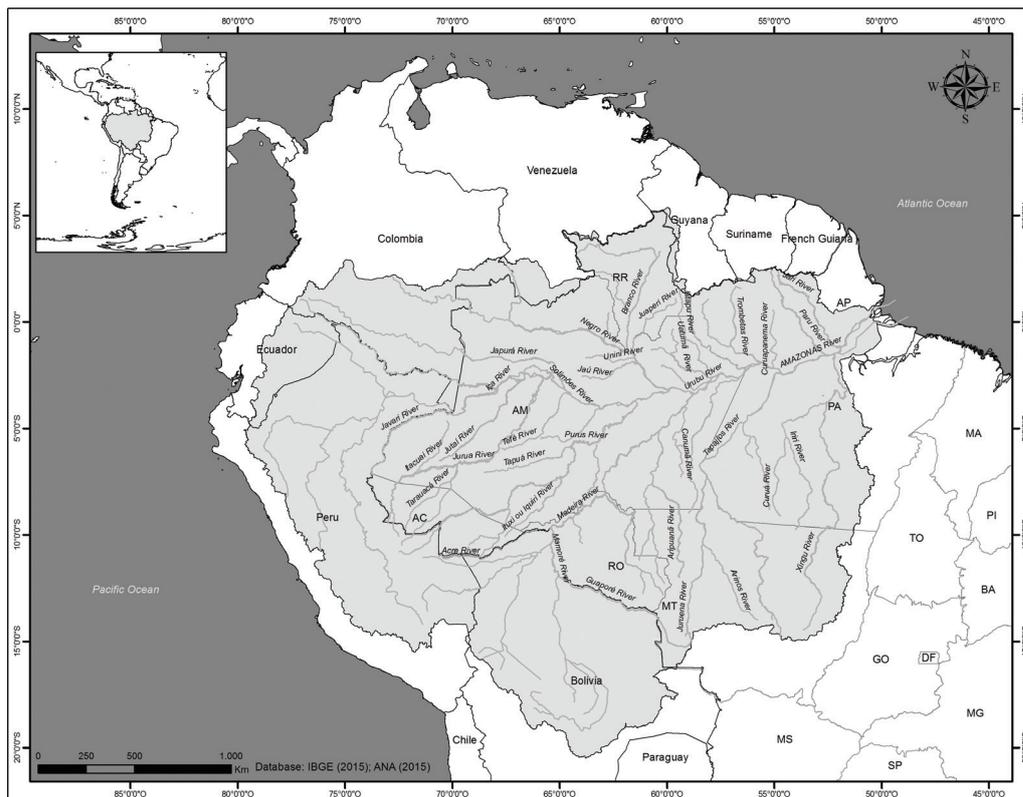
⁵ Fisher, Turner & Morling, 2009.

⁶ Kolstad, 2000. Kahn, 2004. Kaul, 2005.

⁷ Oki & Kanae, 2006.

⁸ World Resources Institute (WRI), 2005.

Figura 1. Bacia Amazônica



Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA), 2015.

sua natural vocação ao bem público global, tomando em conta a abrangência social, geracional e espacial que tais benefícios alcançam. Com base na classificação da *Millennium Ecosystem Assessment* (MA)¹⁸, os serviços a serem verificados são a provisão de água, o processamento de resíduos, a regulação do clima e o ciclo de nutrientes.

Além desta introdução, o artigo encontra-se dividido em mais quatro seções. A seção dois relaciona os serviços ecossistêmicos no escopo teórico de bens e serviços públicos. A seção três descreve os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica. A quarta seção descreve a extensão dos benefícios ecossistêmicos da Bacia Amazônica. A última seção apresenta as considerações finais do artigo.

Serviços ecossistêmicos no escopo teórico de bens e serviços públicos

O escopo teórico de bens públicos aborda duas características: a não rivalidade e a não exclusividade de um bem. A não rivalidade acontece quando o consumo

de um bem por um agente não diminui o montante disponível a outro agente em termos físicos; isso significa que existe indivisibilidade nos benefícios¹⁹. A não exclusividade é realizável quando não existem mecanismos restritivos, para que todos os agentes, simultaneamente, possam usufruir dos benefícios decorrentes de seu consumo²⁰. Um bem que possua essas duas características é um bem público puro, como, por exemplo, a paz mundial, a luz do sol etc. O oposto a um bem público puro é um bem excludente e rival (um bem privado), sendo exemplos desse caso os bens de mercado como automóveis e materiais de construção.

Por outro lado, quando um bem possui só uma das características mencionadas (não rival ou não excludente), é um bem público impuro, dos quais existem dois tipos: bens comuns e bens de clube. Os bens comuns são bens rivais e não excludentes. Nesses bens, existe uma relação decrescente entre a sua disponibilidade física e o número de agentes que o consomem, mas não se consegue estabelecer formas de exclusão sobre eles, como um lago, um rio ou o mar, cujo excesso de pescadores reduz o número potencial de peixes disponíveis.

¹⁸ Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005.

¹⁹ Kessides, 1993. Cornes & Sandler, 1996.

²⁰ Kolstad, 2000. Kahn, 2004. Pereira, 2013.

Os bens de clube são bens não rivais e excludentes. Esses bens são de consumo coletivo, mas, por terem uma capacidade limitada, geram uma rivalidade parcial no consumo, levando a se praticar a exclusão como forma de racionalizar esse uso através de mecanismos via preços, tarifas, taxas, pedágios etc., como ocorre em autoestradas, programas de erradicação de doenças, entre outros²¹. Também bens de clube são escolas, campanhas de vacinação etc., que, além de gerar resultados àqueles que diretamente se beneficiam, geram benefícios indiretos ao resto da sociedade.

Kaul e Mendoza adicionam uma terceira característica dos bens públicos: o domínio público²². A atmosfera na sua condição natural é um bem rival e não excludente (bem comum), pois, apesar de congestionado, todos os indivíduos têm acesso a ela. Portanto, é de domínio público. Por outro lado, agentes como indústrias precisam de licenças para usar a atmosfera como sumidouros de poluentes, o que torna a atmosfera para esse setor de agentes um bem parcialmente exclusivo e de domínio privado. Logo, a atmosfera apresenta um duplo *status* dentro da classificação de bens públicos, determinado pelo seu caráter de domínio público (livre acesso) ou privado (setor industrial). Isso acontece, também, com outros bens comuns naturais: vida selvagem, reservas naturais, rios, florestas etc.²³.

Um bem público global é um bem cujos benefícios atingem a todos os países, não tem mecanismos de exclusão social, e a provisão desses benefícios não impede o abastecimento a futuras gerações²⁴. Existem três tipos de bens públicos globais. O primeiro são os *Global Human-Made Commons*, que consistem em atividades, tratados e normas que orientam a interação entre agentes e prestam suporte ao desenvolvimento de indivíduos, sociedades e países, caso de sistemas de transporte e comunicação, tratados internacionais, normas etc. O segundo são os *Global Policy*, que procuram benefícios sociais de ordem mundial, como paz e segurança, estabilidade financeira, saúde etc. O terceiro são os *Global Natural Commons*, compostos pelos recursos naturais (bens comuns) de domínio público global, enquanto partes da Terra cujos domínios estão fora de jurisdição nacional, e a que todas as nações têm acesso: oceanos, Antártica, atmosfera e espaço²⁵. Esta característica, de ofertar benefícios que não se limitam à jurisdição/fron-

teira de um país, faz esses bens serem denominados, também, de *International Environmental Public Goods*²⁶.

Como aplicar esses conceitos sobre os serviços ecossistêmicos? Conforme o escopo teórico de bens públicos, os ecossistemas não exercem mecanismos para excluir aos agentes de usufruir dos serviços ecossistêmicos. Assim sendo, esses serviços são não excludentes e de domínio público, embora alguns assumam características de rivalidade ou não rivalidade (Quadro 1).

Os serviços ecossistêmicos de provisão oferecem recursos para consumo direto ou para gerar outros bens ou serviços, geralmente privados. Esses recursos se caracterizam por serem renováveis e esgotáveis e podem ser contabilizados através de unidades métricas (m³ de madeira, m³ de água, toneladas de peixe), divididos em partes, distribuídos e transformados nos processos de produção, estocados e controlados²⁷.

Os serviços ecossistêmicos de regulação, suporte e culturais não podem ser divisíveis, contabilizados ou estocados. Esses tipos de recursos são, majoritariamente, renováveis e não esgotáveis²⁸. Em geral, para o aproveitamento dos seus atributos, não é necessária a intervenção de formas de exploração e produção, sendo que qualquer agente pode usufruir deles direta ou indiretamente.

Quando as atividades antrópicas exploram o capital natural com uma taxa de consumo superior à taxa de renovação dos recursos naturais, aumenta a rivalidade dos serviços ecossistêmicos de provisão e diminui a eficiência dos serviços de regulação, suporte e culturais, impondo, assim, uma rivalidade a estes três últimos²⁹. Por exemplo, o desmatamento afeta negativamente os processos de absorção de dióxido de carbono e os processos de evapotranspiração dos ciclos hidrológicos³⁰, e, em consequência, o serviço ecossistêmico regulação de clima é saturado, o que o torna um bem rival.

Os aproveitamentos dos serviços ecossistêmicos resultam em benefícios ecossistêmicos que assumem diversos *status* dentro do escopo teórico de bens públicos (Quadro 2). Alguns deles tomam a forma de bens rivais e excludentes (bens privados) de domínio privado: produtos farmacêuticos, alimentos, bens de consumo industrial, os quais são ofertados pelo mercado. Esses benefícios também se apresentam como bens não excludentes e rivais de domínio público: recursos medicinais,

²¹ Cornes & Sandler, 1996. Pereira, 2013.

²² Kaul & Mendoza, 2003.

²³ Cornes & Sandler, 1996. Pereira, 2013.

²⁴ Anand, 2002. Kaul & Mendoza, 2003. Kaul, Grunberg e Stern, 2012.

²⁵ Buck, 1998. Kaul & Mendoza, 2003. Rockström, 2017.

²⁶ Morrissey, Velde & Hewitt, 2002. Arriagada & Perrings, 2011.

²⁷ Kahn, 2004.

²⁸ Kahn, 2004. Farley & Brown, 2007.

²⁹ Gierlinger et al., 2016. Harres, 2018.

³⁰ Moraes, Franchito & Brahmananda, 2013.

Quadro 1. Serviços ecossistêmicos dentro do escopo teórico de bens públicos

Serviços ecossistêmicos rivais		Serviços ecossistêmicos não rivais	
Serviços ecossistêmicos de provisão de	recursos bioquímicos	Serviços ecossistêmicos de regulação	Processamento de resíduos
	recursos ornamentais		Purificação de água
	recursos genéticos		Regulação de clima
	recursos pesqueiros		Polinização
	água bruta		Regulação de qualidade do ar
	alimentos		Regulação de pestes e enfermidades
madeira e outras matérias-primas	Serviços ecossistêmicos de suporte	Ciclo de nutrientes	Formação do solo
	Serviços ecossistêmicos culturais	Informação estética	Desenvolvimento cognitivo
		Recreação e ecoturismo	Informação de cultura, arte e design

Fonte: adaptado de Kaul e Mendoza, 2003, e de MA, 2005.

Nota: este estudo destaca apenas os serviços ecossistêmicos da RHA advindos da provisão de água, processamento de resíduos, regulação do clima e ciclo de nutrientes.

Quadro 2. Benefícios ecossistêmicos dentro do escopo teórico de bens públicos

Benefícios ecossistêmicos excludentes		Benefícios ecossistêmicos não excludentes	
Rivais e de domínio privado	Não rivais e de domínio privado	Rivais e de domínio público	Não rivais e de domínio público
Produtos farmacêuticos	Atividades de ecoturismo	Recursos medicinais	Controle natural de pestes
Alimentos	Patentes com base a material genético	Alimentos	Controle de inundações
Bens de consumo industrial e para construção		Matérias primas	Ar puro
Produtos de limpeza e estética		Água bruta	Recreação
Sumidouros de poluentes		Água potável	Meditação
		Serviço de saneamento básico	Conhecimento sobre genética
Rivais e de domínio público		Hidroeletricidade	Irrigação natural mediante precipitações
Água potável			Regulação de condições climáticas
Serviço de saneamento básico			
Hidroeletricidade			

Fonte: adaptado de Kaul e Mendoza, 2003, e de MA, 2005.

alimentos, matérias-primas, uma vez que comunidades que habitam nas áreas onde atuam os serviços ecossistêmicos usufruem dos seus benefícios.

A água potável e os serviços de saneamento básico, embora possam ser entendidos como um direito humano fundamental³¹, geralmente são bens excludentes e

de domínio público, uma vez que um indivíduo pode usufruir de ambos os bens em qualquer lugar que esteja disponível independentemente se pagou ou não aos agentes fornecedores. Analogamente, essa premissa se aplica à hidroeletricidade. Também esses três serviços assumem características de bem não excludentes e de domínio público mediante políticas de subsídios por parte das instituições.

³¹ Jalomo et al., 2018. Cini, Rosaneli e Fischer, 2019.

O conhecimento adquirido através de pesquisas de material genético dos ecossistemas pode ser impedido ao público através de patentes. Assim, ele é um bem não rival, pois o ganho de conhecimento de um indivíduo não diminui o ganho de conhecimento de outros. Porém, a patente torna o conhecimento um bem excludente e de domínio privado, por um determinado período. Por outro lado, a partir de programas educativos de livre acesso, o conhecimento também se apresenta como um bem não excludente e de domínio público. Outros benefícios ecossistêmicos são adquiridos sem intervenção antrópica: ar puro, controle natural de inundações e de pestes, etc. geralmente são bens não rivais e não excludentes e de domínio público.

Com respeito ao tipo de domínio público (nacional, regional ou global) dos serviços ecossistêmicos, é necessário considerar a extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos derivados, já que, a partir destes, são realizados os ganhos de bem-estar dos indivíduos³². Sob essa perspectiva, um ecossistema pode produzir um serviço ecossistêmico cujos benefícios não necessariamente são usufruídos na mesma unidade de espaço e tempo onde é gerado³³. Dessa maneira, os serviços ecossistêmicos e os seus benefícios operam da seguinte maneira:

- a) *In situ*: serviços ecossistêmicos e benefícios ecossistêmicos derivados atuam na mesma localidade (ex.: o serviço ecossistêmico provisão de água da Bacia Amazônica gera o benefício ecossistêmico recreação, usufruído no mesmo local onde atua o serviço ecossistêmico);
- b) Omnidirecional: os serviços ecossistêmicos são fornecidos numa localidade, mas os benefícios são usufruídos em áreas próximas (ex.: o serviço ecossistêmico de captura de carbono através das florestas da região amazônica gera o benefício de purificação do ar, usufruído também em outras regiões); e
- c) Direcional: o benefício é usufruído numa localidade específica devido ao fluxo direcional do serviço ecossistêmico (ex.: a geração de energia elétrica na Bacia Amazônica resulta da energia hidráulica associada às íngremes encostas da cordilheira dos Andes, relevo onde se localizam muitas das nascentes).

O caráter omnidirecional e direcional dos benefícios dos serviços ecossistêmicos leva a considerar que

a determinação do domínio público do capital natural não deve estar atrelada ao espaço onde emerge o serviço ecossistêmico, devendo ser considerado o espaço atingido pelos benefícios ecossistêmicos resultantes. Outro aspecto é que a extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos não necessariamente está sujeita a contextos geopolíticos, e, dependendo da natureza do benefício ecossistêmico, essa extensão pode ser estudada através de ecossistemas atingidos, cidades, países etc. Esse é tipicamente o domínio dos *International Environmental Public Goods*³⁴, em que estaria grande parte dos serviços ecossistêmicos da Bacia Amazônica e seus benefícios ou, no caso como cobenefícios ou benefícios partilhados³⁵.

Serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica

Dos múltiplos serviços ecossistêmicos oferecidos pela Bacia Amazônica, este estudo limita-se à análise de um serviço de Provisão (Provisão de água), dois de Regulação (Processamento de resíduos e Regulação do clima) e um de Suporte (Ciclo de nutrientes). Os benefícios ecossistêmicos dos serviços Provisão de água e Processamento de resíduos são estudados considerando os limites da RHA devido à disponibilidade de dados. A análise dos benefícios dos serviços de Regulação de clima e Ciclo de nutrientes considera a totalidade da área da Bacia Amazônica.

- Serviço de provisão de água.
Os benefícios ecossistêmicos do serviço provisão de água considerados são: água para consumo, hidroeletricidade e transporte fluvial. Esses benefícios resultam do aproveitamento dos seguintes atributos: água bruta, energia hidráulica das correntezas de água e hidrovias. Em relação ao uso da água para consumo, as retiradas de água bruta das fontes naturais totalizaram 2.684,79 milhões de m³ no ano 2013, e o principal uso corresponde ao pecuário, seguido do industrial (Figura 2). No consumo de água para fins industriais, o setor extrativista mineral é o maior demandante desse bem (Figura 3).
Os bens produzidos a partir do uso da água como insumo de produção abastecem mercados que se encontram fora dos limites geográficos da Bacia Amazônica.

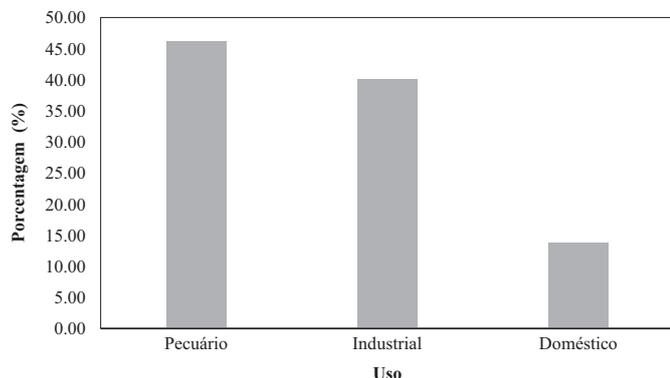
³² Fisher; Turner & Morling, 2009.

³³ Polasky et al., 2005.

³⁴ Arriagada & Perrings, 2011.

³⁵ Perrings & Gardgil, 2003.

Figura 2. Distribuição porcentual das retiradas de água bruta das fontes naturais por cada tipo de uso (2013)



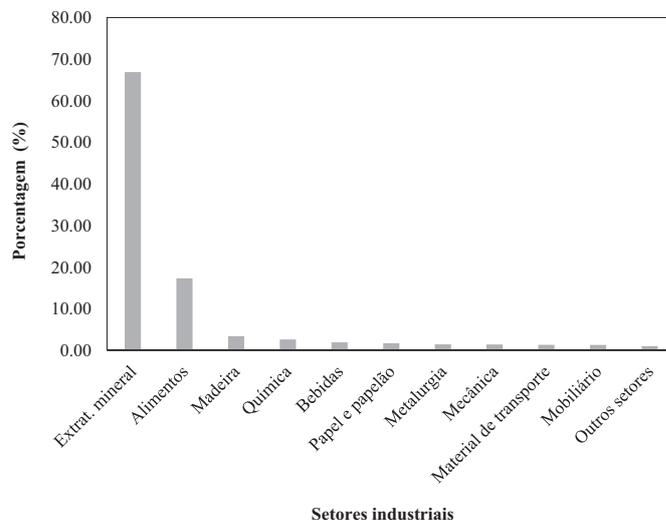
Fonte: elaboração própria a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 2013, e da ANA, 2015

ca. Os principais bens exportados são: minerais, madeiras, alimentos e bebidas. As transações comerciais desses bens implicam a comercialização da água incorporada nos seus processos de produção³⁶. Esses bens são exportados aos Estados Unidos da América, Canadá e países da Europa, do Oriente Médio e da África, assim como para blocos comerciais: Associação Latino-Americana de Integração –ALADI–, Mercado Comum e Comunidade do Caribe –CARICOM–, Mercado Comum Centro-Americano –MCCA–³⁷.

O atributo energia hidráulica do rio Amazonas e de suas vertentes procede desde as suas nascentes dos Andes Peruanos, com desnível entre 6 e 7 mil metros (quedas de água)³⁸. Essa energia é transformada em energia elétrica através de usinas e desvios de cursos de água. Até dezembro de 2017, a capacidade instalada na RHA era de 27.328,434 kW –25,40 % da matriz hidroelétrica brasileira³⁹, integrada ao Sistema Interligado Nacional (SIN). O SIN é um conjunto de subunidades elétricas distribuídas no Brasil que estão interconectadas por meio de malha de transmissão com o alvo de transferir energia elétrica entre subunidades⁴⁰. Dessa maneira, as hidroelétricas instaladas na Bacia Amazônica abastecem localidades brasileiras que se encontram fora das margens da bacia.

O atributo hidrovia é aproveitado através de meios de navegação e infraestrutura portuária. A RHA possui mais de 15.000 km de hidrovias⁴¹, seus principais corredores de transporte fluvial são as hidrovias

Figura 3. Distribuição porcentual das retiradas de água bruta das fontes naturais por setor industrial (2013)



Fonte: elaboração própria a partir do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2013, e do SNIS, 2013.

Solimões-Amazonas e Madeira. Em 2014, a primeira hidrovia foi responsável pelo transporte de 10,57 milhões de toneladas de carga –34 % do transporte fluvial por vias interiores no Brasil–⁴². Essa hidrovia tem saída para o oceano Atlântico através do rio Amazonas, condição que permite o trânsito direto entre sócios comerciais internacionais e os principais portos da Bacia Amazônica. No mesmo ano, a hidrovia Madeira transportou 4,79 milhões de toneladas de carga, particularmente minerais, soja, milho e combustíveis, destinados ao mercado interno e internacional⁴³.

Em 2017, 9,80 milhões de passageiros foram transportados dentro dos estados da RHA, sobre três modais fluviais de transporte: longitudinal estadual (localidades de um mesmo estado), longitudinal interestadual (localidades de dois ou mais Estados) e travessia (navegação transversal nos cursos de rios e canais)⁴⁴.

- Processamento de resíduos. O processamento de resíduos é a capacidade de um ecossistema de absorver e transformar restos resultantes dos seus próprios mecanismos biológicos e das atividades antrópicas⁴⁵. Os corpos dos recursos hídricos da RHA são utilizados para diluir as cargas de esgotos gerados pela população. A carga orgânica de esgotos é mensurada a partir da Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. Nos estados da RHA, a carga orgânica de esgotos é de 762,2 toneladas de DBO/dia,

³⁶ United Nations World Water Assessment Programme (WWAP), 2015

³⁷ Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior (MDCI), 2015.

³⁸ Candotti, 2010.

³⁹ Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), 2018.

⁴⁰ Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), 2018.

⁴¹ ANA, 2015.

⁴² Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), 2015

⁴³ ANTAQ, 2015

⁴⁴ ANTAQ, 2017.

⁴⁵ Farley & Brown, 2007.

sendo que apenas 12,18 % são coletadas e tratadas antes de ser depositadas nos corpos de água⁴⁶.

O processamento de resíduos como serviço de regulação oferecido pelos corpos de água da RHA é um bem comum de domínio público, e todos os indivíduos podem depositar resíduos se desejarem. Porém, corpos hídricos de 93 municípios da RHA não têm capacidade para diluir os efluentes de suas populações⁴⁷. O baixo índice de tratamento de esgotos e o congestionamento da capacidade de diluição estimulam a proliferação de doenças relacionadas a veiculação hídrica⁴⁸, ocorrências consideradas como “males públicos”.

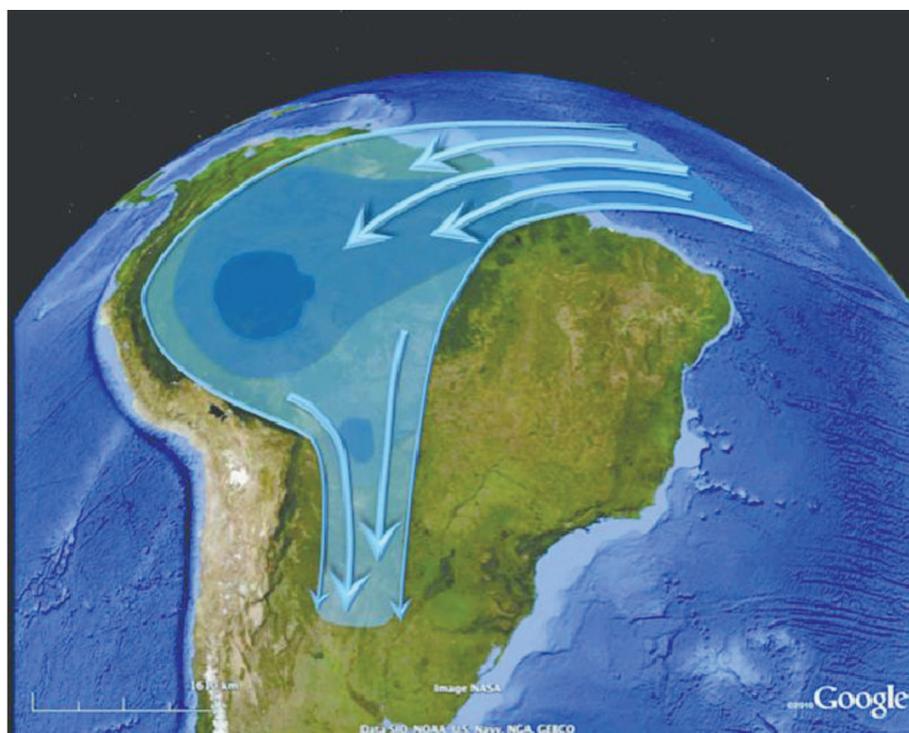
- Regulação do clima - transporte de umidade.

O serviço de regulação do clima é produto das interações próprias do ciclo hidrológico e a floresta na bacia Amazônica. Parte das chuvas que infiltram no solo é absorvida pela vegetação. Logo, pelo contato com a luz solar, acontece a evapotranspiração, mecanismo que libera à atmosfera 20 bilhões de toneladas de água por dia⁴⁹. A dinâmica de geração e transporte de umidade na floresta amazônica tem como base dois mecanismos:

- a) *Bomba Biótica*: as precipitações na floresta amazônica reduzem a pressão atmosférica, gerando uma potência dinâmica que suga os ventos oriundos do oceano Atlântico, mantendo a continuidade das precipitações e dos processos de evapotranspiração da região⁵⁰; e
- b) Os *Rios Voadores*: parte do vapor de água proveniente do oceano Atlântico é dirigida pelos ventos até a barreira física da Cordilheira dos Andes, que muda sua trajetória deslocando-o para o Sul (Bolívia, Paraguai, norte e noroeste de Argentina –bacia do Rio de La Plata– e o sul e sudoeste do Brasil –bacia do rio Paraná–)⁵¹.

Assim, a Amazônia desempenha o papel de cabeceira de reservas aéreas de vapor de água responsável pela maior parte das chuvas da América do Sul, sendo que as atividades econômicas mais impactadas são a agricultura e hidroeletricidade⁵². Essa trajetória de circulação de umidade, conhecida também como *South American Low-Level Jet* (Figura 4), contribui para a regulação dos ciclos hidrológicos da região⁵³.

Figura 4. Circulação de Umidade desde o oceano Atlântico até a América do Sul



Fonte: Arraut et al., 2012.

⁴⁶ ANA, 2017.

⁴⁷ ANA, 2017.

⁴⁸ IBGE, 2011

⁴⁹ Nobre, 2014.

⁵⁰ Gorshkov y Makarieva, 2000 apud Nobre, 2014

⁵¹ Arraut et al., 2012.

⁵² Nobre, 2014.

⁵³ Marengo et al., 2004.

- Ciclo de nutrientes.

O rio Amazonas aporta o maior volume de água doce ao oceano Atlântico (133,86 m³/seg.), representando aproximadamente 16 % da descarga total mundial⁵⁴ (Figura 5). A mistura de água doce e material de origem terrestre com águas oceânicas, denominada de “pluma amazônica”, regula a salinidade das águas e influencia indiretamente nas propriedades termodinâmicas do oceano Atlântico Tropical. Aproximadamente a metade do sedimento proveniente da Bacia Amazônica é acumulada na costa, enquanto o restante é disperso no oceano⁵⁵.

A mistura das águas fluviais e oceânicas estende-se até, aproximadamente, 1.000 km distante da linha de costa, segundo o período do ano, superando os limites da Zona Econômica Exclusiva – ZEE do Brasil. Essas condições favorecem a produtividade dos recursos pesqueiros em áreas dentro e fora da ZEE do Brasil⁵⁶.

O transporte de umidade e o lançamento de água doce para o oceano Atlântico desempenhado pelos recursos hídricos da Bacia Amazônica formam parte dos serviços ecossistêmicos que contribuem, respectivamente, na regulação de regimes de chuvas e temperaturas da América do Sul e das propriedades das águas

do atlântico. Observe-se que um serviço ecossistêmico pode ser intermediário ou final, dependendo do benefício em questão⁵⁷. Os serviços ecossistêmicos finais são resultantes da ação dos intermediários. Sobre essa abordagem, o transporte de umidade que se origina na Amazônia, junto a outros processos ecossistêmicos que decorrem na América do Sul, forma parte do conjunto de serviços ecossistêmicos intermediários que permitem o desenvolvimento de vários serviços ecossistêmicos finais, como: provisão de água, regulação de ciclos hidrológicos, regulação de temperaturas etc. Analogamente, o lançamento de água doce no oceano Atlântico desempenha o papel de serviço ecossistêmico intermediário, uma vez que permite o desenvolvimento de múltiplos serviços ecossistêmicos finais neste oceano, tais como o desenvolvimento de ecossistemas aquáticos, a regulação de temperatura e da salinidade das águas.

Sob a ótica espaço-temporal, os serviços ecossistêmicos gerados pelos recursos hídricos da Bacia Amazônica desempenham as três características espaciais *in-situ*, omnidirecional e direcional⁵⁸. Os benefícios da pluma amazônica e os rios aéreos são capturados em ordem direcional e omnidirecional, respectivamente, por regiões que se encontram fora das margens dos corpos de água da Bacia.

Figura 5. Foz do rio Amazonas ao oceano Atlântico



Fonte: Apolo 11 & Earth Google, 2021.

Nota: Leque do Amazonas refere-se a pluma amazônica.

⁵⁴ Ministério do Meio Ambiente Brasil, 2006.

⁵⁵ Val et al., 2010. Vizy & Cook, 2010.

⁵⁶ Da Silva et al., 2009.

⁵⁷ Boyd & Banzhaf, 2007.

⁵⁸ Polasky et al., 2005.

Extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica

A identificação da extensão espacial dos benefícios ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica requer o conhecimento da cadeia de valor que se desenvolve desde a formação dos serviços ecossistêmicos até os ganhos de bem-estar dos indivíduos. Essa transação de valor é feita em três estágios.

O primeiro estágio consiste na atuação dos processos eco hidrológicos, resultantes da interação de componentes bióticos e abióticos que contribuem na formação dos recursos naturais (hídricos)⁵⁹ (Quadro 3). O desempenho desses processos define quatro propriedades dos corpos de água: quantidade, qualidade, localidade e vazão. A quantidade de água infiltrada nos solos e absorvida pela vegetação contribui na distribuição da água nas fontes superficiais e subterrâneas. Também, vale ressaltar, ecossistemas saudáveis com grande cobertura vegetal são determinantes na qualidade da água. As características litológicas, estruturais e de relevo são alguns dos condicionantes da trajetória dos cursos fluviais. Por seu turno, a sazonalidade das precipitações e o controle do fluxo de água influenciam na variação da vazão hídrica. A partir de diferentes combinações dessas propriedades, emergem os serviços ecossistêmicos⁶⁰ (Estágio 2).

Os serviços ecossistêmicos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica oferecem diferentes atributos devido à característica da água de fluir, evaporar e se condensar⁶¹. Alguns desses atributos são: água bruta, hidrovias, energia hidráulica, diluição de esgotos, rios aéreos e pluma amazônica (Quadro 4). Os processos eco hidrológicos, os serviços ecossistêmicos e seus atributos nas suas condições naturais não têm preço de mercado, são submetidos a congestionamentos entre usos e usuários e são de livre acesso. Portanto, são bens não excludentes e rivais (bens comuns) de domínio público⁶², considerando-se assim bens públicos.

O terceiro estágio compreende o aproveitamento dos benefícios ecossistêmicos, onde os atributos dos serviços ecossistêmicos são explorados pelo mercado e pela indústria de transformação⁶³. A intervenção socioeconômica não cria valor, só transforma um já

existente e o adapta aos requerimentos dos distintos usos. Em geral, esse novo valor tem um preço porque os meios de transferência são compostos por infraestrutura, sistemas, máquinas e equipamentos, leis, normas etc., de tal sorte que existe um custo marginal de transformação associado. Os benefícios ecossistêmicos derivados dos “rios voadores” e da “pluma amazônica” são aproveitados sem a intervenção de outras formas de capital⁶⁴.

Os corpos de água da Bacia Amazônica são compartilhados por sete países (Figura 1), o que a torna um bem público regional. Porém, muitos dos seus benefícios são apropriados por regiões que não pertencem a ela. Para explicar melhor essa versatilidade de domínios, considera-se que os bens são de domínio regional se os seus benefícios se limitam às áreas da bacia e de domínio extra regional para benefícios que atingem áreas fora da mesma. O Quadro 5 apresenta a extensão espacial dos benefícios derivados do serviço ecossistêmico de provisão de água dos recursos hídricos da Bacia Amazônica, enquanto ao Quadro 6 expõe o correspondente aos serviços ecossistêmicos de regulação e suporte.

As hidrovias da Bacia Amazônica deixam de ser de domínio público regional, uma vez que as transações com parceiros comerciais externos à área da bacia se beneficiam da saída do rio Amazonas ao oceano Atlântico. O modal hidroviário caracteriza-se por oferecer grande capacidade de carga e baixo custo de manutenção⁶⁵. A foz do rio Amazonas no oceano Atlântico favorece o transporte de cabotagem, o qual permite o nexo logístico e comercial entre a Amazônia e o resto do Brasil. No transporte de longas distâncias em vias interiores no Brasil, a hidrovia Amazonas abraça 90,74 % das saídas de carga pelo Atlântico; a China protagoniza 64,68 % do trânsito da Bacia Amazônica, seguida dos Estados Unidos com 15,7 %⁶⁶.

Os benefícios ecossistêmicos dos rios voadores e da pluma amazônica são descritos no nível regional, mas também transcendem as suas fronteiras. Os benefícios ecossistêmicos do serviço de regulação de clima da Bacia Amazônica estão associados aos regimes de variabilidade da precipitação e dos ciclos hidrológicos, muitas vezes influenciados por fenômenos extra regionais (ex.: El Niño, La Niña), e atingem áreas da América do Sul fora dessa bacia⁶⁷. Por sua vez, o serviço de suporte

⁵⁹ Groot, Wilson & Boumans, 2002. Brauman et al., 2007.

⁶⁰ Groot, Wilson & Boumans, 2002. Brauman et al., 2007.

⁶¹ Young & Loomis, 2005.

⁶² Kaul & Mendoza, 2003. Hanemann, 2005. Young & Loomis, 2005.

⁶³ Pearce, 1985. Pearce & Turner, 1990.

⁶⁴ Groot, Wilson & Boumans, 2002. Boyd & Banzhaf, 2007.

⁶⁵ ANTAQ, 2017.

⁶⁶ ANTAQ, 2015.

⁶⁷ Sombroek, 2001.

Quadro 3. Estágio 1 da formação dos benefícios ecossistêmicos

Estágio 1	
Processos eco hidrológicos	Propriedades hidrológicas
Interações no clima local	Quantidade (estoque e fluxo de águas subterrâneas e superficiais)
Água absorvida pelas plantas	
Processos de filtração	Qualidade (composição de patógenos, nutrientes, salinidade etc.)
Estabilização do solo	
Interações químicas e biológicas dos componentes do ecossistema	
Desenvolvimento e modificação do solo	Localidade (superficial ou subterrâneo / <i>upstream</i> ou <i>downstream</i> / dentro ou fora do canal)
Alteração dos percursos de escoamento	
Desenvolvimento de depósitos sedimentários fluviais	Vazão (pontos máximos e mínimos de fluxo, velocidade)
Controle de velocidade de fluxo de água	
Variações na estocagem de água	
Sazonalidade no uso da água pelo ecossistema	

Fonte: Adaptado de Brauman et al., 2007.

Quadro 4. Estágios 2 e 3 da formação dos benefícios ecossistêmicos

Estágio 2		Estágio 3	
Serviços ecossistêmicos	Atributos	Intervenção antrópica	Benefícios ecossistêmicos
Provisão de água	Água Bruta	Captação de água bruta, adução, tratamento e transporte	Água tratada para consumo doméstico, industrial e agropecuário
	Hidrovias	Dragagem, embarcações, instalação de infraestrutura portuária	Transporte fluvial de carga e passageiros
	Energia hidráulica	Instalação de plantas hidrelétricas para transformação de energia hidráulica em elétrica	Hidroeletricidade
Processamento de resíduos	Diluição de efluentes	Instalação de rede de esgotos	Serviço de saneamento
Regulação de clima	Rios Aéreos	-	Benefícios derivados dos seguintes serviços ecossistêmicos na América do Sul: provisão de água, regulação de ciclos hidrológicos e de clima
Ciclo de Nutrientes	Pluma Amazônica	-	Benefícios derivados dos seguintes serviços ecossistêmicos no oceano Atlântico: provisão de recursos pesqueiros (produtividade marinha), regulação de temperatura e salinidade das águas oceânicas

Fonte: Elaboracao própria a partir de MA, 2005, e de Brauman et al., 2007

ciclo de nutrientes através da pluma amazônica gera benefícios sobre o oceano Atlântico⁶⁸, este último considerado como um *Global Natural Commons*.

Os recursos hídricos da Bacia Amazônica geram benefícios decorrentes de serviços ecossistêmicos que atingem bens públicos globais como o oceano Atlântico, contribuem no comércio internacional e produzem serviços ecossistêmicos que atuam em outras regiões. Assim, a bacia Amazônica não pode ser considerada somente um bem público regional, mas também, um Bem Público Global, especificamente um *Global Natural Commons*.

Os benefícios ecossistêmicos têm vários *status* dentro da classificação de bens públicos. Referente aos bens privados, nos estados da RHA são aplicadas tarifas para o consumo de água, sistema de saneamento e hidroeletricidade⁶⁹. A água para consumo agropecuário pode ser fornecida por empresas ou utilizada diretamente das fontes naturais.

O transporte fluvial de carga e passageiros é desempenhado por empresas de navegação, condição que o torna em bem privado⁷⁰. Muitas famílias e comunidades ribeirinha e indígena da Bacia Amazônica possuem

⁶⁸ Da Silva et al., 2009.

⁶⁹ SNIS, 2013. ANEEL, 2018.

⁷⁰ ANA, 2015. ANTAQ, 2015; 2017.

Quadro 5. Extensão espacial dos benefícios derivados do serviço ecossistêmico de provisão de água dos recursos hídricos da Bacia Amazônica

Atributos (Bens públicos)	Benefício ecossistêmico	Tipo de bem	Domínio	Extensão regional	Extensão extraregional
Água bruta	Água potável para consumo doméstico	Bem privado / Bem comum	Público	Domícilios dos estados da RHA	-
	Água para consumo industrial	Bem privado	Privado		Mercado de consumo de bens finais: Argentina, Venezuela, Colômbia, Chile, Peru, China, Estados Unidos, Alemanha, Argélia, Bulgária, Chile, França, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia, Uruguai, etc.
	Água para consumo agropecuário	Bem privado / Bem comum	Privado / Público	Unidades de produção industrial e agropecuária dos estados da RHA	
Hidroviás	Transporte fluvial de passageiros	Bem privado / Bem comum	Público	Usuários dos estados da RHA	-
	Transporte fluvial de carga	Bem privado / Bem comum	Privado / Público	Pequenos comerciantes, empresas de transporte de carga dos estados da RHA	Principais sócios comerciais que usam o rio Amazonas para intercambio de mercadorias com Brasil: China, Estados Unidos, Alemanha, Argélia, Bulgária, Chile, França, Polônia, Portugal, Romênia, Rússia, Uruguai, etc.
Energia hidráulica	Hidroeletricidade	Bem privado / Bem comum	Privado / Público	Unidades de consumo dos estados da RHA e estados do Brasil localizados fora da área de bacia amazônica (Sistema Interligado Nacional)	-

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

Quadro 6. Extensão espacial dos benefícios derivados dos serviços ecossistêmicos de regulação e suporte dos recursos hídricos da Bacia Amazônica

Serviço ecossistêmico	Atributos (Bens públicos)	Benefício ecossistêmico	Tipo de bem	Domínio	Extensão regional	Extensão extraregional
de regulação (Processamento de resíduos)	Diluição de efluentes	Serviço de saneamento	Bem privado / Bem comum	Público	Domícilios, unidades comerciais e industriais dos estados da RHA	-
de regulação (Regulação de clima)	Rios aéreos	Benefícios derivados dos seguintes serviços ecossistêmicos em América do Sul: provisão de água, regulação de ciclos hidrológicos, regulação de clima	Bem comum	Público	Estados da RHA, sul e sudeste do Brasil (Bacia do rio Paraná)	Paraguai, Bolívia, Norte e Nordeste de Argentina (Bacia de La Plata)
de suporte (Ciclo de nutrientes)	Pluma amazônica	Benefícios derivados dos seguintes serviços ecossistêmicos no oceano atlântico: provisão de recursos pesqueiros (produtividade marinha), regulação de temperatura e salinidade das águas oceânicas	Bem comum	Público	Costa atlântica dos estados Pará e Amapá	Oceano Atlântico: Zona Exclusiva Econômica do Brasil (ZEE), Águas internacionais (fora da ZEE), Mar Caribe

Fonte: elaboração própria a partir dos dados da pesquisa.

seus próprios meios de navegação de pequeno porte para se deslocarem entre locais e ilhas fluviais. Dessa maneira, esse benefício ecossistêmico assume também características de bem comum de domínio público.

Os benefícios ecossistêmicos da água para consumo humano industrial e pecuário, transporte fluvial de cargas e passageiros, sistema de saneamento e hidroeletricidade

atingem os estados brasileiros da Bacia Amazônica, identificados como pertencentes à RHA. Ao mesmo tempo, assume-se que esse comportamento é reproduzido nos outros países que integram a bacia Amazônica. Vale ressaltar que a RHA concentra apenas 9,7 milhões de habitantes⁷¹, isto

⁷¹ ANA, 2015.

é, 34,64 % da população da Bacia, e os benefícios ecossistêmicos derivados dos rios aéreos e da pluma amazônica são usufruídos pelos agentes extra regionais como bens comuns de domínio público.

Considerações finais

A alta disponibilidade hídrica e a biodiversidade da Bacia Amazônica a torna um grande fornecedora de serviços ecossistêmicos nos contextos geográficos local, regional e internacional, com efeitos ambientais e com ampla produção de bens e serviços que geram ganhos de bem-estar.

Os ecossistemas da Bacia Amazônica apresentam inúmeros serviços ecossistêmicos com características de bens não excludentes e rivais (bens comuns) de domínio público, conforme terminologia adotada por Kaul e Mendoza⁷², enquadrando-se como bem público global⁷³. Os benefícios ecossistêmicos derivados da Bacia Amazônica assumem vários *status* dentro da classificação de bens públicos, e essa multiplicidade resulta da intervenção de mercados, políticas institucionais, bem como da ação de comunidades e indivíduos.

Nessa direção, os bens privados e os públicos do serviço de provisão de água possuem um valor de uso que é diversificado e adaptado aos requerimentos do mercado, através da transferência de valor dada nos seus respectivos processos de exploração e produção. O ganho de bem-estar é realizado através da satisfação recebida dos benefícios ecossistêmicos, com estes por vezes assumindo características de bens privados ao longo de seu processo de extração e produção, embora a contribuição dos serviços ecossistêmicos, também, mantenha as suas características originais de bens públicos.

Assinala-se, ainda, que, além de a bacia Amazônica ser compartilhada espacialmente por sete países, alguns benefícios com características de bens públicos atingem áreas geográficas que superam os seus limites, uma vez que existem serviços e benefícios ecossistêmicos que operam de maneira direcional e omnidirecional. A extensão desses benefícios assume dois contextos. O contexto geopolítico, já que os beneficiários da saída do rio Amazonas ao oceano Atlântico podem ser identificados como países ou parceiros comerciais. O contexto espacial, em que os beneficiários dos “rios aéreos” e da pluma amazônica podem ser identificados como regiões e

ecossistemas, no âmbito da América do Sul e do oceano Atlântico. Sob esse prisma, a bacia Amazônica, na sua condição de fonte de *joint Productions*, produz serviços ecossistêmicos que compõem o conjunto de serviços ecossistêmicos intermediários na América do Sul e no oceano Atlântico.

A bacia Amazônica se comporta também como fornecedor de *inputs* para as seguintes atividades: produção industrial e pecuária, rede fluvial (logística), transformação de energia hidráulica em energia hidrelétrica, produção de água potável e sistemas de saneamento nos países que a compõem. Portanto, as externalidades negativas resultantes dos processos de exploração dos atributos dos recursos hídricos da Bacia Amazônica colocam em risco a eficiência dos serviços ecossistêmicos e do fornecimento a futuras gerações, tanto em escala regional quanto em escala extra regional.

A pesquisa identificou quatro grupos de beneficiários dos serviços ecossistêmicos da Bacia Amazônica, um em escala regional e três em escala extra regional. Em escala regional, podem-se contabilizar os residentes dos países que integram a bacia Amazônica e utilizam os recursos hídricos para uso direto ou para produzir outros bens ou serviços, além do que, também, são beneficiários dos processos ambientais de regulação de clima e ciclo de nutrientes. Em escala extra regional, distinguem-se os residentes de países da América do Sul, bem como aqueles que utilizam do oceano Atlântico para a realização de relações comerciais com o Brasil.

Como contribuição final do estudo, afirma-se a partir dos serviços ecossistêmicos fornecidos pela bacia Amazônica, neste estudo apenas analisada no recorte brasileiro, que compreende cerca de 64% de sua extensão⁷⁴ entre os sete países que a compõe, que esta não deve ser considerada apenas como um bem público de abrangência regional, uma vez que existem beneficiários de seus serviços ecossistemas em termos de bem-estar que extrapolam os limites regionais, de sorte que o mais apropriado seria classificá-la como um *Global Natural Common*.

Agradecimentos

A elaboração desta pesquisa contou com o apoio financeiro de Bolsa de Mestrado outorgado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES.

⁷² Kaul & Mendoza, 2003.

⁷³ Sandler, 1998.

⁷⁴ Filizola et al., 2002.

BIBLIOGRAFIA

- Agência Nacional de Águas (ANA). 2015: *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras*. Brasília (Brasil), ANA. <https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos> Consulta realizada el 17 de enero de 2018.
- Agência Nacional de Águas (ANA). 2017: *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. <http://atlasesgotos.ana.gov.br/> Consulta realizada el 26 de marzo de 2019.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). 2018: *Informações Técnicas. Banco de Informações de Geração*. <https://www.sigetplus.com.br/signa-o-novo-banco-de-informacoes-de-geracao-da-aneel/> Consulta realizada el 12 de febrero de 2018.
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). 2015: *TKU da navegação interior e de cabotagem-2014*. Brasília (Brasil), ANTAQ. https://www.academia.edu/23707792/Indicadores_de_Tonelada_%C3%9Atil_t_e_Tonelada_por_Quil%C3%B4metro_%C3%9Atil_TKU_do_Transporte_de_Cargas_na_Navega%C3%A7%C3%A3o_Interior_e_na_Cabotagem Consulta realizada el 14 de diciembre de 2018.
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). 2017: *Caraterização da Oferta e da Demanda do Transporte Fluvial de Passageiros e Cargas na Região Amazônica*. Brasília (Brasil), ANTAQ, Universidade Federal do Pará.
- Anand, P. B.** 2002: "Financing the provision of global public goods". *WIDER Discussion Papers No. 2002/110*. Helsinki (Finland), World Institute for Development Economics (UNU-WIDER). <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/52926/1/358489423.pdf> Consulta realizada el 12 de febrero de 2019.
- Anderson, E., Osborne, T., Maldonado, J., Mills, M., Castello, L., Montoya, M., Encalada, A. & Jenkins, C.** 2019: "Energy development reveals blind spots for ecosystem conservation in the Amazon Basin". *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(9), 521-529. <https://doi.org/10.1002/fee.2114>
- Apolo 11 & Earth Google. 2021: "Leque do rio amazonas". https://www.apolo11.com/noticias.php?t=Estudo_confirma_que_rio_Amazonas_tem_11_milhoes_de_anos&id=20090709-090152 Consulta realizada el 10 de febrero de 2021.
- Arraut, J., Obregon, G., Barbosa, H., Marengo, J. & Nobre, C.** 2012: "Aerial Rivers and lakes: looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America". *Journal of Climate*, 25, 543-556. <http://doi.org/10.1175/2011JCLI4189.1>
- Arriagada, R. & Perrings, C.** 2011: "Paying for International environmental public goods". *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 40(7), 798-806. <http://doi.org/10.1007/s13280-011-0156-2>
- Bordalo, C.** 2017: "O paradoxo da água na região das águas: o caso da Amazônia brasileira". *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, 21(1), 120-137. <http://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2017.107531>
- Boyd, J. & Banzhaf, S.** 2007: "What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units". *Ecological Economics*, 63(1-2), 616-626. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.01.002>
- Brauman, K., Daily, G., Duarte, T. & Mooney, H.** 2007. "The Nature and value of ecosystem services: an overview highlighting hydrologic services". *Annual Review of Environmental and Resources*, 32, 67-98. <http://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.031306.102758>
- Buck, S.** 1998: *The Global Commons: an introduction*. Washington D.C. (Estados Unidos), Island.
- Candotti, E.** 2010: "Notas sobre os serviços meio-ambientais", em Peixoto, J., Unterstell, N. e Freire, R., *O valor dos serviços da natureza – subsídios para políticas públicas de serviços ambientais no Amazonas*. Manaus (Brasil), Centro Estadual de Mudanças Climáticas (CECLIMA).
- Cini, R., Rosaneli, C. e Fischer, M.** 2019: "Direito humano a água e bioética: revisão da literatura latino-americana com foco na realidade brasileira". *Agua y Territorio / Water & Landscape (AYT/WAL)*, 14, 105-114. <http://doi.org/10.17561/at.14.4450>
- Cornes, R. & Sandler, T.** 1996: *The Theory of Externalities, Public Goods and Club Goods*. Cambridge (United Kingdom), Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174312>
- Da Silva, A., Santos, M., Araujo, M. e Bourles, B.** 2009: "Observações hidrológicas e resultados de modelagem no espalhamento sazonal e espacial da pluma de água Amazônica". *Acta Amazonica*, 39(2), 361-369. <http://doi.org/10.1590/S0044-59672009000200014>
- De Groot, R., Wilson, M. & Boumans, R.** 2002: "A typology for the classification, description, and valuation of ecosystem functions, goods and services". *Ecological Economics*, 41(3), 393-408. [http://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](http://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Eisemberg, C., Vogt, R., Balestra, R., Reynolds, S. & Christian, K.** 2019: "Don't put all your eggs in one basket – Lessons learned from the largest-scale and longest-term wildlife conservation program in the Amazon Basin". *Biological Conservation*, 238, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.07.027>
- Farley, J. & Brown, E.** 2007: "Restoring Natural Capital: An Ecological Economics Assessment", in Bignaut, J., Milton, S. & Aronson, J. (Orgs.), *Restoring Natural Capital: science, business and practice*. Washington D.C. (United States), Island Press, 16-27.
- Filizola, N.; Guyot, J. L.; Molinier, M.; Guimarães, V.; De Oliveira, E & De Freitas, M. A. V.** 2002: "Caracterização Hidrológica da Bacia Amazônica", in Rivas, A.; Freitas, C.E.C. de (Org.), *Amazônia: uma perspectiva interdisciplinar*. Manaus, EDUA, 33-53.

- Fisher, B., Turner, K. & Morling, P. 2009: "Defining and classifying ecosystem services for decision-making". *Ecological Economics*, 68(3), 643-653. <http://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>
- Fisher, J., Stutzman, H., Vedoveto, M., Delgado, D., Rivero, R., Dariquebe, W., Contreras, L., Souto, T., Harden, A. & Rhee, S. 2020: "Collaborative Governance and Conflict Management: Lessons Learned and Good Practices from a Case Study in the Amazon Basin". *Society & Natural Resources*, 33(4), 538-553. <https://doi.org/10.1080/08941920.2019.1620389>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2015: *Amazon Basin*. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/basins/amazon/index.stm> Consulta realizada el 13 de marzo de 2018.
- Gierlinger, S., Hauer, F., Pollack, G. & Krausmann, F. 2016: "Metabolism and Waterscape in an Industrializing City: A Quantitative Assessment of Resource Use and its Relation to the Transformation of the Urban Waterscape in Nineteenth-Century Vienna". *Agua y Territorio / Water & Landscape (AYT/WAL)*, 7, 109-124. <http://doi.org/10.17561/at.v0i7.2966>
- Hanemann, M. 2005: "The Economic Conception of Water", in Rogers, P., Llamas, M. & Martínez-Cortina, L. (Eds.), *Water Crisis: Myth or Reality*. Londres (United Kingdom), Taylor & Francis, 61-92. <https://doi.org/10.1201/9781439834275.pt2a>
- Harres, M. 2018: "Águas poluídas: uma história da poluição hídrica na Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS". *Agua y Territorio / Water & Landscape (AYT/WAL)*, 11, 70-82. <http://doi.org/10.17561/at.11.2439>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2011: *Atlas de Saneamento*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_cap3.pdf Consulta realizada el 22 febrero de 2017.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2013: *Pesquisa Industrial Anual – Produto 2013*. Rio de Janeiro (Brasil), IBGE. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/industria/pia/produtos/produto2013/default_produto.shtm Consulta realizada el 20 de febrero de 2017.
- Jalomo, F., Torres, A., Ceballos, L., Avila, J. y Álvarez, L. 2018. "Derecho humano al agua potable en la localidad de Tlachichilco del Carmen en el municipio de Poncitlán, Jalisco, México: análisis preliminar de un problema en un territorio periurbano". *Agua y Territorio / Water & Landscape (AYT/WAL)*, 12, 59-70. <http://doi.org/10.17561/at.12.4069>
- Kahn, J. 2004: *The Economic Approach to Environmental and Natural Resources*. Washington D.C. (United States), Thomson.
- Kaul, I. & Mendoza, R. 2003: "Advancing the Concept of Public Goods", in Kaul, I., Conceição, P. Golven, K. & Mendoza, R. (Orgs.), *Providing global public goods: managing globalization*. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press, 78-111. <https://doi.org/10.1093/0195157400.003.0004>
- Kaul, I. 2005: "Private Provision and Global Public Goods: Do the Two Go Together?". *Global Social Policy*, 5(2), 137-140. <http://doi.org/10.1177/146801810500500203>
- Kaul, I., Grunberg, I. e Stern, M. 2012: "Definindo Bens Públicos Globais", em: Kaul, I., Grunberg, I. & Stern, M (Eds). *Bens Públicos Globais. Cooperação Internacional no Século XX*. Rio de Janeiro (Brasil), Editora Record, 45-58.
- Keles, D., Delacote, P., Pfaff, A., Qin, S. & Mascia, M. 2020: "What Drives the Erasure of Protected Areas? Evidence from across the Brazilian Amazon". *Ecological Economics*, 176, 106733. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106733>
- Kessides, C. 1993: *Institutional options for the provision of infrastructure*. Washington, D.C. (United States), The World Bank. <https://doi.org/10.1596/0-8213-2627-9>
- Kolstad, C. 2000: *Environmental Economics*. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press.
- Marengo, J., Soares, W., Saulo, C. & Nicolini, M. 2004: "Climatology of the low-level jet east of the Andes as derived from the NCEP-NCAR reanalyses characteristics and temporal variability". *Journal of Climate*, 17(12), 2261-2280. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<2261:COTLJE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<2261:COTLJE>2.0.CO;2)
- Markandya, A., Bellù, L. G., Cistulli, V. & Harou, P. 2002: *Environmental economics for sustainable growth: a handbook for practitioners*. United Kingdom, E. Elger Pub.
- Mendoza, L. 2018: "Espacios en transformación: una historia de los arroyos urbanos como patrimonio natural de la Zona Metropolitana de Guadalajara, México". *Agua y Territorio / Water & Landscape (AYT/WAL)*, 12, 13-24. <http://doi.org/10.17561/at.12.4065>
- Millennium Ecosystem Assessment (MA). 2005: *Ecosystems and Human Well-being*. Washington D.C. (United States), Island Press.
- Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDCI) 2015: *Balança Comercial Mensal e Acumulado 2015*. <http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-externo/estatisticas-de-comercio-externo/balanca-comercial-brasileira-acumulado-do-ano> Consulta realizada el 20 de enero de 2017.
- Ministério do Meio Ambiente Brasil. 2006: *Caderno da Região Hidrográfica Amazônica*. Brasília (Brasil).
- Moraes, E., Franchito, S. & Brahmananda, V. 2013: "Amazonian deforestation: impact of global warming on the energy balance and climate". *American Meteorological Society*, 52(3), 521-530. <http://doi.org/10.1175/JAMC-D-11-0258.1>
- Morrissey, O., Velde, D. & Hewitt, A. 2002: "Defining International Public Goods: Conceptual Issues", in Ferroni, M. & Mody, A. (Eds), *International Public Goods: Incentives, Measurement, and Financing*. Washington D.C. (United States), World Bank and Kluwer, 1-30. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0979-0_2

- Nobre, A.** 2014: *O Futuro Climático da Amazônia. Relatório de avaliação científica*. São Paulo (Brasil), Articulación Regional Amazônica (ARA), Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/futuro-climatico-da-amazonia.pdf> Consulta realizada el 4 de junio de 2018.
- Oberdorff, T., Dias, M., Jézéquel, C., Albert, J., Arantes, C., Bigorne, R., Carvajal-Valleros, F., Wever, A., Frederico, R., Hidalgo, M., Hugueny, B., Leprieur, F., Maldonado, M., Maldonado-Ocampo, J., Martens, K., Ortega, H., Sarmiento, J., Tedesco, P., Torrente-Vilara, G., Winemiller, K. & Zuanon, J.** 2019: "Unexpected fish diversity gradients in the Amazon basin". *Science Advances*, 5(9), 1-9. <http://doi.org/10.1126/sciadv.aav8681>
- Oki, T. & Kanae, S.** 2006: "Global Hydrological Cycles and World Water Resources". *SCIENCE*, 313(5790), 1068-1072. <http://doi.org/10.1126/science.1128845>
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) 2018: O Sistema Interligado Nacional. <http://www.ons.org.br/paginas/sobre-o-sin/o-que-e-o-sin> Consulta realizada el 20 de enero de 2019.
- Pearce, D.** 1985: *Economía Ambiental*. México D.C. (México), Fondo de Cultura Económica.
- Pearce, D., & Turner, R.** 1990: *Economics of Natural Resources and the Environment*. Baltimore (United States), The John Hopkins University Press.
- Pereira, E., Ferreira, P., Ribeiro, L., Carvalho, T. & Pereira, H.** 2019: "Policy in Brazil (2016–2019) threaten conservation of the Amazon rainforest". *Environmental Science & Policy*, 100, 8-12. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.06.001>
- Pereira, P.** 2013: "O conceito económico de bem público", em Pato, J., Schmidt, L. e Gonçalves, M (Orgs.), *Bem comum público e/ou privado?* Lisboa (Portugal), Imprensa de Ciências Sociais-Universidade de Lisboa, 85-108.
- Perrings, C. & Gadgil, M.** 2003: "Conserving biodiversity: Reconciling local and global public benefits", in Kaul, I., Conceição, P., Golven, K. & Mendoza, R. (Orgs.), *Providing global public goods: Managing globalization*. Oxford (United Kingdom), Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/0195157400.003.0022>
- Polasky, S., Nelson, E., Lonsdorf, E., Fackler, P. & Starfield, A.** 2005: "Conserving species in a working landscape: land use with biological and economic objectives". *Ecological Applications*, 15(4), 1387-1401. <https://doi.org/10.1890/03-5423>
- Rockström, J.** 2017: "Managing the global commons: Our world-view, goals and rules need to change in the new, less certain, epoch of the Anthropocene". *Our Planet*, 3, 26-27. <https://doi.org/10.18356/7ea76f4a-en>
- Ruiz-Vásquez, M., Arias, P., Martínez, J. & Espinoza, J.** 2020: "Effects of Amazon basin deforestation on regional atmospheric circulation and water transport towards tropical South America". *Climate Dynamics*, 54, 4169-4189. <https://doi.org/10.1007/s00382-020-05223-4>
- Sandler, T.** 1998: "Global and Regional Public Goods: a prognosis for collective action". *Fiscal Studies*, 19(3), 221-247. <https://doi.org/10.1111/j.1475-5890.1998.tb00286.x>
- Sauer, S.** 2018: "Soy expansion into the agricultural frontiers of the Brazilian Amazon: The agribusiness economy and its social and environmental conflicts". *Land Use Policy*, 79, 326-338. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.030>
- Sistema Nacional de Informação sob Saneamento (SNIS) 2013: Série Histórica de dados por Municípios. *Informações e indicadores municipais consolidados*. <http://app4.mdr.gov.br/serie-Historica/> Consulta realizada el 3 de febrero de 2018.
- Sombroek, W.** 2001: "Spatial and Temporal Patterns of Amazon Rainfall". *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 30(7), 388-396. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-30.7.388>
- Sumila, T., Pires, G., Fontes, V. & Costa, M.,** 2017: "Sources of water vapor to economically relevant regions in Amazonia and the effect of deforestation". *Journal of Hydrometeorology*, 18(6), 1643-1655. <https://doi.org/10.1175/JHM-D-16-0133.1>
- United Nations World Water Assessment Programme (WWAP). 2015: *The United Nations World Water Development Report 2015: Water for a Sustainable World*. Paris (France), United Nations.
- Val, A., Almeida, V., Fearnside, P., Dos Santos, G., Fernandez, M., Junk, W., Nozawa, S., Da Silva, S. e De Carvalho, F.** 2010: "Amazônia: recursos hídricos e sustentabilidade", em Biculo, C., Tundisi, J. e Scheuenstuhl, M. (Orgs.), *Águas do Brasil. Análises Estratégicas*. São Paulo (Brasil), Academia Brasileira de Ciências, 95-109.
- Vízy, E. & Cook, K.** 2010: "Influence of the Amazonas/Orinoco plume on the summertime Atlantic climate". *Journal of geophysical research*, 11, 1-18. <https://doi.org/10.1029/2010JD014049>
- World Resources Institute (WRI) 2005: Watersheds of the World 2005. <http://netedu.xauat.edu.cn/jpkc/netedu/jpkc2009/szylyybh/content/wlzy/4/Watersheds%20of%20the%20World%202005.pdf> Consulta realizada el 18 de febrero de 2021.
- Young, R. & Loomis, J.** 2005: *Determining the economic value of water. concepts and methods*. Washington D.C. (United States), Resources for the future-RFF PRES.