

Portfólio Serviços Ambientais da Embrapa: rede de pesquisa e apoio à tomada de decisão e às políticas públicas voltadas à sustentabilidade na agricultura

RACHEL BARDY PRADO
MÔNICA MATOSO CAMPANHA
FÁBIA DE MELLO PEREIRA
WALFRIDO MORAES TOMAS
SÉRGIO GOMES TÔSTO
JOICE FERREIRA
FABIANA DE GOIS AQUINO
LILIAN TEREZINHA WINCKLER
BRUNO DE ALMEIDA SOUZA

Introdução

A abordagem dos serviços ecossistêmicos (SEs) está cada vez mais presente na sociedade graças à crescente percepção de que a humanidade e a natureza são intimamente conectadas e interdependentes (Haines-Young; Potschin, 2017) e a oferta de serviços pelos ambientes naturais é relevante para a qualidade da vida humana. Nas últimas décadas, os problemas socioambientais têm sido cada vez mais abordados sob a perspectiva dos SEs, em razão de outra percepção: a de que a degradação ambiental leva também à perda de serviços relevantes para a produção agrícola, o abastecimento de cidades e indústrias, a regulação climática, entre outros. Como resultado, a preocupação com a manutenção dos SEs vem sendo gradativamente incorporada a processos, produtos e políticas em diversos setores da sociedade e nos debates da sociedade civil organizada.

Daily (1997) foi uma das primeiras autoras a definir SE como “os serviços prestados pelos ecossistemas naturais e as espécies que os compõem, na sustentação e preenchimento das condições de permanência da vida humana na Terra.” Um conceito muito similar a este, apresentado pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio (Millenium Ecosystem Assessment, MEA, 2005), é o mais utilizado atualmente e define serviços ecossistêmicos como “os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas”.

Já o termo "serviços ambientais" (SA) foi utilizado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em seu relatório *State of Food and Agriculture* (FAO, 2007), como um subconjunto de SEs que “podem ser gerados como externalidades positivas de atividades humanas”. Segundo esse relatório, isso ocorre, por exemplo, quando sistemas de produção agropecuária, além de produzir alimentos, fibras ou gerar energia, contribuem para a manutenção da qualidade da água e do solo, a beleza cênica ou a preservação de espécies.

Segundo a Millenium Ecosystem Assessment (2003), os SEs são classificados como: serviços de provisão (ou serviços de abastecimento); serviços de regulação; serviços de suporte; e serviços culturais. Os serviços de provisão ou de abastecimento relacionam-se com a capacidade dos ecossistemas para fornecer produtos para a manutenção das populações humanas, tais como alimentos, fibras, energia e água. Os serviços de regulação advêm das funções ecossistêmicas de regulação, intrinsecamente relacionadas com os diversos processos ecológicos que ocorrem na biosfera terrestre, tais como regulação do clima, estoque de carbono, ciclagem de nutrientes, polinização, controle de erosão e de inundações. Os serviços de suporte são caracterizados como condições ecológicas, estruturais e funcionais que dão suporte para que outras funções ecossistêmicas e serviços derivados possam ocorrer, tais como formação e retenção de nutrientes e água no solo. Os serviços culturais são derivados das funções de informação que dizem respeito à capacidade de os ecossistemas naturais ou seminaturais contribuírem para a manutenção do bem-estar psicológico do ser humano, conferindo-lhe oportunidade de experiências subjetivas relacionadas à cognição, reflexão, espiritualidade, recreação e experiência estética.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio, solicitada no ano 2000, foi conduzida entre 2001 e 2005 e envolveu mais de 1.300 cientistas e 95 países (Millenium Ecosystem Assessment, 2003; TEEB, 2010). A partir desse projeto, vários autores e projetos têm feito classificação, avaliação, quantificação, mapeamento, modelagem e valoração dos serviços ecossistêmicos em todo o mundo, a fim de subsidiar a tomada de decisão em relação aos ecossistemas (De Groot et al., 2002; Millenium Ecosystem Assessment, 2003, 2005; Fisher et al., 2009; Potschin e Haines-Young, 2017). Costanza et al. (2017) apresentam os principais avanços e desafios futuros da abordagem dos SE.

Há vários sistemas de classificação dos SE e atualmente foi elaborada a Classificação Internacional Comum de Serviços Ecosistêmicos (Cices), a partir dos trabalhos sobre contabilidade ambiental desenvolvidos pela Agência Ambiental Europeia (EEA) (Haines-Young; Potschin, 2017). Essa nova classificação contribui para a revisão do Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental (SEEA), atualmente liderado pela Divisão de Estatística das Nações Unidas (UNSD). Ao longo desse tempo, têm surgido em todo o mundo diversas redes multidisciplinares visando apoiar políticas públicas. A principal delas é a Plataforma Intergovernamental de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (IPBES, em inglês), que tem uma seção no Brasil, a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (BPBES, em inglês - <https://www.bpbes.net.br/>).

Seguindo essa tendência e alinhada com esse esforço científico mundial de gerar conhecimento sobre os SEs e apoiar decisões e políticas, a Embrapa articulou uma rede de pesquisa envolvendo diversos pesquisadores nos diferentes biomas nacionais e criou, em 2018, o "Portfólio de Serviços Ambientais". O presente capítulo tem como propósito apresentar o escopo desse portfólio, suas prioridades, perspectivas e atuação.

Escopo do Portfólio de Serviços Ambientais

O Portfólio de Serviços Ambientais tem como escopo maximizar, contando com seus parceiros, a provisão de SEs múltiplos em sistemas de produção agropecuária e florestal em ambientes rurais, periurbanos e urbanos do Brasil. O foco da pesquisa é voltado para a quantificação e valoração econômica dos SEs e o fornecimento de recomendações para a internalização desses SEs nos diferentes sistemas de produção agropecuária e florestal, em políticas públicas e na sociedade, em diferentes escalas e biomas.

É propósito, ainda, do portfólio contribuir para a valorização do papel do produtor rural em relação à conservação e restauração da biodiversidade e dos SEs, por meio da elaboração de métodos capazes de certificar a sua produção e assegurar mercados e públicos diferenciados. Este propósito está alinhado com o fortalecimento da Bioeconomia, tema prioritário para a atuação da Embrapa nas próximas décadas.

Por fim, espera-se que as tecnologias, as soluções e o conhecimento gerados pelo Portfólio de Serviços Ambientais também apoiem políticas públicas mais efetivas no fomento à provisão de SEs, essenciais ao desenvolvimento sustentável.

Prioridades para o Portfólio de Serviços Ambientais

Desafios de inovação (DIs)

Segundo Padgurschi e Joly (2020), os estudos dos SEs e do bem-estar humano são complexos e requerem inovação contínua, aprendizado e interdisciplinaridade. Nesse sentido, os desafios de inovação são dinâmicos e ancorados em demandas contínuas da sociedade para a solução de seus problemas. Essas demandas podem ser informadas por meio de consultas aos diversos atores do setor produtivo agropecuário e setores correlatos e de cenários de tendências futuras para a

agropecuária. Os DIs prioritários a serem contemplados atualmente na programação de pesquisa da Embrapa, no âmbito do Portfólio de Serviços Ambientais, são apresentados na Figura 1. Esses DIs são alterados ou ajustados continuamente a partir de demandas da sociedade. A carteira de projetos deste portfólio deve estar alinhada a esses DIs.

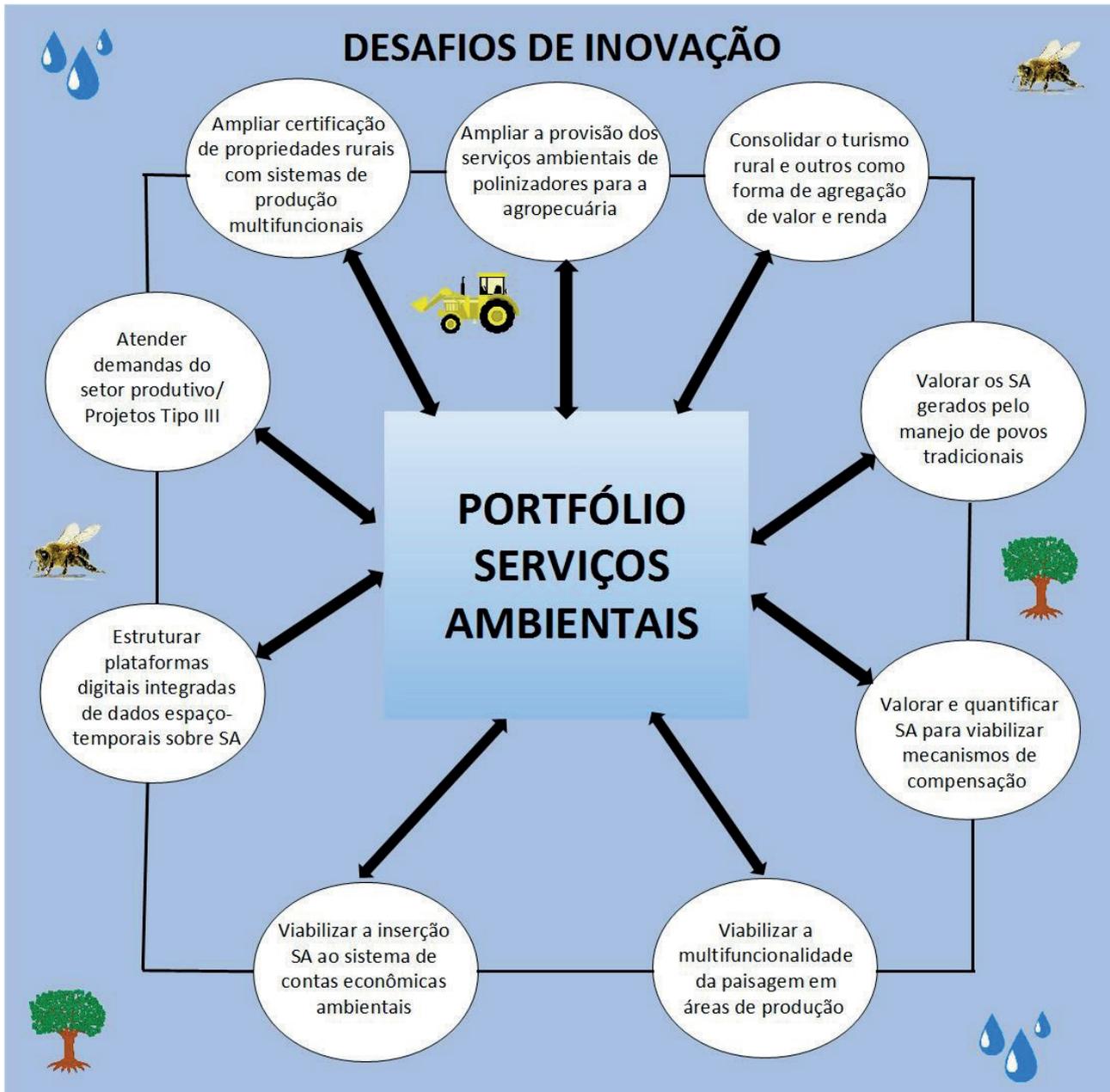


Figura 1. Desafios de inovação do Portfólio de Serviços Ambientais.

Valoração de serviços ecossistêmicos, mercados verdes e consumo sustentável

A abordagem de SE traz avanços no contexto do desenvolvimento sustentável, uma vez que visa à aproximação entre cientistas e tomadores de decisão, além de subsidiar a internalização dos custos da provisão e manutenção dos SEs nos diferentes sistemas produtivos.

Muitos avanços têm sido alcançados globalmente, e diversos setores da sociedade vêm incorporando a abordagem dos SEs em suas agendas, rotinas de produção e mercados. Isto vem ocorrendo também no Brasil, porém de forma ainda tímida, incluindo iniciativas subnacionais, principalmente em alguns estados da Amazônia e da região Sudeste.

Muitas são as oportunidades e perspectivas em um país com imensa biodiversidade como o Brasil. No mercado internacional, existem perspectivas de agregação de valor aos produtos e de renda aos produtores rurais por meio da adoção, no sistema de produção, de medidas e práticas que resultem na provisão de SEs múltiplos. Muito além de produzir fibras, alimentos e energia, a agropecuária tem potencial para contribuir para provisão de água, estoque de carbono, controle de erosão, regulação do clima e manutenção da biodiversidade. Essa abordagem pode trazer benefícios à sustentabilidade nos meios rural e urbano, com produção de alimentos mais saudáveis e fixação de pessoas no campo, valorizando o seu papel na conservação e melhorando sua qualidade de vida (Ferraz et al., 2019).

A valoração ambiental é uma forma de atribuir um valor econômico a ativos ambientais, às mudanças ocorridas neles e aos efeitos que essas alterações provocam no bem-estar humano, de forma a interromper a degradação dos recursos ambientais antes que ela ultrapasse o limite da irreversibilidade. Esses métodos científicos têm avançado bastante, em consonância com a abordagem de serviços ecossistêmicos, e apresentado diversos métodos de valoração e mecanismos de compensação ambiental, que têm propiciado praticar a internalização dos custos e ativos ambientais em negócios, processos e mercados (Costanza et al., 1997, 2014; Marques; Comunne, 1997; Costanza, 2000).

Segundo Costanza et al. (2014), a valoração não significa privatização ou “comodificação” dos SEs, uma vez que são tratados como bens públicos ou comuns. Os SEs não são geridos por mercados convencionais, e a sua valoração é importante para, por exemplo, nortear agências ou outros entes públicos responsáveis pela sua conservação quanto à prioridade de investimentos em ações de preservação, conservação, recuperação e manutenção.

Vem sendo observado no Brasil nos últimos anos, e de forma mais intensificada em 2020, um avanço das discussões, em diferentes setores da sociedade, a respeito dos mercados verdes, com demonstração de interesse dos setores empresarial, financeiro e da agropecuária como um todo.

O Brasil é um importante ator global em tempos de aquecimento global e corrida mundial para promover a redução nas emissões de carbono ou descarbonização, por deter grandes áreas de floresta tropical. Além de atender interesses internacionais, a conservação das florestas tropicais e a manutenção da nossa gigantesca biodiversidade é garantia futura de diversos bens e serviços, como ar puro, clima equilibrado, água limpa, e recursos genéticos, madeireiros e alimentares que movem diversos tipos de indústrias. O potencial e as oportunidades do mercado brasileiro para negócios sustentáveis também atraem a atenção de outros países.

Os mercados verdes podem ser definidos como uma mudança no comportamento dos mercados e do consumidor. No caso do primeiro, na mudança do processo produtivo, tornando-o mais sustentável, com menos impactos ao meio ambiente, menos custo energético, mais responsabilidade social. No caso do segundo, na opção por produtos mais sustentáveis e saudáveis. Incluem iniciativas relacionadas aos títulos verdes (*green bonds*, em inglês), mercados de créditos de carbono, como REDD e REDD+, pagamento por serviços ambientais, processos de certificação e outros.

Os títulos verdes foram criados para financiar projetos e ativos que tenham benefícios ambientais e climáticos, como eficiência energética em edifícios, energia limpa, transporte com baixa emissão de carbono, manejo de resíduos, entre outros. Tanto a oferta desses produtos quanto o interesse

do mercado em financiá-los são crescentes no Brasil, seja por meio de fundos de investimentos ou do envolvimento de empresas com compromissos socioambientais. São importantes também as iniciativas para ampliar o acesso ao mercado para produtos da sociobiodiversidade e da agroecologia.

O consumo sustentável também será um grande indutor da sustentabilidade no Brasil, por meio do reconhecimento e da valorização de processos de certificação de produtos, de sistemas de produção sustentáveis e de uma maior conexão entre o rural e o urbano, o que traz para o Portfólio de Serviços Ambientais muitas oportunidades de contribuição em termos de pesquisa. Destacam-se: necessidade de processos e métodos de certificação; métricas simplificadas e de custo acessível para o monitoramento dos serviços ambientais; mecanismos visando a melhoria na relação entre produtores e consumidores, assegurando compromissos e benefícios mútuos; subsídios às linhas de crédito específicas voltadas à produção sustentável de alimentos pelos agricultores familiares e povos tradicionais; produção de alimentos nas áreas urbanas e periurbanas, ferramentas para o fortalecimento de cadeias agropecuárias sustentáveis e do agroturismo; etc.

Pagamento por serviços ambientais (PSA)

A abordagem de “pagamento por serviços ambientais” foi adicionada recentemente ao conjunto de instrumentos econômicos utilizados para a gestão ambiental, e tem ganhado a atenção da sociedade e dos gestores públicos, por isso merece um item individual neste capítulo. O PSA é diferente dos instrumentos convencionais de política ambiental de comando e controle, pois considera os princípios do usuário-pagador e provedor-recebedor, segundo os quais aqueles que se beneficiam dos serviços ambientais devem pagar por eles e aqueles que contribuem para a geração desses serviços devem ser compensados por proporcioná-los (Pagiola et al., 2013; Young; Bakker, 2015).

As iniciativas de PSA aumentaram na última década no Brasil, principalmente com foco na conservação da biodiversidade e do estoque de carbono e da água. O bioma Amazônia destaca-se no caso da conservação da biodiversidade e do estoque de carbono, e os biomas Mata Atlântica e Cerrado, na conservação da água, incentivados pelo Programa Produtor de Água da Agência Nacional de Águas (ANA). As iniciativas de PSA ocorrem a partir de diferentes arranjos institucionais, com aplicação de diferentes métodos de valoração e com base em diferentes marcos legais.

A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (Lei nº 14.119/2021) foi recentemente sancionada pelo governo brasileiro. Essa lei é de suma importância para o avanço do desenvolvimento sustentável do País: estabelece um diálogo e alinhamento entre agricultura e meio ambiente e é bastante abrangente, seguindo o exemplo de diversos países da América Latina que contam com uma lei para regulamentar e nortear o PSA. Apesar de haver diversas experiências nacionais, o PSA se firma como um desafio para se transformar em solução eficiente para a conservação da natureza, pois ainda apresenta diversas lacunas. Para supri-las, pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) no assunto são de grande relevância. Destacam-se como oportunidades de atuação deste portfólio: delineamento de novos modelos de PSA com foco na multifuncionalidade dos SEs; estabelecimento de linha de base e métricas para a valoração e o monitoramento de serviços ambientais; identificação e mapeamento de áreas prioritárias; recomendações em relação às práticas e tecnologias conservacionistas; apoio às políticas públicas dos setores privado e financeiro; entre outras.

Bioeconomia

O conceito de bioeconomia adotado pela Embrapa é o de Torres et al. (2017):

Economia em que os pilares básicos de produção, como materiais, químicos e energia, são derivados de recursos biológicos renováveis. A transformação da biomassa possui papel central na produção de alimentos, fármacos, fibras, produtos industriais e energia. A diferença entre a bioeconomia do passado e a atual é que esta tem por base o uso intensivo de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, como os produzidos pela biotecnologia, genômica, biologia sintética, bioinformática e engenharia genética, que contribuem para o desenvolvimento de processos com base biológica e para a transformação de recursos naturais em bens e serviços (Jesus et al., 2018).

A nova bioeconomia é um importante instrumento para favorecer o uso sustentável e a conservação da vegetação nativa dos biomas brasileiros, por meio da industrialização de produtos da sociobiodiversidade e de atividades inovadoras, como PSA, ecoturismo, gastronomia, entre outras.

Na visão de futuro da Embrapa, a inserção estratégica e competitiva da bioeconomia brasileira no contexto mundial é um caminho para construir um País mais competitivo, desenvolvido e sustentável, gerando impactos positivos para a sociedade brasileira. A bioeconomia tornou-se um dos cinco grandes eixos que orientam as ações de PD&I da Empresa e contempla o tema “valoração de recursos naturais e serviços ecossistêmicos” (Jesus et al., 2018).

Dessa forma, a bioeconomia vem orientando os projetos de PD&I da empresa e se constitui em oportunidade para o Portfólio de Serviços Ambientais. O Brasil tem grande potencial ambiental e pode colaborar com um novo modelo econômico, no qual a agricultura contribui para a provisão de SEs múltiplos (Parron et al. 2019). São oportunidades para a pesquisa no âmbito deste portfólio, de forma mais específica: a identificação de novas espécies vegetais e animais com propriedades nutricionais, terapêuticas e de matéria-prima; o reaproveitamento de resíduos orgânicos para diversos fins; o fortalecimento de mercados locais, nacionais e internacionais relacionados à exploração sustentável da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos; mecanismos para agregação de renda, principalmente para agricultores familiares e povos tradicionais, visando a valorização de seu papel do uso sustentável dos recursos naturais.

Oportunidades de atuação do Portfólio de Serviços Ambientais nos biomas brasileiros

Mata Atlântica – O bioma Mata Atlântica é considerado um *hotspot* de biodiversidade e, ao mesmo tempo, abriga a maior parte da população brasileira, com elevadas demandas por SEs, principalmente alimentos, energia, água e serviços culturais, como turismo e recreação. As principais características deste bioma a serem consideradas nas estratégias de manutenção dos SEs são a sua grande heterogeneidade natural, como um complexo de 15 ecorregiões terrestres, e a elevada pressão antrópica sobre os fragmentos florestais, pois restam atualmente apenas 16,8% de suas florestas originais (WWF, 2017). Este bioma abriga parte do Aquífero Guarani e também fornece energia para o abastecimento da população por meio de diversas hidrelétricas. Contudo, tem enfrentado escassez hídrica, como o episódio de 2014–2015 (Agência Nacional de Águas, 2015). Cabe destacar, ainda, que muitos dos seus rios não chegam mais ao mar em decorrência de processos erosivos, como é o caso dos rios Paraíba do Sul e São Francisco (Prado et al., 2017). Este fato compromete os

SEs de regulação, como controle de erosão e ciclagem de nutrientes no solo, mas também de provisão de água e de suporte, como a manutenção da fauna aquática, dentre diversos outros. Os PSAs hídricos se iniciaram e se expandiram na Mata Atlântica, muitos deles relacionados aos comitês de bacias que, por sua vez, são mais atuantes nas regiões Sudeste e Nordeste. A Embrapa Solos elaborou com parceiros um manual para apoiar os PSAs hídricos no Brasil (Fidalgo et al., 2017). Destaca-se ainda neste bioma o seu potencial para o turismo ecológico e agroturismo, por conter as maiores cidades do País e por abrigar paisagens montanhosas, com muitas cachoeiras e biodiversidade como atrativos. Identifica-se, sobretudo neste bioma, oportunidades de agregação de renda à produção sustentável, como de orgânicos e agroecológicos, com maior conexão entre o urbano e rural e estratégias para uma gestão integrada de solo, água e adequação ambiental.

Amazônia – A Amazônia detém grande variedade de ecossistemas e sustenta alta diversidade de organismos da fauna e da flora (Ab'Saber, 2002; Barbieri, 2019). O número exato de espécies existentes na Amazônia é desconhecido e novas espécies são descobertas a cada dia. Já foram catalogadas pelos menos 30.000 espécies vegetais e mais de 5.500 espécies da fauna, incluindo invertebrados, mamíferos, répteis, anfíbios, aves e peixes (Valsecchi et al., 2017). Destaca-se também a grande diversidade sociocultural da região. Na Amazônia Legal, cerca de 130 mil indígenas pertencentes a 173 povos vivem em 405 terras indígenas, que totalizam mais de um milhão de quilômetros quadrados (21,7% da área) (Carneiro Filho; Souza, 2009). Muitas espécies conhecidas e utilizadas pelas populações tradicionais apresentam potencial para transformar-se em ativos econômicos rentáveis, e muitos produtos baseados em ativos biológicos têm alto valor agregado, o que demonstra o imenso potencial da Amazônia para promover a bioeconomia (Nobre; Nobre, 2019). A Floresta Amazônica desempenha um importante papel na reciclagem de água, e proporciona a manutenção do regime hidrológico não apenas regional mas também de outras regiões do continente. A evapotranspiração da Amazônia precipita-se em áreas distantes e é fundamental para fornecer água para geração de energia, agricultura e consumo urbano nas bacias dos rios Paraná e da Prata e do Rio São Francisco (Fearnside, 2018). Estima-se que uma redução de 30% a 50% nas áreas de florestas seria capaz de causar redução de 40% das chuvas sobre as áreas de florestas remanescentes (Boers et al., 2017). A Amazônia brasileira armazena grandes quantidades de carbono, estimadas em cerca de 60 bilhões de toneladas na vegetação e 47 bilhões de toneladas nos solos, em profundidade de até 1 m. Evitar que esse carbono seja liberado para a atmosfera representa um importante serviço ecossistêmico, com potencial para evitar os efeitos do aquecimento global (Fearnside, 2018). A biodiversidade e exuberância das paisagens amazônicas oferecem, ainda, oportunidades para atividades ligadas a ecoturismo, pesca esportiva, entre outras de contemplação e recreação (Sá et al., 2019), todas com grande potencial para empoderamento das comunidades locais. Desenvolver pesquisas para apoiar políticas públicas de combate ao desmatamento e controle do fogo e assegurar a manutenção da biodiversidade e dos SEs na Amazônia é crucial para o desenvolvimento sustentável do País, com benefícios para além de suas fronteiras. Destacam-se neste bioma as pesquisas de importantes redes colaborativas, a exemplo da Rede Amazônia Sustentável (RAS), sob coordenação da Embrapa e de parceiros, com diversos resultados sobre biodiversidade e serviços ecossistêmicos da região (<https://www.rasnetwork.org/>).

Pantanal – O Pantanal, que ainda mantém mais de 85% de suas paisagens conservadas (Harris et al.; 2005; Roque et al., 2016; Tomas et al., 2019), é uma região cujos desenvolvimento e ocupação pela pecuária deveram-se à oferta de um serviço ecossistêmico de provisão que caracteriza as planícies de inundação: vastas áreas de pastagens nativas renovadas anualmente pelas cheias sazonais. Devido às características de seu relevo e hidrogeologia, o Pantanal é também uma região fundamental para a regulação de fluxo de águas de uma vasta bacia hidrográfica, de mais de

170.000 km², e também é relevante para o sequestro de carbono (Mitsch et al., 2013; Watkins et al.; 2017; Villa; Bernal, 2018). A abundância de peixes, por exemplo, sustenta o turismo de forma considerável, bem como a subsistência de populações tradicionais. Não é por acaso que a agenda de sustentabilidade proposta para o Pantanal por um grande número de pesquisadores aponta a consideração de PSA como uma das vertentes relevantes para compensação aos proprietários rurais cujas fazendas estão sob regime de uso restrito, de acordo com o Artigo 10º da Lei nº 12.651/2012 (Tomas et al., 2019). Assim, a Embrapa Pantanal tem buscado estabelecer indicadores de SE para serem inseridos no sistema Fazenda Pantaneira Sustentável – FPS – (Santos et al., 2017), desenvolvido para avaliar a sustentabilidade em fazendas de pecuária, de forma que esse aspecto da sustentabilidade possa ser utilizado em programas de incentivos fiscais, certificação, políticas de juros diferenciados, entre outros. Destaca-se também neste bioma a importância de políticas públicas e ferramentas de pesquisa para reverter o cenário atual de queimadas devastadoras, que ocorreram principalmente nos últimos anos, comprometendo de forma drástica os estoques de capital natural. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), o Pantanal apresenta o pior cenário de queimadas observado na sua série histórica de 22 anos. Entre janeiro e setembro de 2020, mais de 2,2 milhões de hectares (cerca de 12% do bioma) já haviam sido queimados, uma área maior do que aquela acumulada nos 6 anos anteriores a 2020.

Cerrado – O bioma Cerrado estende-se por uma área 2.036.448 km², cerca de 22% do território brasileiro, e tem contato com a Mata Atlântica, a Caatinga, a Amazônia e o Pantanal. Apresenta elementos biológicos únicos, com rica biodiversidade. A flora abriga cerca de 12,5 mil espécies vasculares (Mendonça et al., 2008) e é acompanhada por riqueza faunística nos diversos grupos taxonômicos. A riqueza de espécies está associada aos diferentes tipos de vegetação que compõem o Cerrado, desde campestres até florestais. A heterogeneidade ambiental forma ecossistemas dinâmicos que interagem com os componentes bióticos (homem e outros seres vivos) e abióticos (solo, água, ar, relevo, clima e outros). As interações entre os ambientes físico e biológico geram as funções ecossistêmicas e, por conseguinte, os serviços ecossistêmicos. Estudos com a perspectiva de preencher lacunas de conhecimento sobre PSA no Cerrado, com avaliação e desenvolvimento de indicadores, modelos e diferentes abordagens, podem auxiliar na compreensão do impacto das mudanças de uso do solo nos ecossistemas naturais e, conseqüentemente, no fornecimento dos serviços ecossistêmicos. Nesse sentido, destaca-se o trabalho de Lima et al. (2017), que desenvolveram uma abordagem espacialmente explícita para o mapeamento dos serviços do ecossistema (Mapes) utilizando conhecimentos específicos e acumulados sobre o bioma Cerrado. Outra vertente importante é o desenvolvimento de tecnologias para a restauração ecológica de áreas degradadas no bioma Cerrado. No processo de restauração, busca-se reativar os serviços prestados pelos ecossistemas, de forma a recuperar características estruturais e funcionais visando reduzir os impactos negativos e promover a conectividade entre os remanescentes e áreas de produção mais sustentáveis. Acompanhar o processo de restauração ecológica de áreas degradadas e o retorno paulatino dos SEs tem sido um grande desafio no bioma Cerrado. Os indicadores, as ferramentas e as análises da prestação de serviços ecossistêmicos, sob diferentes perspectivas, permitirão estabelecer as perdas e os ganhos decorrentes das decisões sobre mudanças no uso do solo. Esse entendimento é fundamental para orientar a ocupação do espaço de forma mais sustentável, com gestão efetiva dos recursos naturais em longo prazo.

Caatinga – Bioma genuinamente brasileiro, a Caatinga é considerada um ecossistema frágil e vulnerável à desertificação, devido às suas condições climáticas e à exploração inadequada de seus recursos naturais (Araújo; Souza, 2011). Sua extensão, de 734 mil km², corresponde a 10% do território nacional (Silva et al., 2004). A desertificação implica na degradação de solos, flora, fauna e recursos

hídricos, com a conseqüente redução da qualidade de vida da população. Além da exploração dos recursos naturais e do uso indevido do solo, os modelos de desenvolvimento regionais imediatistas são considerados as causas do processo de degradação que o bioma nordestino tem sofrido. Nesse cenário, as queimadas anuais para preparo de solo, prática muito usada pela população da região, contribui para reduzir a biodiversidade (Brasil, 2004). Toda a pressão sofrida pelo bioma influencia no balanço hídrico, bioclimático e na fertilidade dos solos, e é responsável por perdas de espécies intrínsecas ao Semiárido brasileiro. Ações de intervenção para iniciar o processo de recuperação, com redução da pressão sobre a vegetação e incentivo ao reflorestamento e uso sustentável do solo, são necessárias (Souza et al., 2015). A Caatinga já foi considerada como detentora de pouca diversidade biológica, contudo estudos recentes demonstraram a importância deste bioma para a biodiversidade brasileira. É necessário mitigar as causas da desertificação e conservar o mosaico de habitats que compõem a Caatinga (Leal et al., 2005), tendo como prioridades a valorização de suas paisagens, a agregação de renda para os seus povos por meio do manejo sustentável da sociobiodiversidade, bem como estratégias de convivência com a seca e aproveitamento de suas riquezas naturais e culturais.

Pampa – O bioma pampa é o único do Brasil encontrado em apenas um estado, o Rio Grande do Sul, apesar de ser compartilhado com outros países, como Uruguai, Argentina e Paraguai. Apesar da sua pequena dimensão (2,07% do território nacional), tem contribuído com a produção primária de forma significativa. Este bioma apresenta como característica a dominância de vegetação campestre em relevo plano e de ondulado a fortemente ondulado (Boldrini, 2020). A produção agrícola no Pampa tem predomínio da produção de arroz e soja, além da produção pecuária baseada em sistemas extensivos, com pastagens nativas, que pode ser considerada uma forma de conservação desses ambientes (Nabinger et al., 2020). Dentre as fragilidades legais observadas para este bioma estão a falta de limites para definição de vegetação nativa campestre, suprimida ou não, a indefinição de conceitos, como o de áreas úmidas, de formas de recomposição de áreas de preservação permanente em ambientes campestres, como campos úmidos, e de definição dos serviços ambientais de interesse e do limite de uso para permitir o provimento desses serviços (Winckler; Mahler, 2020). O conhecimento potencial dos serviços ambientais prestados nos diferentes ambientes e a proposição de substituição por modelos mais eficientes ambientalmente, com práticas e processos que visem a manutenção da funcionalidade dos ecossistemas agrícolas, são formas de proporcionar produção com sustentabilidade. Mecanismos de compensação, financeira ou não, como o PSA, também poderiam ser alternativas para este bioma, com destaque para a água. Produzir em áreas com características específicas culturais ou ambientais também podem ser uma forma de agregar valor monetário aos produtos agrícolas, com valorização dos serviços ambientais ali prestados (Borba; Trindade, 2009; Ferraz et al. 2019).

Atuação do Portfólio de Serviços Ambientais

O Portfólio de Serviços Ambientais tem um comitê gestor composto por representantes com formação técnica complementar em temas correlatos, lotados em Unidades da Embrapa nos diferentes biomas brasileiros, o que permite identificar demandas e dar direcionamentos mais focados para cada contexto e realidade brasileira. O objetivo geral do Portfólio de Serviços Ambientais é integrar ações de PD&I da Embrapa com o setor produtivo e com as políticas públicas, visando gerar e disseminar soluções inovadoras para viabilizar a sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários e florestais em consonância com a provisão de serviços ecossistêmicos nos biomas brasileiros.

O portfólio atua essencialmente em três frentes: gerencia a carteira de projetos da Embrapa no tema serviços ambientais; estabelece estratégias para integração e disseminação de seus resultados em torno de seus principais desafios de inovação; e apoia políticas públicas e outras iniciativas públicas e privadas que possam ter reflexos nos serviços ecossistêmicos na agricultura brasileira.

Gerenciamento da carteira de projetos da Embrapa no tema Serviços Ambientais

O Portfólio de Serviços Ambientais na Embrapa foi estruturado para planejar e acompanhar os projetos de pesquisa nesse tema, com o propósito de encontrar soluções de PD&I para serviços ecossistêmicos e atender demandas nacionais e regionais conectadas às tendências atuais apontadas para a agricultura e às expectativas da sociedade. Dessa forma, o Portfólio vem organizando os projetos, desenvolvendo pesquisas e produzindo informações técnicas sobre essa temática (Embrapa, 2020a).

As prioridades são estabelecidas por meio de avaliação de documentos que apontam as tendências para o futuro e de consulta a atores do setor produtivo e correlatos, dentro e fora da instituição. A agenda de PD&I em serviços ecossistêmicos na Embrapa parte de premissas definidas em documentos institucionais, como o Documento Visão 2030, elaborado pelo Sistema de Inteligência Estratégica da empresa; o Plano Diretor; as agendas e acordos internacionais de que o Brasil participa, como a Estratégia de Biodiversidade da União Europeia para 2020; os instrumentos de política, como a Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD), a Política Nacional sobre Mudança do Clima, o Código Florestal, a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA); dentre outros documentos. Também são norteadores das pesquisas em SE os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definidos para até 2030 pelas Nações Unidas e a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES).

Essas prioridades de PD&I são organizadas na forma de “desafios de inovação”, apresentados no item 3.1, que indicam problemas e oportunidades do setor produtivo e subsidiam a indução de projetos. Os portfólios monitoram o alcance desses desafios de inovação, completando a dinâmica do ciclo de gestão – planejamento, execução, acompanhamento, avaliação e realimentação – (Embrapa, 2020b).

Estratégias para integração e disseminação de resultados

O conceito de serviço ecossistêmico ainda é pouco conhecido pela sociedade em geral. Contudo, a percepção em relação aos SEs e o reconhecimento de seus benefícios para a garantia do bem-estar social, da conservação da natureza e do desenvolvimento sustentável pode ser ampliada com acesso à informação e ao conhecimento gerado pela pesquisa. Tal conhecimento servirá de base para mudanças estruturais nas demandas dos consumidores de produtos agropecuários, no meio rural e nas práticas adotadas para a produção agropecuária e florestal, de forma que o desenvolvimento econômico venha acompanhado do redesenho de sistemas produtivos sustentáveis, que conservem os recursos naturais para o uso futuro em benefício de toda a sociedade (Ferraz et al., 2019).

Por sua natureza multidisciplinar e transdisciplinar, este Portfólio tem buscado promover a integração dos SEs ao contexto das atividades agropecuárias, rurais e urbanas por meio de uma rede colaborativa de PD&I composta de atores internos e parcerias externas à Embrapa.

A disseminação do tema e dos resultados de pesquisa vem sendo trabalhada por meio de produção de conteúdo científico organizado em livros, artigos, documentos técnicos, matérias jornalísticas, entrevistas, promoção de eventos técnico-científicos, participação em eventos técnico-científicos, e eventos de capacitação e treinamento, além das ações de transferência de tecnologia, intercâmbio de conhecimentos e da construção coletiva do conhecimento em projetos de pesquisa com parceiros externos. A capacitação e a troca de experiências também são ferramentas importantes neste contexto.

Os documentos e publicações gerados no âmbito do Portfólio de Serviços Ambientais são encontrados na página eletrônica da Embrapa (<https://www.embrapa.br/tema-servicos-ambientais>). Destaca-se o Marco Referencial em Serviços Ecosistêmicos, lançado recentemente, que traz um nivelamento conceitual sobre o tema, apresenta seu histórico e evolução, mostra os instrumentos legais e políticos que regulam os SEs no País, explica as suas relações com a agricultura e traz ainda a importância da pesquisa científica e inovação para aumentar a provisão desses serviços (Ferraz et al., 2019).

Apoio às políticas públicas

Viabilizar a aplicação dos resultados de pesquisa na elaboração e implementação de políticas públicas torna-se cada vez mais necessário, pois decisões baseadas em resultados científicos serão mais efetivas em relação à preservação da biodiversidade e à provisão de SEs.

Muitos avanços ocorreram em relação ao PSA no Brasil, mas há várias lacunas também. Uma das principais é o fato de o Brasil ter aprovado apenas recentemente, em janeiro de 2021, uma política nacional para orientar e regular o PSA em nível nacional (Lei nº 14.119/2021). Vários projetos de lei (PLs) sobre PSA foram apresentados no Congresso Nacional brasileiro, mas a discussão de outra política nacional, voltada para a proteção da vegetação nativa, que foi a Lei de Proteção à Vegetação Nativa – Código Florestal – (Lei nº 12.651/2012), dividiu as opiniões entre ambientalistas e ruralistas e gerou atrasos nas discussões sobre PSA.

Após a aprovação do Código Florestal, discussões e avanços nos PLs relacionados à política de PSA no Brasil voltaram ao Congresso Nacional. Diversos setores da sociedade – setor público, setor privado e o terceiro setor – acompanharam e participaram desse processo de discussão. O comitê gestor do Portfólio de Serviços Ambientais passou a participar desse processo em 2015 sob demanda e por intermédio do conselho consultivo parlamentar da Embrapa, elaborando notas técnicas, proferindo palestras no Congresso Nacional, bem como elaborando material de divulgação em linguagem adequada aos parlamentares, fornecendo subsídios técnicos para discussão e elaboração da lei de PSA.

Esse processo participativo de construção de políticas públicas, no qual os parlamentares levam em consideração conceitos e recomendações técnicas, é bastante recente. O resultado é que, por exemplo, a Lei nº 14.119/2021 abrange diversos pontos sugeridos pelos diferentes setores, conciliando interesses de ambientalistas e ruralistas, apesar dos vetos que sofreu. Os pesquisadores da Embrapa também vêm apoiando a implementação de políticas públicas em diferentes níveis (nacional, estadual e municipal) a partir do desenho de PSAs, do desenvolvimento de ferramentas de valoração, da seleção de áreas prioritárias e do monitoramento dos PSAs, entre outros.

Por exemplo: em relação ao SE de polinização, cerca de 90% das angiospermas precisam do auxílio de animais para a sua reprodução, principalmente dos insetos, e as abelhas são consideradas os principais agentes polinizadores. Pesquisas indicam que a população de insetos está diminuindo a uma taxa de 2,5% ao ano e que ações antrópicas têm sido responsáveis pelo declínio de polinizadores. Nesse cenário, 40% das espécies de abelhas são consideradas vulneráveis e correm risco de extinção (Sánchez-Bayoa; Wyckhuys, 2019; Hallmann et al., 2017).

Nesse contexto, as políticas públicas desempenham papel fundamental para a proteção e conservação dos polinizadores, garantindo a manutenção da biodiversidade e a produção de alimentos. Destaca-se, em termos de atuação do Brasil no que diz respeito aos polinizadores, a participação na Conferência das Partes (COP5) da Convenção da Diversidade Biológica realizada em Nairóbi, Quênia, em 2000, e o programa Iniciativa Internacional para Conservação e Uso Sustentável dos Polinizadores, por meio da Iniciativa Brasileira dos Polinizadores, com apoio do Ministério do Meio Ambiente e foco na polinização de culturas de interesse agrícola. O II Simpósio Brasileiro de Polinização e da Rede Brasileira de Interações Planta–Polinizador, realizado em Catalão, Goiás, foi importante, pois pesquisadores da área de Biologia da Polinização redigiram a Carta de Catalão. Esse documento solicita ao governo federal, por intermédio do Ministério do Meio Ambiente, uma política nacional para uso e conservação de polinizadores e do serviço de polinização. Em 2017, a Embrapa promoveu o Simpósio Sobre Perda de Abelhas no Brasil e reuniu especialistas nacionais e internacionais, no qual foram elencados pontos considerados gargalos para a redução da perda de abelhas. O comitê gestor do Portfólio de Serviços Ambientais emitiu nota técnica relativa ao PL nº1918/2019, que visa estabelecer medidas de estímulo à pesquisa e à proteção das populações de polinizadores, e está em discussão no Congresso Nacional.

Entre as ações que têm sido discutidas e trabalhadas para serem desenvolvidas como políticas públicas relacionadas ao SE de polinização, destacam-se: conectar os fragmentos de vegetação por meio de corredores ecológicos; proteger as espécies vegetais nativas mais usadas pelas abelhas; promover campanhas de conscientização sobre a importância das abelhas; incentivar a educação ambiental; criar incentivos fiscais para o uso de boas práticas agrícolas e apícolas; intensificar o ensino do tema “polinização e polinizadores” em todos os níveis de ensino fundamental e médio; determinar regiões de zoneamento para apicultura orgânica. Demandas mais recentes relacionadas ao tema são: a necessidade de apoio dos pesquisadores para normatizar o ingresso, no Brasil, de material genético ou produtos das abelhas, evitando a introdução de doenças e inimigos naturais; regulamentação e fiscalização da criação de abelhas nativas que não sejam endêmicas da região; e o resgate de colônias de polinizadores invertebrados em áreas destinadas ao desmatamento.

O comitê gestor do Portfólio de Serviços Ambientais tem sido demandado, ainda, para analisar e emitir pareceres para subsidiar PLs em tramitação no Congresso Nacional em colaboração com outros portfólios da Embrapa, a saber: PL nº 11.276/2018 – Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo –; PL nº 4.778/2019 – Política Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável em Microbacias Hidrográficas (PNDRSMH) –; PL nº 7578/2017, que institui o patrimônio verde e dá outras providências, com vistas à viabilização e à circulação de riquezas com base em certificados de bens intangíveis, gerados a partir da conservação, preservação ou recuperação dos ativos de patrimônio ambiental; PL nº 313/20, que propõe alterar a Lei nº 9.985/2000 para adequar a definição de reserva extrativista, a fim de compatibilizar a criação de rebanhos de bovinos e bubalinos; Proposta de Emenda à Constituição nº 24/2020, que propõe o acréscimo, à Constituição brasileira, relacionado à promoção de “incentivos, monetários ou não, para as atividades individuais ou coletivas que favoreçam a manutenção, a recuperação ou a melhoria das condições do meio ambiente (baseados no princípio do provedor–recebedor)”, assim como incentivos para empresas

e organizações, visando à geração de empregos e formação de recursos humanos em atividades que contribuam para a qualidade ambiental; PL nº 572/2020, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação, Conservação, Manejo Florestal Sustentável, Manutenção e Aumento dos Estoques de Carbono Florestal (REDD+).

Considerações finais

O cenário presente, de urgência em conciliar o desenvolvimento econômico com os aspectos ambientais e sociais no chamado desenvolvimento sustentável, apresenta-se como importante oportunidade de atuação da pesquisa no tema serviços ecossistêmicos. A reconstrução de valores pela sociedade, instrumentos e ferramentas inovadores para o fortalecimento da gestão e da conservação e preservação ambiental, novas exigências de mercados e consumidores, bioeconomia, PSA e as possibilidades de trabalho colaborativo são insumos para a busca de soluções para enfrentar os desafios que se apresentam na atualidade, com destaque para a escassez de recursos naturais e as mudanças climáticas. Pesquisa, desenvolvimento e inovação são ferramentas-chave neste contexto.

Um desafio importante é despertar e ampliar a percepção, a sensibilização e a internalização do conceito dos serviços ecossistêmicos e de sua relação com o bem-estar humano, fazendo com que a sociedade desempenhe um papel ativo e importante no alcance das soluções de PD&I. Pesquisas de opinião recentes mostram que os brasileiros têm grande interesse em conservar o meio ambiente, indicando que há um ambiente social bastante favorável para a busca de soluções sustentáveis com a conservação dos serviços ecossistêmicos. Outro desafio que se apresenta é tornar sólida uma rede de pesquisa no tema e promover sua interação com os diferentes setores da sociedade, bem como sua atuação contínua e integrada em todos os biomas brasileiros.

Conhecimento, tecnologias e soluções inovadoras poderão exercer impactos positivos, ampliando a abrangência e a importância do tema e colocando os conceitos em prática, o que será fundamental para subsidiar políticas públicas e beneficiar a sociedade brasileira como um todo.

Referências

Ab'SABER, A. N. Bases para o estudo dos ecossistemas da Amazônia brasileira. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p. 7–30, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos**: informe 2015. 88 p. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf. Acesso em: 2 set. 2020.

ARAÚJO, C. S. F.; SOUSA, A. N. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, p. 975-986, 2011.

BARBIERI, E. A Amazônia e a sustentabilidade da sua biodiversidade. **Revista Relicário**, v. 6, n. 12, p.108–126, 2019.

BOERS, N.; MARWAN, N.; BARBOSA, H. M. J.; KURTHS, J. A deforestation-induced tipping point for the South American monsoon system. **Scientific Reports**, v. 7, n. 41489, 2017.

BOLDRINI, I. Por que e para que conservar o Pampa? In: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: reunindo saberes, 1, 2020, Pelotas, RS. **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 12-29.

BORBA, M.; TRINDADE, J. P. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável. In: PILLAR, V. D, MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. S.; JACQUES, A. V. A. **Campos sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 391-403.

- BRASIL. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca/PAN-Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 214 p.
- CARNEIRO FILHO, A.; SOUZA, O. B. (Ed.). **Atlas de pressões e ameaças às terras indígenas na Amazônia brasileira**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.
- COSTANZA, R.; ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; NEILL, R. V. O.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253-260, 1997.
- COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 152-158, 2014.
- COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. Twenty years of ecosystem services: how far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, pt. A, p. 1-16, 2017.
- COSTANZA, R. Social goals and the valuation of ecosystem services. **Ecosystems**, v. 3, n. 1, p. 4-10, 2000.
- DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.
- DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.
- EMBRAPA. **Pesquisa e Desenvolvimento**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento>. Acesso em: 12 ago. 2020a.
- EMBRAPA. **Portfólios**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/pesquisa-e-desenvolvimento/portfolios>. Acesso em: 12 ago. 2020b.
- FAO. **The state of food and agriculture: paying farmers for environmental services**. Rome, 2007. 222 p. (FAO Agriculture Series, 38).
- FEARNSIDE, P. M. Valoração do estoque de serviços ambientais como estratégia de desenvolvimento no Estado do Amazonas. **Inclusão Social**, v. 12, n. 1, p. 141-151, 2018.
- FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 121 p.
- FIDALGO, E. C. C.; PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; SCHULER, A. E. **Manual para pagamento por serviços ambientais hídricos: seleção de áreas e monitoramento**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 80 p.
- FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009.
- HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. B. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1: guidance on the application of the revised structure**. Nottingham: Fabis Consulting, 2017.
- HALLMANN, C. A.; SORG, M.; JONGEJANS, E.; SIEPEL, H.; HOFLAND, N.; SCHWAN, H.; STENMANS, W.; MÜLLER, A.; SUMSER, H.; HÖRREN, T.; GOULSON, D.; KROON, H. de. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. **PLOS One**, v. 12, n. 10, 2017.
- HARRIS, M. B.; TOMAS, W.; MOURÃO, G.; DA SILVA, C. J.; GUIMARÃES, E.; SONODA, F.; FACHIM, E. Safeguarding the Pantanal wetlands: threats and conservation initiatives. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 714-720, 2005.
- JESUS, K. R. E. de; PEREIRA, V. da F.; TORRES, D. A. P.; FRONZAGLIA, T.; PAZIANOTTO, R. A. A.; LOPES, D. B. **Desafios para a inserção da bioeconomia brasileira no contexto mundial: análise preliminar da consulta a stakeholders**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 23 p. (Embrapa. Secretaria de Inteligência e Relações Estratégicas. Documentos, 6).
- LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JUNIOR, L. Mudando o rumo da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 701-706, 2005.
- LIMA, J. E. F. W.; AQUINO, F. de G.; CHAVES, T. A.; LORZ, C. Development of a spatially explicit approach for mapping ecosystem services in the Brazilian Savanna – MapES. **Ecological Indicators**, v. 82, p. 513-525, 2017.
- MARQUES, J. F.; COMUNNE, A. E. A teoria neoclássica e a valoração ambiental. In: ROMEIRO, A. R.; REYDON, B. P.; LEONARDI, M. L. A. **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais**. Campinas: Unicamp-IE, 1997. p. 21-42.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Washington, DC: Island Press, 2005. 137 p. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC: Island Press, 2003. Disponível em: http://pdf.wri.org/ecosystems_human_wellbeing.pdf. Acesso em: 02 set. 2020.

MENDONÇA, R. C.; FELFILI, J. M.; WALTER, B. M. T.; SILVA-JÚNIOR, M. C.; REZENDE, A. B.; FILGUEIRAS, T. S.; NOGUEIRA, P. E.; FAGG, C. W. Flora vascular do bioma Cerrado: checklist com 12.356 espécies. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.) **Cerrado: ecologia e flora**. v. 2. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 213-228.

MITSCH, W. J.; B. BERNAL, A. M. NAHLIK, U. MANDER, L. ZHANG, C. J. ANDERSON, S. E. JØRGENSEN, H. BRIX. Wetlands, carbon, and climate change. **Landscape Ecology**, v. 28, p. 583-597, 2013.

NABINGER, C.; JAURENA, M. A.; OLIVEIRA, L. V.; COSTA, L. B. Manejo pecuário e conservação do campo nativo. In: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: reunindo saberes, 1., 2020, Pelotas, RS/. TEIXEIRA FILHO, A.; WINCKLER, L. T. (Org.). **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 44-61.

NOBRE, I. N.; NOBRE, C. **Projeto “Amazônia 4.0”**: definindo uma terceira via para a Amazônia, 2019.

PADGURSCHI, M.; JOLY, C. **A curiosidade inventou a humanidade**. Disponível em: <<https://www.bpbes.net.br/a-curiosidade-inventou-a-humanidade/>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

PAGIOLA, S.; VON GLEHN, H. C.; TAFFARELLO, D. **Experiências de pagamentos por serviços ambientais no Brasil**. São Paulo: SMA/CBRN, 2013. 336 p.

PARRON, L. M.; TURETTA, A. P. D.; FIDALGO, E. C. C.; BRAGA, A. R. dos S.; PRADO, R. B.; BERGIER, I.; CAMPANHA, M. M.; FRITZSONS, E.; PEDREIRA, B. da C. C. G.; SOSINSKI JUNIOR, E. E.; SANTOS, S. A.; ANDRADE, A. G. de; VOLK, L. B. da S.; MARTINS, C. R.; DRUCKER, D. P.; FERRAZ, R. P. D. Serviços ecossistêmicos: pesquisa, desenvolvimento e inovação. In: FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M. (Ed.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 5, p. 109-121.

POTSCHIN, M.; HAINES-YOUNG, R. From nature to society. In: BURKHARD, B.; MAES, J. (Ed.). **Mapping ecosystem services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. cap. 2.3, p. 36-43.

PRADO, R. B.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; MARQUES, G. Uso e gestão da água: desafios para a sustentabilidade no meio rural. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 43, n. 2, p. 43-48, 2017.

ROQUE, F. O.; OCHOA-QUINTERO, J.; RIBEIRO, D. B.; SUGAI, L. S. M.; COSTA-PEREIRA, R.; LOURIVAL, R.; BINO, G. Upland habitat loss as a threat to Pantanal wetlands. **Conservation Biology**, v. 30, p. 1131–1134, 2016.

SÁNCHEZ-BAYOA, F.; WYCKHUYS, K. A. G. Worldwide decline of the entomofauna: a review of its drivers. **Biological Conservation**, v. 232, p. 8-27, 2019.

SÁ, R. J. DA S. DE; FÉLIX, I. B.; SOUZA, G. B. DE; SILVA, A. P. DOS S.; SOUZA, G. S. DE; RIBEIRO J. M. F. A importância da biodiversidade amazônica. **Multidisciplinary Reviews**, v. 2, n. 1, 2019.

SANTOS, S. A.; LIMA, H. P.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; ABREU, U. G. P. de; TOMÁS, W. M.; SALIS, S. M.; CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, M. D. de; SOARES, M. T. S.; SANTOS JR., A dos; OLIVEIRA, L. O. F. de; CALHEIROS, D. F.; CRISPIM, M. A.; SORIANO, B. M. A.; AMÂNCIO, C. O. G.; NUNES, A. P.; PELLEGRIN, L. A. A fuzzy logic-based tool to assess beef cattle ranching sustainability in complex environmental systems. **Journal of Environmental Management**, v. 198, p. 95-106, 2017.

SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.) **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente: Universidade Federal de Pernambuco, 2004. 382 p.

SOUZA, B. I.; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. Caatinga e desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

TEEB. **A economia dos ecossistemas e da biodiversidade: integrando a economia da natureza**. Uma síntese da abordagem, conclusões e recomendações do TEEB. 2010. 49 p.

TOMAS, W. M.; ROQUE, F. de O.; MORATO, R. G.; MÉDICI, P. E.; CHIARAVALLI, R. M.; TORTATO, F. R.; PENHA, J. M. F.; IZZO, T. J.; GARCIA, L. C.; LOURIVAL, R. F. F.; GIRARD, P.; ALBUQUERQUE, N. R.; ALMEIDA-GOMES, M.; ANDRADE, M. H. DA S.; ARAÚJO, F. A. S.; ARAÚJO, A. C.; ARRUDA, E. C. DE.; ASSUNÇÃO, V. A.; BATTIROLA, L. D.; BENITES, M.; BOLZAN, F. P.; BOOCK, J. C.; BORTOLOTTI, I. M.; BRASIL, M. DA S.; CAMILO, A. R.; CAMPOS, Z.; CARNIELLO, M. A.; CATELLA, A. C.; CHEIDA, C. C.; CRAWSHAW JR., P. G.; CRISPIM, S. M. A.; DAMASCENO JUNIOR, G. A.; DESBIEZ, A. L. J.; DIAS, F. A.; EATON, D. P.; FAGGIONI, G. P.; FARINACCIO, M. A.; FERNANDES, J. F. A.; FERREIRA, V. L.; FISCHER, E. A.; FRAGOSO, C. E.; FREITAS, G. O.; GALVANI, F.; GARCIA, A. S.; GARCIA, C. M.; GRACIOLLI, G.; GUARIENTO, R. D.; GUEDES, N. M. R.; GUERRA, A.; HERRERA, H. M.; HOOGESTEIJN,

- R.; IKEDA, S. C.; JULIANO, R. S.; KANTEK, D. L. Z. K.; KEUROGHLIAN, A.; LACERDA, A. C. R.; LACERDA, A. L. R.; LANDEIRO, V. L.; LAPS, R. R.; LAYME, V.; LEIMGRUBER, P.; ROCHA, F. L.; MAMEDE, S.; MARQUES, D. K. S.; MARQUES, M. I.; MATEUS, L. A. F.; MORAES R. N.; MOREIRA, T. A.; MOURAO, G.; NICOLA, R. D.; NOGUEIRA, D. G.; NUNES, A. P.; CUNHA, C. N. DA.; OLIVEIRA, M. D. de; OLIVEIRA, M. R.; PAGGI, G. M.; PELLEGRIN, A. O.; PEREIRA, G. M. F.; PERES, I. A. H. F. S.; PINHO, J. B.; POTT, A.; PROVETE, D. B.; REIS, V. D. A. dos; REIS, L. K. DOS; RENAUD, P. C.; RIBEIRO, D. B.; ROSSETTO, O. C.; SABINO, J.; RUMIZ, D.; SALIS, S. M.; SANTANA, D. J.; SANTOS, S. A.; SARTORI, Â. L.; SATO, M.; SCHUCHMANN, K-L.; SCREMIN-DIAS, E.; SEIXAS, G. H. F.; SEVERO-NETO, F.; SIGRIST, M. R.; SILVA, A.; SILVA, C. J.; SIQUEIRA, A. L.; SORIANO, B. M. A.; SOUSA, L. M.; SOUZA, F. L.; STRUSSMANN, C.; SUGAI, L. S. M.; TOCANTINS, N.; URBANETZ, C.; VALENTE-NETO, F.; VIANA, D. P.; YANOSKY, A.; JUNK, W. J. Sustainability Agenda for the Pantanal Wetland: perspectives on a collaborative interface for science, policy, and decision-making. **Tropical Conservation Science**, v. 12, p. 1-30, 2019.
- TORRES, D. A. P.; FRONZAGLIA, T.; SANTANA, C. A.; ARAÚJO, D. L. M. de; BOLFE, É. L.; LOPES, D. B.; PENA JÚNIOR, M. A. G.; SANTOS, G.; HENZ, G. Cenas – bioeconomia: moldando o futuro da agricultura. In: MARCIAL, E. E.; CURADO, M. P. F.; OLIVEIRA, M. G. de; CRUZ JÚNIOR, S. C. da; COUTO, L. F. (Ed.). **Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento**. Brasília, DF: Ipea: Assecor, 2017. p. 219-238.
- VALSECCHI, J.; MARMONTEL, M.; FRANCO, C. L. B.; CAVALCANTE, D. P.; COBRA, I. V. D.; LIMA, I. J.; LANNA, J. M.; FERREIRA, M. T. M.; NASSAR, P. M.; BOTERO-ARIAS, R.; MONTEIRO, V. **Atualização e composição da lista de novas espécies de vertebrados e plantas na Amazônia: 2014-2015**. Brasília, DF: WWF-Brasil; Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá, 2017. 111 p.
- VILLA, J. A.; BERNAL, B. Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: an overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework. **Ecological Engineering**, v. 114, n. 15, p. 115-128, 2018.
- WATKINS, S. C.; BALDWIN, D. S.; WAUDBY, H. P.; NING, S. E. M. A. Managing rain-filled wetlands for carbon sequestration: a synthesis. **The Rangeland Journal**, v. 39, p. 145–152, 2017.
- WINCKLER, L. T.; MAHLER, J. O cadastro ambiental rural no bioma Pampa. In: CONGRESSO SOBRE O BIOMA PAMPA: reunindo saberes, 1, 2020, Pelotas, RS. TEIXEIRA FILHO, A.; WINCKLER, L. T. (Org.). **Anais**. Pelotas: Editora UFPel, 2020. p. 197-203.
- WWF. **State of the Atlantic Forest**: three countries, 148 million people, one of the richest forests on Earth. 2017, 146 p.
- YOUNG, C. E. F.; BAKKER, L. B. de. Instrumentos econômicos e pagamentos por serviços ambientais no Brasil. In: FOREST TRENDS (Ed.). **Incentivos econômicos para serviços ecossistêmicos no Brasil**. Rio de Janeiro: Forest Trends, 2015. p. 33-56.