

Potencial da bioeconomia para o desenvolvimento sustentável da Amazônia e possibilidades para a atuação do BNDES

Potential of bioeconomy for the sustainable development of the Amazon and acting possibilities for the BNDES

Leonardo Pamplona
Julio Salarini
Nabil Kadri*

* Respectivamente, economista, engenheiro e administrador do BNDES. Os autores agradecem as sugestões dos pareceristas, os comentários de Thaíssa Ferreira, Rafael de Paula e Patrícia Ribeiro (AGS/DEMAF) e ao Departamento de Efetividade e Pesquisa Econômica da Área de Planejamento Estratégico (AP/DEPEC) pelo auxílio na obtenção de dados, em especial o trabalho de mapeamento de atores e iniciativas em bioeconomia elaborado por Antonio Marcos Ambrozio, que orientou os contatos necessários para a construção do presente texto e é uma base para seus desdobramentos. Este artigo é de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, a opinião do BNDES.

Respectively, economist, engineer and administrator at the BNDES. This article is the sole responsibility of the authors, and does not necessarily reflect the opinion of the BNDES.

Resumo

Este artigo busca contextualizar o entendimento a respeito da bioeconomia de forma geral e, mais especificamente, no contexto da Amazônia e dos desafios do desenvolvimento sustentável. Com base em uma reflexão a respeito do potencial da biodiversidade amazônica para diversos setores econômicos, dos gargalos para a ampliação do crédito e da experiência do BNDES no apoio a arranjos produtivos sustentáveis na região, são propostas algumas diretrizes para subsidiar a construção de uma agenda de trabalho sobre o tema para o Banco.

Palavras-chave: Bioeconomia. Amazônia. Desenvolvimento sustentável. BNDES.

Abstract

The article seeks to contextualize the understanding of bioeconomy in general and, more specifically, in the context of the Amazon and the challenges of sustainable development. Based on a reflection on the potential of Amazonian biodiversity for various economic sectors, the bottlenecks for expanding credit and the BNDES's experience in supporting sustainable productive arrangements in the region, some guidelines are suggested to support the building of an agenda for the BNDES's actions on the subject.

Keywords: Bioeconomy. Amazon. Sustainable development. BNDES.

Introdução

O BNDES, como banco do desenvolvimento brasileiro, vem realizando esforços crescentes em prol da sustentabilidade, fomentando investimentos que contribuem para essa agenda e incentivando empresas e demais parceiros a adotarem melhores práticas socioambientais. A Amazônia tem sido priorizada, nesse contexto, tanto por seu potencial ainda pouco explorado quanto pela necessidade de avanços socioeconômicos na região, que apresenta os mais baixos índices de desenvolvimento humano (IDH) do Brasil, juntamente com o Nordeste.

Nos anos recentes, o termo bioeconomia vem ganhando destaque no debate global a respeito das perspectivas para o desenvolvimento sustentável, abordando a necessidade de utilização de recursos renováveis de fontes biológicas nos processos produtivos.

O Brasil é reconhecido mundialmente como uma futura “superpotência verde” (EDITORIAL, 2021)¹ por ser detentor de riquezas naturais e de uma biodiversidade com inúmeras possibilidades de aplicação,² que podem gerar milhares de novos empregos ligados à

1 Na mesma edição, também são feitas algumas ressalvas quanto à necessidade de superação de entraves históricos para o desenvolvimento da Amazônia, como a regularidade fundiária, o crime organizado que destrói a floresta, bem como a logística, o arcabouço tributário e a estruturação da oferta de matérias-primas, para que seja possível superar a pobreza na região.

2 “O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo. São mais de 116.000 espécies animais e mais de 46.000 espécies vegetais conhecidas no País, espalhadas pelos seis biomas terrestres e três grandes ecossistemas marinhos. Essa abundante variedade de vida abriga mais de 20% do total de espécies do mundo, encontradas em terra e água. A rica biodiversidade brasileira é fonte de recursos para o País, não apenas pelos serviços ecossistêmicos providos, mas também pelas oportunidades que representam sua conservação, uso sustentável e patrimônio genético” (BRASIL, 2020).

sustentabilidade. É uma oportunidade de elevação do patamar de desenvolvimento brasileiro que, para ser devidamente aproveitada, exige atenção especial à formação de condições que garantam a retenção, no país, do valor gerado pela sociobiodiversidade.

A região amazônica tem especial destaque nesse cenário pela magnitude de suas riquezas e dos serviços ecossistêmicos³ prestados em nível global. Essas características, contudo, estão em risco por conta do desmatamento ilegal e das mudanças climáticas.⁴ O aproveitamento sustentável desse potencial pode representar um caminho para o desenvolvimento brasileiro e um exemplo para a aceleração da transição do modelo de desenvolvimento em nível mundial.

Qual é a real vantagem do Brasil em relação às demais nações do globo? Temos tudo para nos transformarmos em uma verdadeira potência ambiental e nos tornarmos líderes mundiais da economia circular. Quando o critério é biodiversidade, somos o número 1 do planeta. [...] O caminho para atingirmos esse nobre objetivo é mergulhar de cabeça nas infinitas possibilidades da bioeconomia, aliando o conhecimento de nossa biodiversidade às possibilidades da Indústria 4.0.⁵ Apostar e investir em um modelo que

3 O significado de serviços ecossistêmicos será explicado na primeira seção do presente artigo.

4 A Amazônia já passou a ser considerada emissora líquida de gás carbônico, o que é uma contradição com seu potencial natural de removedora desse poluente da atmosfera (GATTI *et al.*, 2021).

5 “Batizada também de 4ª Revolução Industrial, esse fenômeno está mudando, em grande escala, a automação e troca de dados, bem como as etapas de produção e os modelos de negócios, por meio do uso de máquinas e computadores. Inovação, eficiência e customização são as palavras-chave para definir o conceito de Indústria 4.0. A Indústria 4.0 tem impacto significativo na produtividade, pois aumenta a eficiência do uso de recursos e no desenvolvimento de produtos em larga escala, além de propiciar a integração do Brasil em cadeias globais de valor” (INDÚSTRIA..., 2020).

nos coloque sempre à frente da concorrência. Retomar, ampliar e aprofundar nosso compromisso com a conservação do planeta, cumprindo as metas assumidas pelo país no Acordo de Paris (2015), tornando-nos exemplo para uma sociedade global cada vez mais consciente e preocupada com a crise ambiental e sua dimensão climática (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 7).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar de forma ampla o que se pode entender por bioeconomia e propor uma delimitação desse entendimento, visando contribuir para a formulação da estratégia de atuação do BNDES no tema, com foco inicial na Amazônia. Para isso, depois desta introdução, há uma primeira seção dedicada a uma breve contextualização a respeito do desenvolvimento sustentável e da bioeconomia, seguida, na seção seguinte, de um panorama do entendimento a respeito do tema e da proposição de um recorte que possa servir de diretriz para futuros avanços na agenda de trabalho do Banco na Amazônia. Após apresentarmos algumas questões a respeito dos potenciais da bioeconomia na Amazônia na terceira seção, são elencados, na quarta, os desafios relacionados a uma abordagem de financiamento. A título de considerações finais, são feitos alguns apontamentos para a construção de uma agenda de trabalho do BNDES sobre o tema.

Ressaltamos a advertência proferida por uma das mais importantes referências na reflexão acerca do desenvolvimento amazônico, a geógrafa Bertha Becker, que afirmava não haver uma construção rigorosa do pensamento que justifique classificar como conceito os termos e proposições utilizados com o objetivo de enfrentar os desafios ligados ao meio ambiente (BECKER, 2012). Dessa forma,

esclarecemos que as diferentes compreensões apresentadas acerca da bioeconomia não ensejam um debate conceitual nem pretendem esgotar as possibilidades do tema.

Do desenvolvimento sustentável à bioeconomia

Os termos “desenvolvimento sustentável” e “codesenvolvimento” emergiram na década de 1970 com o objetivo de alertar a humanidade acerca dos limites do modelo de produção então vigente, baseado na utilização predatória de recursos naturais, no uso intensivo de recursos não renováveis, na emissão de poluentes na atmosfera e na reprodução de desigualdades sociais (MONTIBELLER FILHO, 1993).

Ao longo das décadas subsequentes, o debate em prol da sustentabilidade veio se intensificando, com destaque para a realização de diversas conferências sobre o meio ambiente no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU).⁶

O processo de transição estrutural dos sistemas produtivos tem uma perspectiva de longo prazo. Nos últimos anos, houve intensificação dos alertas de riscos socioambientais⁷ – a chamada emergência climática –, preconizando a necessidade de acelerar a adoção de práticas socioambientais por parte de empresas, governos e sociedade

6 Um guia para todas as conferências já ocorridas está disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/conferences>.

7 Elaborados pelo Painel Intergovernamental em Mudança Climática (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). O mais recente relatório traduzido para o português foi redigido por Masson-Delmott e outros (2019).

em geral no sentido de consolidar o quanto antes o paradigma do desenvolvimento sustentável.

Expressões como “economia verde” e “economia de baixo carbono” enunciam a necessidade de redução da emissão de gases poluentes na atmosfera, e matrizes energéticas vêm sendo alteradas no sentido de ampliar a produção e o consumo de energias renováveis, por exemplo. Dessa forma,

importa que o crescimento econômico com redução da pobreza possa estar baseado em investimentos em capital natural e, portanto, que a estrutura da economia mude na direção dos setores/tecnologias ‘verdes’ ou ‘limpos’, que vão substituindo os setores/tecnologias ‘sujos’ ou ‘marrons’ (CGEE, 2012, p. 21).

Outra proposição é a da economia circular, cuja premissa é o uso mais racional dos recursos por meio da redução de desperdícios no sistema produtivo, da reciclagem e do reuso de materiais (CECHIN; VEIGA, 2010).

No campo corporativo, práticas de responsabilidade socioambiental e critérios ambientais, sociais e de governança (ASG) ganham, a cada dia, mais força nas estratégias de investimento das empresas (AMBROZIO *et al.*, 2020), apontando para a crescente valorização das práticas sustentáveis e para a compreensão dos impactos das ações não sustentáveis no resultado das companhias.

Governos e empresas também têm aperfeiçoado métricas e indicadores de desenvolvimento sustentável para dar conta do cumprimento da missão, desde o índice de desenvolvimento

humano (IDH) (PNUD, 2012) até os atuais objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU.⁸

No debate global, o termo “bioeconomia” surge ainda na década de 1970, na abordagem biológica da teoria econômica, por meio da qual se propunha que o sistema econômico é parte da natureza, e não o contrário (CECHIN; VEIGA, 2010; GEORGESCU-ROEGEN, 1971). Até então, ensinava-se economia exclusivamente por meio de uma visão fechada do sistema econômico, o que muda a partir de um novo entendimento baseado na segunda lei da termodinâmica (a lei da entropia).

Em resumo, a lei da entropia estabelece que há uma tendência irreversível de degradação de energia no processo de transformação produtiva, agravada e acelerada pela utilização de recursos não renováveis. Nesse sentido, a capacidade de manutenção da organização do sistema natural é ampliada à medida que se pode aumentar a “vida útil” dos recursos. Dessa visão, também emergiram, além da ideia de bioeconomia, a economia ecológica e a economia circular.⁹

Assim, considerando a definição de bioeconomia como circunscrita ao âmbito de uma economia verde, de baixo carbono e circular, parte-se de uma visão em que a natureza, mais do que uma provedora de recursos – renováveis ou não –, é uma provedora de serviços ecossistêmicos fundamentais para a manutenção da vida de maneira geral.

⁸ O BNDES já reporta dados de desembolsos por ODS (BNDES, 2020). Informações detalhadas a respeito dos ODS no Brasil estão disponíveis em: <https://odsbrasil.gov.br/>.

⁹ Nesse sentido, o pesquisador Carlos Nobre, coordenador do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), sediado no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), lembra que a natureza se desenvolveu por bilhões de anos com base em processos baseados na circularidade, tendo muito a ensinar à humanidade para que supere o modelo produtivo baseado na economia linear geradora de resíduos não aproveitáveis (AMAZÔNIA..., 2017).

Um exemplo de serviços ecossistêmicos são as florestas, que controlam a temperatura ao reduzir a incidência de raios solares diretamente no solo e ao absorver parte da radiação. Adicionalmente, mantêm a permeabilidade e facilitam a infiltração de água no solo, melhorando sua fertilidade, evitam problemas causados pela perda de água em solos impermeabilizados e proporcionam melhor distribuição de água por meio dos rios e das chuvas.¹⁰ Contribuem ainda ao absorver carbono da atmosfera para realizar o processo de fotossíntese, sendo agentes ativas na redução da poluição atmosférica, além de servir de *habitat* para a vida em toda sua diversidade.¹¹ Há cada vez mais conscientização e valoração desses serviços ambientais, e o pagamento por eles vem se mostrando uma forma importante de estimular sua manutenção e reprodução.¹²

A oferta de insumos para os sistemas produtivos também vem da natureza, e o uso racional é a única forma de manter sua viabilidade econômica a longo prazo. Considerando toda a biodiversidade

10 Strand e outros (2018) estimam que a chuva gerada por 62 milhões de hectares de florestas públicas resulta em US\$ 422 milhões por ano para a produção agropecuária, o que equivale a 35% da renda líquida das lavouras de soja no Mato Grosso, principal estado produtor no Brasil.

11 Constanza e outros (2014) estudaram a valoração dos serviços ecossistêmicos globais, cujo resultado foi estimado em cerca de 4,5 vezes o valor do PIB mundial (o que, em 2014, representaria aproximadamente US\$ 347 trilhões por ano). O estudo calcula, ainda, que o uso da terra entre 1997 e 2011 resultou em uma perda de cerca de US\$ 20 trilhões ao ano em serviços ecossistêmicos.

12 Há uma interessante oportunidade de incentivo à preservação por meio dos pagamentos por serviços ambientais (PSA), que são mecanismos regulatórios que remuneram ou recompensam quem protege a natureza e mantém os serviços ambientais funcionando em prol do bem comum. O racional por trás desse mecanismo é que medidas de caráter mandatório e coercitivo podem não ser suficientes para alcançar um grau desejável de proteção ao meio ambiente; logo, o objetivo é corrigir externalidades negativas e tornar atraentes comportamentos tidos como ambientalmente adequados a partir de incentivos positivos.

existente, a humanidade ainda usa uma pequena parcela do potencial produtivo da natureza. O avanço das pesquisas e o desenvolvimento de novos produtos e materiais advindos de processos biológicos têm como horizonte a substituição total do uso de recursos não renováveis, à medida que sejam encontrados substitutos economicamente viáveis.

Dessa forma, a bioeconomia tem como premissa a manutenção da infraestrutura natural necessária para viabilizar o processo econômico de maneira perene, ainda mais em um contexto de crescimento da população mundial. Nesse sentido, ela é pensada de forma a oferecer inovação tecnológica em diversos aspectos para que se possa compatibilizar a produção com as condições de reprodução, possibilitando extrair benefícios da natureza sem esgotá-la. A próxima seção apresenta algumas definições de bioeconomia e propõe um entendimento que pode servir de base para uma atuação estratégica do BNDES com foco na Amazônia.

Bioeconomia da floresta amazônica: delimitando o entendimento

Há diversos atores que utilizam o termo bioeconomia, compreendendo-o de forma mais ampla ou mais restrita, dado que existe uma vasta gama de produtos que contêm recursos biológicos. O objetivo desta seção é apresentar um panorama geral e delimitar o escopo de bioeconomia a ser abarcado para o avanço da estratégia do BNDES em prol do desenvolvimento sustentável na Amazônia, com base no debate já realizado a esse respeito no Brasil e no mundo.

A nível internacional, o Global Bioeconomy Summit, realizado em 2018 e 2020 em Berlim, na Alemanha, definiu bioeconomia como:

a produção, utilização e conservação de recursos biológicos, incluindo o conhecimento, a ciência, a tecnologia e a inovação relacionados a eles, para prover informação, produtos, processos e serviços ao longo de todos os setores econômicos visando uma economia sustentável (IACGB, 2020, p. 14, tradução nossa).

Em âmbito nacional, o trabalho realizado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), órgão ligado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), sistematizado no documento *Oportunidades e Desafios da Bioeconomia – ODBio*,¹³ formulou o seguinte marco conceitual básico:

A bioeconomia compreende toda a atividade econômica derivada de bioprocessos e bioprodutos que contribuem para soluções eficientes no uso de recursos biológicos – frente aos desafios em alimentação, produtos químicos, materiais, produção de energia, saúde, serviços ambientais e proteção ambiental – que promovem a transição para um novo modelo de desenvolvimento sustentável e de bem-estar da sociedade (CGEE, 2020, p. 14).

Os debates aprofundados sob a coordenação do CGEE identificaram três principais recortes do entendimento acerca da bioeconomia:

¹³ A elaboração do documento contou com a participação de representantes de dez ministérios, do CGEE, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e da Academia Brasileira de Ciências (ABC), além de consultores e pesquisadores acadêmicos.

- Uma definição mais ampla que contempla, de modo geral, as atividades de produção de bens e serviços apoiados em base biológica, incluindo setores já constituídos, como a agropecuária.
- Uma definição restrita a atividades que contribuem de forma comprovada e decisiva para a descarbonização da economia, mas que tende a privilegiar setores já constituídos, como aqueles ligados à substituição de materiais fósseis e sintéticos – caso dos setores de energia e indústria química, cujo modo de produção predominante é a monocultura.¹⁴
- Um recorte que se vale de uma vantagem comparativa fundamental do Brasil, que é a biodiversidade florestal, favorecendo a possibilidade de conservar a “floresta em pé” – com destaque para o bioma Amazônia – e, ao mesmo tempo, de moldar cadeias produtivas mais inclusivas. É o aprofundamento desse recorte que interessa aos objetivos do presente trabalho.

Outra referência nacional no debate relacionado à bioeconomia é o trabalho realizado pela iniciativa Uma Concertação pela Amazônia,¹⁵ que expressa que “a bioeconomia deve ter como motor não só a conservação do bioma existente, mas a expansão das áreas biodiversas” (WAACK *et al.*, 2021). Esse entendimento se alinha ao terceiro recorte conceitual apresentado pelo

¹⁴ Destaque-se nesse recorte os biocombustíveis, considerados a primeira experiência relevante de bioeconomia. No Brasil, o Programa Nacional do Alcool (Proálcool) foi criado em 1975 visando substituir a gasolina no contexto da crise do petróleo.

¹⁵ Uma Concertação pela Amazônia é uma “rede de pessoas, instituições e empresas formada para buscar soluções para a conservação e o desenvolvimento sustentável deste território”, por meio do qual, atualmente, mais de duzentas lideranças dialogam a respeito de iniciativas em defesa da Amazônia, a fim de ampliar o impacto de suas ações e gerarem “novas propostas e projetos em prol da floresta e das populações que vivem na região”. Mais informações disponíveis em: <https://concertacaoamazonia.com.br/>.

estudo do CGEE, enfatizando o olhar para além da substituição de materiais não renováveis e promoção do setor agrícola, considerando os potenciais efeitos negativos no que diz respeito à conversão de áreas biodiversas em monoculturas de biocombustíveis, por exemplo.

Assim como no estudo produzido pelo CGEE, Waack e outros (2021) também propõem três recortes conceituais para a bioeconomia, com algumas diferenças. O primeiro baseia-se em produção intensiva, denominado “bioeconomia de *commodities*” ou “agrobioeconomia”, presente em áreas mais antropizadas. O segundo recorte, denominado “bioeconomia florestal”, é baseado na silvicultura de florestas nativas, e o terceiro, classificado como “bioeconomia tradicional” ou “sociobioeconomia”, é baseado na sociobiodiversidade e está vinculado a comunidades tradicionais, ribeirinhos, povos indígenas e quilombolas como agentes integradores de cadeias produtivas.

O estudo propõe que o termo “redes de conhecimento produtivo” é mais adequado do que “cadeias produtivas”, dada a complexidade da bioeconomia e a imperfeição dos mercados na Amazônia. Dessa forma, as redes contemplariam melhor o entendimento das estruturas e mecanismos que fortalecem os princípios dessa “bioeconomia tradicional”, quais sejam: conservação da biodiversidade; expansão das áreas florestadas biodiversas e sustentáveis; ciência e tecnologia voltadas ao uso sustentável da sociobiodiversidade; e diminuição das desigualdades sociais e territoriais.

Destaque-se, ainda, o trabalho realizado pelo projeto Amazônia 4.0,¹⁶ que propõe

um modelo que utilize todo o conhecimento propiciado pelas ciências, pela tecnologia e pela inovação e planejamento estratégico para o florescimento de uma bioeconomia baseada na ideia de uma ‘floresta em pé com os rios fluindo, valorização da biodiversidade e do trabalho sustentável das comunidades locais’. Essa economia inovadora deve ter raízes profundas na Amazônia e não ver a região apenas como local de extração/produção de insumos primários a serem aproveitados pelas bioindústrias em lugares distantes. Deve também gerar bioindústrias locais e diversificadas, produtos de valor agregado em todos os elos da cadeia de valor, empregos e inclusão social (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 11).

Considerando as características apontadas pelos estudos mencionados e a partir de uma revisão das definições expressas em diversas fontes nacionais e internacionais,¹⁷ propõe-se a seguinte compreensão como uma referência para a formulação das estratégias de atuação do BNDES com foco na bioeconomia amazônica:

16 A iniciativa pensa o desenvolvimento da Amazônia inserido no paradigma da indústria 4.0, que pressupõe o uso intensivo da tecnologia nos processos produtivos ao longo de toda a cadeia de valor.

17 Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO); Comunidade Autónoma de Andaluzia (Espanha); governo dos EUA; Conselho de Ministros Nórdicos; governo da Finlândia; Conselho de Bioeconomia da Alemanha; Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE); CGEE; MCTI; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (Fiesp); Embrapa; Confederação Nacional da Indústria (CNI); Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

Produtos, serviços e processos biológicos – incluindo investimentos intensivos em conhecimento (abarcando a valorização e disseminação de conhecimentos tradicionais dos povos da floresta) e inovação tecnológica – que agreguem valor à biomassa e possibilitem a estruturação de arranjos produtivos sustentáveis e o desenvolvimento de biomateriais, com abordagem circular, geração de trabalho e renda, e retenção de valor para a população amazônica, ao mesmo tempo que preservam e expandem as florestas e demais áreas biodiversas.

Diversos temas e setores podem ser relacionados ao entendimento proposto acima, conforme exemplificado no Quadro 1.

Quadro 1 • **Bioeconomia: temas/setores relacionados (não exaustivo)**

Serviços ecossistêmicos	Reflorestamento, manutenção de ciclos hidrológicos, controle do clima, captura de carbono, pagamento por serviços ambientais.
Agropecuária	Extrativismo, agricultura sustentável (agroecologia, sistemas agroflorestais, integração lavoura-pecuária-floresta), aquíicultura e pesca, cooperativismo e associativismo, proteínas cultivadas em células-tronco, biofertilizantes, biodefensivos, ração, fármacos.
Saúde	Procedimentos diagnósticos, mapeamento genético, bioinformática, biomimética, biossensores, alimentos funcionais, fármacos, cosméticos, fragrâncias.
Indústria	Biofibras e tecidos, bioplásticos, biopolímeros, biofluidos para veículos e máquinas, produtos de limpeza, biomimética, pigmentos e tintas, blocos de construção, reciclagem.
Infraestrutura	Biocombustíveis (que não monocultura), tecnologias sociais de geração de energia a baixo custo, soluções logísticas (que não promovam a degradação da floresta), biorremediação, recuperação ambiental.
Turismo e cultura	Turismo ecológico, turismo de base comunitária, artesanato, biojoias, parques, museus naturais.

Fonte: Elaboração própria.

Potencial da bioeconomia na Amazônia

Nobre e Nobre (2019) listam diversos produtos da Amazônia e suas propriedades já mapeadas, bem como seu alto valor agregado potencial. Segundo os autores:

mais de 240 espécies de plantas são utilizadas como base de produtos cosméticos e farmacêuticos e 36 delas como base de medicamentos fitoterápicos, mas o potencial é infinitamente maior [...]. A partir de pesquisas realizadas com centenas de novas espécies descobertas todos os anos na região, quantos novos produtos podem surgir? (NOBRE; NOBRE, 2019, p. 13).

A fauna também é fonte promissora de ingredientes ativos, como os fungicidas produzidos pelas formigas cortadeiras e o veneno de cobra para medicamentos.

O processo produtivo de base biológica, para além da produção primária, é fundamentado na transformação de biomassa em produtos para diversas aplicações, com base em fermentação ou biocatálise, a partir da utilização de enzimas específicas a serem pesquisadas e desenvolvidas para cada aplicação. A biomassa pode ter como fonte a produção de base florestal ou ser originada de algas, resíduos da agricultura e silvicultura ou orgânicos, por exemplo, o que agrega o componente circular ao processo bioeconômico.

Um estudo pioneiro no Brasil, publicado na *Revista do BNDES* (SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018), quantificou (com dados de 2016) o mercado da bioeconomia em 12 setores produtivos e estimou seu valor em US\$ 326 bilhões. Desse montante, 47% estão ligados a

setores vinculados à delimitação de bioeconomia proposta no presente texto, sendo seu valor calculado em cerca de US\$ 153 bilhões.

Outra pesquisa, publicada na revista *Nature Sustainability* (STRAND *et al.*, 2018) aponta como potencial um valor da ordem de US\$ 7 trilhões para a floresta amazônica mantida em pé,¹⁸ com aproveitamento racional de seus recursos biológicos e ecossistêmicos.

No âmbito do Projeto Amazônia 2030, Coslovsky (2021) aponta que os principais produtos exportados pela Amazônia Legal no período 2017-2019 estavam ligados ao agronegócio (soja, milho, carne bovina, algodão) e à exploração de madeira e de minérios, com um valor de aproximadamente US\$ 34 bilhões. Enquanto isso, os cerca de sessenta produtos compatíveis com a floresta em pé constantes na pauta de exportação brasileira movimentaram um total de US\$ 298 milhões, representando menos de 0,2% do mercado calculado para eles, o que demonstra a magnitude do espaço a se avançar no desenvolvimento de cadeias produtivas da sociobiodiversidade.

Como exemplo, a rentabilidade por hectare de uma área biodiversa com cultivo de açaí manejado é estimada em cerca de US\$ 1,5 mil, contra cerca de US\$ 200 de um hectare de soja (NOBRE; NOBRE, 2019), sem considerar as questões de geração de empregos e de serviços ecossistêmicos relacionadas.

Para maior aproveitamento do potencial econômico, social e ambiental da floresta amazônica, é fundamental estabelecer um arranjo institucional que viabilize o atendimento de todos os

¹⁸ Apenas considerando a floresta ainda intacta, cuja área é da ordem de 340 milhões de hectares, atualmente.

gargalos, sejam eles regulatórios, infraestruturais ou técnicos, de maneira articulada e sinérgica. Para tanto, é necessário compreender de maneira profunda o ecossistema institucional da região, a fim de identificar as conexões existentes e as que necessitam ser criadas e fortalecidas.

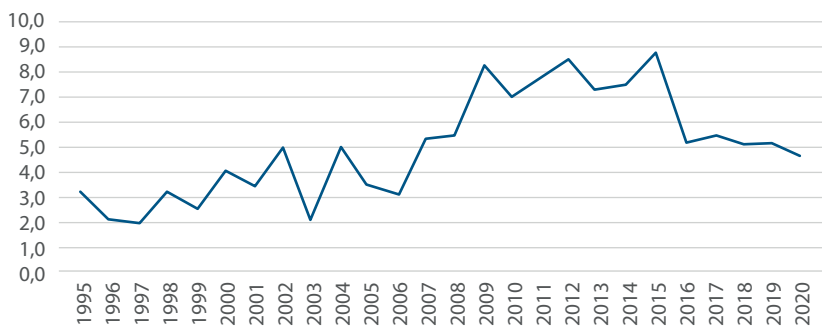
Desafios para o avanço do crédito para a bioeconomia amazônica

As estatísticas de crédito para a região Norte, de forma geral, demonstram volume e penetração menores do que a média nacional, bem como percentual menor do que a participação da região no produto interno bruto (PIB) nacional, ainda que tenha apresentado crescimento significativo nos últimos anos.¹⁹ Enquanto a participação da região no PIB brasileiro tem se situado em torno de 5% e 6% (IBGE, 2021), sua participação no saldo de operações de crédito a empresas era de 3% em dezembro de 2019 (BNDES, 2021b).

Em relação ao percentual dos desembolsos do BNDES para a região Norte, o número oscilou nas décadas passadas em um patamar abaixo de 5%, tendo aumentado na década de 2010 por conta dos grandes projetos de mineração e infraestrutura (em especial energia) e iniciativas de governos estaduais. Nos anos recentes, esse percentual retornou ao patamar de 5%.

¹⁹ A carteira de crédito geral na região Norte cresceu de R\$ 89,5 bilhões em dezembro de 2012 para R\$ 180 bilhões em abril de 2021 (BCB, 2019).

Gráfico 1 • Desembolsos do BNDES para a região Norte (%)



Fonte: Elaboração própria a partir de dados disponíveis no Portal de Dados Abertos do BNDES.

Segundo dados disponíveis no Portal de Dados Abertos do BNDES,²⁰ de 2002 a 2016 foram desembolsados, em valores nominais, mais de R\$ 56 bilhões em 113 operações de crédito diretas para a região Norte (uma média de aproximadamente R\$ 500 milhões), todas nos setores dos projetos acima mencionados, equivalendo a mais da metade do total desembolsado.

Considerando os desembolsos do BNDES para micro, pequenas e médias empresas (MPME) no período de 2017 a junho de 2021 na região Norte, os três principais setores apoiados são, respectivamente: comércio (27,2%); transporte terrestre (27,1%); e agropecuária (9,5%) (BNDES, 2020).

Um olhar mais detalhado para a agropecuária denota um apoio concentrado na produção de soja e de outras monoculturas e na pecuária. Somado ao cultivo de *pinus*, esse apoio responde por 87,6% do total desembolsado, equivalendo a R\$ 156 milhões no período (uma média mensal de R\$ 2,8 milhões). Assim, a participação de

²⁰ Ver: <https://dadosabertos.bndes.gov.br>.

atividades produtivas associadas à bioeconomia da floresta amazônica é ainda mais incipiente, a despeito da existência de diversas linhas de financiamento disponibilizadas pelo BNDES que podem ser associadas ao tema.²¹ Estima-se que o panorama geral do crédito no Brasil seja semelhante ao apresentado pelos desembolsos do BNDES, questão a ser investigada em trabalhos futuros.

Os dados apresentados demonstram o espaço a se avançar no acesso a crédito e investimento pelas empresas da região Norte, em especial no tema da bioeconomia da floresta amazônica. É fundamental buscar o desenvolvimento de produtos e serviços financeiros adequados às necessidades específicas de cada perfil institucional e para cada etapa das cadeias produtivas, a fim de viabilizar sua estruturação e a apropriação do valor pela população local, que ainda convive com um sistema de venda de matéria-prima cuja agregação de valor se dá em outras localidades.

Nos anos mais recentes, os recursos que o BNDES conseguiu viabilizar para os extrativistas e pequenos produtores foram, principalmente, os não reembolsáveis. Destaque-se, entre as ações que podem ser fortemente relacionadas à bioeconomia como é tratada no presente texto, o Fundo Amazônia. A iniciativa representou

21 Olhando para as linhas de financiamento ligadas ao tema da sustentabilidade socioambiental, há diversas modalidades para agropecuária (em especial o Pronaf), saúde, educação, infraestrutura, energia, meio ambiente e inovação, tanto reembolsáveis quanto não reembolsáveis (ver BNDES, 2021). Uma vez que o entendimento do que é bioeconomia está em processo de construção no Banco, ainda não há estatísticas relacionadas ao desembolso para o tema, tarefa a ser realizada como desdobramento do presente trabalho.

um considerável aporte desse tipo de recursos,²² tanto para entes públicos estruturarem políticas de combate a queimadas e desmatamento quanto para ações de ciência e tecnologia, ordenamento territorial e, em especial, apoio a atividades produtivas sustentáveis para a população local, a fim de gerar renda a partir da manutenção da floresta em pé, fornecendo alternativas ao desmatamento.

O Fundo Amazônia representou uma oportunidade para a estruturação de centenas de cooperativas e associações sem capacidade para tomada de crédito tradicional que puderam então gerar renda para os produtores locais.

Segundo dados do *Relatório de Atividades 2020* do Fundo Amazônia (BNDES, 2021a), desde sua criação, foram apoiadas mais de duzentas mil pessoas em cerca de quinhentas organizações comunitárias, por meio de aproximadamente 2,7 mil projetos de pequeno porte (até R\$ 150 mil) e 72 projetos de médio ou grande porte, que geraram receitas incrementais aos empreendimentos da ordem de R\$ 230 milhões.²³ As principais cadeias produtivas beneficiadas foram borracha, sementes, artesanato, farinha de mandioca, cacau, turismo de base comunitária, madeira, mel, resina, sabonetes, óleos, babaçu e açaí.

22 Oriundos de doações dos governos da Noruega (94%) e da Alemanha (5%), e da Petrobras (1%), totalizando US\$ 1,28 bilhão (desconsiderando rendimentos financeiros gerados desde a data dos aportes), dos quais R\$ 1,4 bilhão já foram desembolsados nos quatro eixos de atuação do Fundo.

23 Esses projetos na ponta foram alcançados, em sua grande maioria (alguns foram apoiados diretamente), por meio da atuação de parceiros locais contratados pelo Fundo Amazônia como repassadores de recursos e aportadores de investimentos complementares, sejam governos municipais, estaduais ou organizações do terceiro setor.

O apoio a atividades produtivas sustentáveis empreendido nesse primeiro ciclo do Fundo Amazônia²⁴ demonstrou que, com o devido suporte, há boas possibilidades de criação de negócios viáveis em todos os aspectos. Esse passo também apontou algumas questões importantes para o desenvolvimento de produtos e serviços financeiros adequados às realidades e necessidades específicas da região. Espera-se que a continuidade do apoio por meio de recursos não reembolsáveis possa se consolidar como catalisadora para a atração de outros tipos de recursos – a princípio, de investimentos mais pacientes em termos de expectativa de retorno, que, gradativamente, pavimentarão o caminho para o crédito e o investimento em bases de mercado.

Entende-se que uma segunda etapa de apoio à bioeconomia amazônica – que pode ser empreendida em curto prazo – é a estruturação de cadeias de valor que conectem cooperativas e associações de pequenos produtores e extrativistas entre si, com compartilhamento de estratégias logísticas e de comercialização, por exemplo, viabilizando cadeias produtivas mais consolidadas em termos de produção e demanda de mercado, que ainda precisam de maior grau de organização. Nesse caso, há importantes gargalos que podem ser solucionados com investimentos em ciência, tecnologia e inovação (CT&I) capazes de resolver questões mais imediatas, ligadas a técnicas de coleta e manejo, armazenamento, logística etc.

Quanto às possíveis soluções financeiras, uma estratégia de *blended finance*, por meio da qual recursos de diferentes naturezas (concessionais e comerciais) são combinados para viabilizar

²⁴ Desde 2019, o Fundo Amazônia não está analisando novos projetos, uma vez que o Governo Federal solicitou sua paralisação para revisão dos mecanismos de governança, mas há outras fontes não reembolsáveis no BNDES, bem como a possibilidade de utilizá-las como capital catalítico a fim de alavancar os investimentos necessários.

projetos, negócios e empreendimentos de alto impacto social e ambiental, pode ser um caminho para o desenvolvimento dessas cadeias produtivas e a redução da dependência de recursos de doação.²⁵ É provável que, no curto prazo, ainda seja necessária uma composição com maior parcela de recursos não reembolsáveis. Entretanto, o modelo de financiamento híbrido tem como objetivo atrair/alavancar outros tipos de recursos, principalmente capital comercial para investimentos dessa natureza.

Em relação às ações com potenciais resultados a médio prazo, um desafio importante é possibilitar conexões para viabilizar o desenvolvimento de bioindústrias com maior potencial de agregação de valor, escala e renda para a região, obviamente pressupondo a manutenção e ampliação das áreas biodiversas. A composição dos investimentos para esse perfil de negócios já deve considerar a ampliação da parcela de recursos reembolsáveis, ainda que os projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico demandem fontes eminentemente não reembolsáveis.

Em um horizonte de longo prazo, devem ser trabalhadas as aplicações industriais que demandem investimentos mais intensivos em CT&I para setores mais avançados e novos materiais que substituam produtos sintéticos, por exemplo. Nesse horizonte temporal, espera-se maior grau de maturidade dos empreendimentos, por meio do qual se possa utilizar uma composição mais concentrada em crédito e investimento em bases de mercado.

Os quadros 2 e 3 apresentam referências a serem consideradas na estruturação futura dessas estratégias.

²⁵ O papel dos bancos de desenvolvimento como desenvolvedores do mercado de *blended finance* vem sendo destacado a nível global, a exemplo de estudo da OCDE (2018) que cita o BNDES.

Quadro 2 • Tipologia de bionegócios

Grupo I	Uso da biodiversidade <i>in natura</i> ou submetida a processos de beneficiamento simples, incluindo atividades com aproveitamento econômico de seu valor cultural. Exemplos: comercialização de frutos e peixes frescos, folhas, raízes, cascas, flores, artefatos com ênfase estética ou decorativa, moda, turismo.
Grupo II	Produtos que utilizam processos baseados em conhecimento consagrado, com domínio disseminado (extração, concentração, filtração, destilação, separação etc.), que podem demandar uso de boas práticas (nas etapas de coleta, manuseio ou conservação, por exemplo). Exemplos: bebidas, concentrados, doces, polpas, pós.
Grupo III	Abrange processos químicos e/ou biológicos de maior complexidade, cuja demanda por conhecimento especializado implica em aumento de risco técnico; o desenvolvimento do produto exige testes ou ensaios. Exemplos: produtos para perfumaria, cosméticos, fitoterápicos e fitocosméticos, bioenergia, bioplásticos, reprodução de plantas, alimentos industrializados.
Grupo IV	Uso de processos associados à chamada biotecnologia moderna, cujas bases são a biologia molecular e a engenharia genética (ainda que outras características desse grupo possam estar presentes nos demais). Exemplos: organismos geneticamente modificados, microrganismos industrializados e alimentos funcionais.

Fonte: Adaptado de Araújo Filho (2010).

Quadro 3 • Perfis de prazo de maturação das estratégias para cadeias produtivas na bioeconomia da floresta amazônica

Curto prazo	Cadeias produtivas com produção/demanda relevante de menor complexidade (Grupos I e II) ou com potencial já mapeado de aplicações industriais (Grupos II e III).
Médio prazo	Cadeias produtivas com produção/demanda relevante de complexidade média (Grupos II e III) e potencial de aplicação industrial pouco desenvolvido. Cadeias produtivas com produção/demanda incipiente e com potencial já mapeado de aplicações industriais (Grupos II e III).
Longo prazo	Cadeias produtivas com produção incipiente e potencial de aplicação industrial pouco desenvolvido (Grupos III e IV).

Fonte: Elaboração própria.

Considerações finais: apontamentos para uma agenda de trabalho do BNDES

Para desenvolver a região Norte de maneira consistente e inclusiva, é essencial ampliar o apoio às atividades produtivas e ao desenvolvimento tecnológico, agregando valor à sociobiodiversidade amazônica. Fundamental também é viabilizar uma ampla articulação de atores que torne possível mapear e resolver os diversos tipos de gargalos existentes. Nas articulações empreendidas até o momento, percebe-se uma convergência significativa de visões acerca dessa necessidade, estando a maior parte dos atores na mesma busca por compreender melhor o ecossistema para então definir como se darão as intervenções.

Para além do papel de prover recursos para investimento, o BNDES também pode atuar como um agente na estruturação de projetos – que contemplem, além das óbvias e urgentes necessidades de infraestrutura da região, como saúde, educação, saneamento, logística, regularidade fundiária e conectividade, a interligação das diversas etapas das cadeias produtivas, da floresta ao consumidor final –, e na articulação de atores e instrumentos existentes para a viabilização dos investimentos necessários.

Há uma miríade de atividades em curso em prol da bioeconomia da floresta amazônica, tanto por parte do setor público, nos mais diversos níveis federativos, quanto de instituições multilaterais e agentes privados – empresariais, do setor financeiro e do terceiro

setor. Muitas dessas iniciativas são resultado de parcerias de diversos tipos entre esses agentes.²⁶

Para a estruturação de cadeias produtivas desde a produção primária até as bioindústrias de maior porte, é importante aprofundar o mapeamento (que já vem sendo feito por diversos atores) das necessidades específicas em cada uma das etapas e cadeias, além de organizar em detalhes informações dos diversos agentes mapeados, a fim de melhor identificar os gargalos e lacunas existentes, bem como as conexões a se criar ou fortalecer entre eles.

Assim, sugere-se uma agenda de trabalho organizada por cadeias produtivas, a serem priorizadas com base nos perfis de prazo de maturação das estratégias, conforme apresentado nos quadros 2 e 3.

Para a elaboração de uma estratégia de atuação mais consistente do BNDES voltada à bioeconomia florestal, entende-se que é desejável um maior aprofundamento dos seguintes temas e questões:

- Incidência natural e produção de matérias-primas da bioeconomia no território amazônico, em conjunto com informações de demanda por esses produtos.
- Mapeamento de empreendimentos ligados ao turismo ecológico e de base comunitária.
- Mapeamento de conhecimentos tradicionais que possam ser replicados.

26 Destaque-se dois exemplos de iniciativas: uma delas, ligada ao setor público, é o Plano de Recuperação Verde (PRV), empreendido pelo Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal (2021), e outra, ligada ao setor privado, é o Plano Amazônia, lançado em conjunto pelos três maiores bancos privados do país (Bradesco, Itaú e Santander).

- Linhas de pesquisa relacionadas ao tema bioeconomia em todo o território nacional.
- Institutos de Ciência e Tecnologia (ICT) existentes na região amazônica e eventuais necessidades de fortalecimento institucional.
- Potenciais articulações desses ICTs com a rede de ensino médio e profissionalizante, a fim de fortalecer capacitações técnicas locais interligadas às diversas vocações microrregionais.
- Ideias, oriundas ou não de pesquisas, que possam vir a ser transformadas em negócios.
- Mapeamento do ecossistema de empreendedorismo e negócios bioeconômicos.
- Grandes empresas e investidores dispostos a estruturar plantas bioindustriais com base nas matérias-primas da bioeconomia, a partir dos diversos perfis de prazo de maturação (quadros 2 e 3).
- Fontes de capital, com ou sem perspectiva de retorno, já aplicadas ou com potencial de aplicação, e articulação para fomento a cadeias produtivas da bioeconomia.
- Políticas públicas nas três esferas federativas, objetivos, orçamentos e resultados.

Como inspirações para a estruturação de um projeto que possa contribuir para a efetivação de uma política nacional de bioeconomia, podemos citar as políticas de inovação orientadas por missões (MAZZUCATO; PENNA, 2016) e as propostas do *big push* ambiental preconizadas pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal) da ONU (GRAMKOW, 2019).

O modelo da Zona Franca de Manaus também vem sendo utilizado como referência para a estruturação de grandes projetos de bioeconomia, tal como a Zona Franca Verde implementada no estado do Amapá, que pode ser estudada visando a compreensão dos desafios para sua replicação em outras localidades estratégicas na região amazônica.

Por fim, considerado o benefício às populações locais – que estão no centro da estratégia para a bioeconomia proposta neste trabalho –, enfatiza-se a importância de garantir a sua participação na construção e implementação dessa estratégia, de forma que ela seja realmente efetiva.

Referências

AMAZÔNIA: O potencial da bioeconomia. Carlos Nobre. [s. l.]: USP Talks, 31 out. 2017. 1 vídeo (18 min). Disponível em: <https://youtu.be/k-AOoopfwWA>. Acesso em: 16 maio 2021.

AMBROZIO, A. M. *et al.* A difusão da agenda ESG no Brasil e no mundo. *Agência de Notícias do BNDES*, Brasília, DF, 23 out. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/A-difusao-da-agenda-ESG-no-mundo-e-no-Brasil/>. Acesso em: 30 maio 2021.

ARAÚJO FILHO, G. Iniciativas em bionegócios e o Programa PAPPE-Subvenção no estado do Amazonas. *Revista T&C Amazônia*, Manaus, v. 8, n. 19, p. 5-12, 2010.

BCB – BANCO CENTRAL DO BRASIL. Saldo da carteira de crédito por UF. *Dados Abertos*, Brasília, DF, 25 jun. 2019. Disponível em: <https://dadosabertos.bcb.gov.br/dataset/20539-saldo-da-carreira-de-credito---total>. Acesso em: 15 ago. 2021.

BECKER, B. Amazônia: crise mundial, projetos globais e interesse nacional. *De Bertha Becker. Obras, pensamentos e reflexões*, [s. l.], 7 nov. 2012. Disponível em: http://berthabecker.blogspot.com/2012/11/um-projeto-para-amazonia-inct_7.html. Acesso em: 14 jun. 2021.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Soluções de finanças sustentáveis. *Portal do Governo Brasileiro*, Brasília, DF, 22 out. 2021. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/desenvolvimento-sustentavel/solucoes-financas-sustentaveis/solucoes-de-financas-sustentaveis/>. Acesso em: 23 ago. 2021.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Fundo Amazônia*: relatório de atividades 2020. Brasília, DF: BNDES, 2021a. Disponível em: http://www.fundoamazonia.gov.br/export/sites/default/pt/galleries/documentos/rafa/RAFA_2020_port.pdf. Acesso em: 1 jul. 2021.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Mercado de crédito na Amazônia. *Agência BNDES de Notícias*, Brasília, DF, 7 abr. 2021b. Disponível em <https://agenciadenoticias.bndes.gov.br/blogdodesenvolvimento/detalhe/Mercado-de-credito-na-Amazonia/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Nossa contribuição para os ODS. *BNDES*, Brasília, DF, 23 maio 2020. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/transparencia/estatisticas-desempenho/ods>. Acesso em: 29 jul. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Biodiversidade*. Brasília, DF, 19 nov. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>. Acesso em: 20 maio 2021.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 438-454, 2010.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Economia verde para o desenvolvimento sustentável*. Brasília, DF: CGEE, 2012.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Oportunidades e desafios da bioeconomia*: proposta de observatório em bioeconomia. Brasília, DF: CGEE, 2020.

CONSORCIO INTERESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA LEGAL. *Plano de recuperação verde da Amazônia Legal*. Resumo Executivo. Brasília, DF: Consórcio Amazônia Legal, 2021. Disponível em: <https://consorcioamazonialegal.portal.ap.gov.br/docs/Plano%20de%20Recuperacao%20Verde%20do%20Consortorio%20Amazonia%20Legal.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

CONSTANZA, R. *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environment Change*, Amsterdam, v. 26, p. 152-158, 2014.

COSLOVSKY, S. *Oportunidades para exportação de produtos compatíveis com a floresta na Amazônia brasileira*. [s. l.]: Amazonia 2030, 2021. Disponível em: <https://amazonia2030.org.br/wp-content/uploads/2021/04/AMZ2030-Oportunidades-para-Exportacao-de-Produtos-Compativeis-com-a-Floresta-na-Amazonia-Brasileira-1-2.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2021.

EDITORIAL. *Americas Quarterly Review*, Kettering, v. 15, n. 2, 2021. Disponível em: <https://www.americasquarterly.org/article/new-aq-the-case-for-sustainable-development-in-the-amazon/>. Acesso em: 22 jul. 2021.

GATTI, L. V. *et al.* Amazonia as a carbon source linked to deforestation and climate change. *Nature*, London, v. 595, p. 388-393, 2021.

GEORGESCU-ROEGEN, N. *The entropy law and the economic process*. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

GRAMKOW, C. *O big push ambiental no Brasil: investimentos coordenados para um estilo de desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Friedrich-Ebert-Stiftung Brasil, 2019. Disponível em: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44506/1/S1900163_pt.pdf. Acesso em: 23 mar. 2021.

IACGB – INTERNATIONAL ADVISORY COUNCIL ON GLOBAL BIOECONOMY. *Expanding the sustainable bioeconomy: vision and way forward*. Communiqué of the Global Bioeconomy Summit 2020. Berlin: IACGB, 2020. Disponível em: https://gbs2020.net/wp-content/uploads/2020/11/GBS2020_IACGB-Communique.pdf. Acesso em: 17 maio 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Sistema de contas regionais: Brasil 2019*. Brasília, DF: IBGE, 2021. (Contas Nacionais n. 83)

INDÚSTRIA 4.0: entenda seus conceitos e fundamentos. *Portal da Indústria*, Brasília, DF, 4 dez. 2020. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/industria-4-0/>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MASSON-DELMOTT, V. *et al.* *Aquecimento Global de 1,5°C*. Sumário para formuladores de políticas. [s. l.]: IPCC, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2021.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. *The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal*. Brasília, DF: CGEE, 2016.

MONTIBELLER FILHO, G. Ecodesenvolvimento e desenvolvimento sustentável: conceitos e princípios. *Textos de Economia*, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 131-142, 1993.

NOBRE, I.; NOBRE, C. Projeto “Amazônia 4.0”: definindo uma terceira via para a Amazônia. *Futuribles*, São Paulo, n. 2, p. 7-20, 2019.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Financing climate futures: the role of national development banks in Brazil and South Africa*. [S. l.]: OECD, [2018]. (OECD case study: key findings). Disponível em: <https://www.oecd.org/dac/environment-development/Financing-Climate-Futures-NDB-Brazil-South-Africa.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2021.

PNUD – PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. Índice de Desenvolvimento Humano. *PNUD Brasil*, Brasília, DF, 16 ago. 2012. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0.html>. Acesso em: 15 abr. 2021.

SILVA, M. F.; PEREIRA, F.; MARTINS, J. V. A bioeconomia brasileira em números. *BNDES Setorial*, Rio de Janeiro, n. 47, p. 277-332, 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47__Bioeconomia_FECHADO.pdf. Acesso em: 27 mar. 2021.

STRAND, J. *et al.* Spatially explicit valuation of the Brazilian Amazon Forest’s Ecosystem Services. *Nature Sustainability*, Basingstoke, n. 1, p. 657-664, 2018.

WAACK, R. *et al.* O valor da diversidade para a bioeconomia. *Página 22*, [s. l.], 1 fev. 2021. Disponível em: <https://pagina22.com.br/2021/02/01/o-valor-da-diversidade-para-a-bioeconomia/>. Acesso em: 2 jul. 2021.