

Ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para a Amazônia: subsídios para cadeias sustentáveis de pesquisa e produção

Maria Carlota de Souza-Paula¹, Adriana Badaró de Carvalho²

Resumo

Este artigo resume um conjunto de temas e atividades em ciência, tecnologia & inovação (CT&I) considerados indispensáveis ao desenvolvimento de cadeias sustentáveis de produção na Amazônia Legal (AL), identificados em ampla revisão de literatura sobre algumas dessas cadeias, no âmbito do projeto “CT&I para a Amazônia”, coordenado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), visando a gerar subsídios para uma agenda estratégica em CT&I para a região. Essa revisão permitiu integrar a esses subsídios conhecimentos e sugestões derivados de grande parte das

Abstract

This article summarizes key science, technology and innovation (ST&I) topics and activities considered imperatives for the development of sustainable research and production chains in the Brazilian Amazon. These elements have been identified through an extensive literature review on selected bio-based chains conducted in the scope of the “ST&I for the Amazon” project, coordinated by CGEE, which aims to support the formulation of a strategic agenda for the region. This review allowed the integration of priorities and recommendations from prior researches, practical experiences,

1 Doutora em Ciência Política pela Universidade de São Paulo (USP), especialista em Política e Gestão de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). Analista em CT&I pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (aposentada), foi coordenadora de programas internacionais de CT&I e professora do mestrado em CT&I e Desenvolvimento Sustentável no Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS) da Universidade de Brasília (UnB). Atualmente, é consultora do projeto sobre CT&I para a Amazônia no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) (2023-2025).

2 Mestre em CT&I e Desenvolvimento Sustentável pela UnB; assessora técnica do CGEE desde 2008, onde coordena o Observatório de Ciência, Tecnologia e Inovação (OCTI) e o Projeto CT&I para a Amazônia.

pesquisas, análises, relatórios de iniciativas e atividades realizadas por diversos atores sobre as cadeias na região.

Palavras-chave: Amazônia. Cadeias sustentáveis de pesquisa e produção. CT&I.

evaluations, proposals and other initiatives carried out by a wide range of stakeholders involved in these chains.

Keywords: Amazon. Research and production sustainable chains. ST&I.

1. Introdução

Este artigo tem origem em uma extensa revisão bibliográfica sobre cadeias sustentáveis de pesquisa de produção na Amazônia Legal (AL), buscando identificar contribuições necessárias do campo de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) para a organização e consolidação das mesmas. É uma das linhas de trabalho do projeto “CT&I para a Amazônia”, coordenado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) – com o objetivo de gerar subsídios para uma agenda estratégia de CT&I integrada aos esforços de aproveitamento produtivo e inovador dos recursos biológicos da região.³

Essa revisão possibilitou agregar análises e sugestões de um grande número de atores – pesquisadores, empresas, organizações não governamentais (ONG), organizações do setor privado, instituições de política e fomento em CT&I e outros organismos – que têm elaborado, apoiado e implementado políticas, programas e projetos sobre as cadeias, sem pretensão de esgotar os temas e seus desdobramentos, nem as necessidades e sugestões para o campo de CT&I, trabalho que necessita de outras formas de busca, ampliação e constante observação. No caso do projeto coordenado pelo CGEE, esses resultados complementam os resultados de outras atividades do projeto, como as oficinas com atores regionais.

É importante lembrar que, na visão orientadora do projeto, as cadeias devem estar associadas à promoção do desenvolvimento sustentável da Amazônia, integrando cuidados ambientais – conservação da biodiversidade, restauração e preservação da floresta e restabelecimento de seus serviços ecossistêmicos – e sociais, além da perspectiva econômica, abrangência esta observada na revisão.

³ Desenvolveu-se a abordagem de cadeias sustentáveis de pesquisa e produção, associada à visão de que uma agenda de CT&I necessita ser construída como parte da organização e consolidação das cadeias de produção, de forma a contribuir para que elas sejam efetivos vetores de desenvolvimento sustentável. Os primeiros alvos da revisão bibliográfica foram as cadeias do açaí, castanha, babaçu, cupuaçu e temas estratégicos, como: energia fotovoltaica e restauração florestal, definidos a partir de oficinas com atores locais nos diversos estados da AL. Os tópicos apresentados neste artigo não esgotam as necessidades e as demandas em CT&I, mas representam uma síntese dos principais destaques encontrados na literatura, no caso das cadeias com base em recursos biológicos. Essa revisão incluiu artigos científicos, livros, relatórios de programas, projetos e outras iniciativas voltadas para essas cadeias e materiais divulgados por um grande número de atores.

Na primeira parte do artigo, destacam-se três temas que não se restringem às cadeias baseadas em recursos biológicos, mas que são também essenciais para outras iniciativas e para o tratamento mais amplo sobre desenvolvimento sustentável na Amazônia. Em seguida, são apresentados temas diretamente associados à promoção e consolidação dessas cadeias, que sintetizam aspectos e fatores interdependentes, os quais, embora discutidos separadamente, têm de ser articulados de forma integrada no processo de estruturação de cadeias sustentáveis na região.⁴

2. Conhecimentos, territórios e informação

2.1. Fortalecimento e ampliação do conhecimento sobre a Amazônia Legal (AL)

Apesar do crescente interesse e da produção de conhecimentos acumulada na região e em outros centros de produção científica e tecnológica e de inovação sobre a região, ainda persistem lacunas significativas relacionadas: ao conhecimento a respeito da sua imensa diversidade – “as Amazonas” – das oportunidades e dos desafios; aos seus povos; às comunidades; à ecologia; à biodiversidade; à bioprospecção; aos condicionantes ambientais, econômicos e sociais para a utilização sustentável dos recursos biológicos, entre outros temas. **Vale ressaltar que** a pesquisa existente, em geral, cobre apenas algumas partes da região e **poucas espécies presentes nessa região**.

Nas últimas décadas, temas ambientais – como o desmatamento, a degradação da floresta, a conservação e a restauração florestal, além de outros aspectos diretamente relacionados às mudanças climáticas – têm recebido crescente visibilidade, cobertura científica e atenção política, mas, mesmo nesses casos, são apontadas grandes lacunas de conhecimento e desafios para o enfrentamento dos problemas; em termos da dinâmica produtiva regional, cresceu, de forma importante, nas últimas décadas, a atração pelo aproveitamento econômico de recursos biológicos, processo que apresenta demandas importantes para seu avanço sustentável; quanto aos aspectos socioeconômicos, eles continuam pouco integrados às iniciativas de desenvolvimento, o que compromete a efetividade e a sustentabilidade das ações voltados para a Amazônia.⁵ Homma (2012, p. 109) afirma que “[...] prevalecem as dificuldades para superar os problemas da pobreza, da educação, da saúde, da tecnologia agrícola e ambiental, muitas ainda utilizando tecnologias

4 Em cada cadeia, esses temas se desdobram em necessidades e demandas específicas, que se encontram nos relatórios para o projeto, mas não são apresentadas aqui devido aos limites do artigo.

5 Essa é uma questão muito mais ampla, não restrita à Amazônia, embora as condições regionais a tornem mais desafiadora. Relaciona-se com opções políticas e modelos econômicos prevalentes no País, um debate que extrapola os limites deste artigo, mas que não pode ser esquecido.

neolíticas ou do século 19.” Essas dimensões têm de ser vistas e tratadas de forma integrada nas estratégias e nos sistemas de produção.

Urge multiplicar muitos dos trabalhos já realizados ou em curso; promover e ampliar as pesquisas; buscar cobertura regional significativa, sempre considerando as diferenças intrarregionais que demandam olhares e estratégias correspondentes e adequadas. Dada a realidade regional, de grandes dimensões e multidiversa, esse é um processo escalonado e, ao mesmo tempo, dinâmico, com atuação permanente e integrada nos mais diversos níveis de gestão e diversidade de atores, nas mais diferentes condições e contextos, respeitando as múltiplas facetas e com decisões e modelos desenvolvidos localmente.⁶

Isso leva à necessidade de reconhecimento dos diversos territórios para orientar ações sustentáveis na região. Levantar, ampliar e organizar os conhecimentos sobre esses territórios, seus povos e seus recursos, disponibilizando-os de forma geoespacializada, é passo determinante para que o planejamento e as ações pavimentem e consolidem o caminho de um efetivo desenvolvimento sustentável.

Territorialização: a dimensão e a multidiversidade da Amazônia e a necessidade de buscar soluções adequadas aos diferentes contextos são aspectos centrais na construção de políticas e programas, na definição de pesquisas e oportunidades econômicas, bem como na devida caracterização de desafios, necessidades e potenciais dos diversos territórios. Esses fatores determinam abordagens, refletindo-se em todas as políticas setoriais.

No caso das cadeias com base nesses recursos, ainda que eles possam ocorrer em vastas e diversas áreas da região, não se podem traçar ações inteiramente válidas para todas essas áreas. Há diferenças de incidência, acessibilidade e características dos recursos disponíveis; de solos; da vegetação; de recursos hídricos; de aspectos sociais e culturais associados aos diversos povos. Esses fatores, em seu conjunto, determinam o tipo de oportunidades, obstáculos e possibilidades de aproveitamento sustentável desses recursos, bem como as demandas e as necessidades de investimentos, as formas de atuação, de seleção de prioridades, entre outros aspectos essenciais ao desenho e à implementação de estratégias para a organização e a consolidação dessas cadeias.

Abordagens adequadas para concretizar os benefícios da bioeconomia na Amazônia devem ser discutidas considerando a pluralidade e a diversidade de ocupação amazônica e as principais vocações dos territórios e de suas populações tradicionais, em termos de conhecimento e uso dos recursos biológicos (Lopes *et al.*, 2023, p. 19).

6 “[...] Não existe fórmula a ser aplicada para toda a Amazônia [...]” (Pena Jr., 2011, p. 32).

Informação: escassez de dados e informações, bem como dificuldades relacionadas à disponibilidade e à qualidade das informações existentes – até mesmo, em estatísticas oficiais – são problemas apontados, de forma recorrente, na bibliografia, que causam insegurança e bases frágeis para políticas, planejamento, pesquisas e outras iniciativas.

A definição das informações necessárias, a busca e organização de dados existentes, o uso e a compatibilização de diversas fontes e metodologias, a definição de ferramentas e as formas de tratamento da informação são atividades de CT&I, que dependem da capacidade de estudos, pesquisas, capacitação, difusão, metodologias e instrumentos de geração, tratamento e disponibilização da informação.

Do ponto de vista das infraestrutura e das condições básicas para a melhoria da geração e do acesso à informação, fatores determinantes são as condições de conectividade – ainda deficientes ou inexistentes em muitas áreas da região; por sua vez, o baixo nível de escolaridade e de capacitação, em parte dos atores locais, representa outro obstáculo significativo, seja para geração e atualização de dados e informações, bem como para sua interpretação e uso na gestão de atividades locais e das cadeias em geral.

Mostram-se também fundamentais as informações sobre o próprio campo de CT&I – a capacidade existente, as carências e as necessidades de fortalecimento da base regional de CT&I, bem como o que se produz sobre a região em âmbito nacional e internacional – conhecimentos e tecnologias disponíveis e/ou em processo de desenvolvimento, inovações, pesquisas desenvolvidas e em curso, patentes, capacidades instaladas, fomento e financiamento, entre outros aspectos.⁷

No caso dos recursos biológicos, destaca-se a necessidade de estruturação e manutenção de bancos de dados abertos sobre os recursos e sobre as cadeias propriamente ditas – incluindo produtos derivados, condições de produção, estatísticas de produção, comércio, exportação, emprego, investimentos. É igualmente importante sistematizar informações relativas à legislação, aos requisitos sanitários, ao crédito e financiamento, à disponibilidade de serviços essenciais, à infraestrutura, entre outros aspectos estratégicos. Além disso, é fundamental mapear e divulgar experiências e projetos existentes na região, bem como metodologias e tecnologias disponíveis na área da informação, buscando uma compreensão mais abrangente do que já é utilizado, das complementações necessárias, das possibilidades de articulação e da interface entre essas experiências.⁸

Base regional de CT&I: responder às necessidades de pesquisas, tecnologias e inovação para a Amazônia requer uma base regional de CT&I forte, com capacitação, infraestrutura e melhorias

⁷ O Observatório da Indústria (ONI, 2024) destaca a importância de se ter o maior conhecimento possível sobre o que denomina de ativos de CT&I, tendo por base as atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I).

⁸ Uma das atividades em curso do projeto no CGEE é a construção de uma plataforma que agregue e disponibilize informações sobre a base de CT&I e sobre as cadeias de pesquisa e produção na Amazônia.

frequentes. “É preciso que o Estado fortaleça mais as instituições locais [...]. É preciso também interiorizá-las, ou seja, incluí-las na parte mais profunda da floresta amazônica brasileira” (Correa *apud* Hafiz, 2023); é necessária a criação de ecossistemas de inovação (RAISG, 2021).

Para isso, considera-se necessário: ampliar e fortalecer o fomento à pesquisa, garantir sua continuidade e constante ampliação para responder aos desafios e às dinâmicas regionais; promover formas de apoio à inovação; ampliar a participação do setor privado nos esforços de inovação; incentivar e apoiar a criação e consolidação de *startups*; ampliar e fortalecer o quadro profissional para CT&I na região; ampliar e fortalecer as redes de pesquisa; atrair pesquisadores para a região; fortalecer e garantir a manutenção da infraestrutura de CT&I; organizar e disponibilizar informações sobre os ativos de CT&I, sobre a base institucional, recursos humanos, infraestrutura, políticas, programas e projetos, tecnologias disponíveis, inovações, publicações; promover e apoiar o acompanhamento e a avaliação de políticas, programas e outros investimentos; promover e apoiar atividades que garantam a aplicação dos resultados das pesquisas e a adoção de tecnologias adequadas e sustentáveis. Nesse sentido, as atividades de difusão de conhecimentos, informações e transferência de tecnologias assumem papel estratégico.

Por sua vez, o fortalecimento da base regional e as atividades propriamente ditas de CT&I necessitam de cooperações e diálogo com outros atores, sendo necessário construir políticas e projetos participativos e em colaboração; as abordagens têm de ser transdisciplinares; pesquisas e outras ações integradas entre instituições de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), assistência técnica, produtores agrícolas, industriais, organizações sociais e representativas das comunidades e dos povos da região; promover e apoiar a cooperação nacional e internacional em CT&I, com vistas à sustentabilidade da Amazônia, além dos impactos ambientais globais; fortalecer a cooperação entre os países amazônicos em temas de interesse comum. Essas cooperações devem ser paritárias e não somente uma forma de cessão de dados e consumo de produtos finais, ou seja, que promovam o crescimento conjunto de competências, informações, infraestrutura e PD&I.

3. Necessidades e demandas em CT&I comuns⁹ às cadeias de produção

Ampliação do conhecimento, territorialização, informação e base de CT&I englobam aspectos abrangentes, essenciais para as cadeias, mas também para quaisquer outras iniciativas e políticas

⁹ A revisão foi realizada para cada uma das quatro cadeias inicialmente abordadas no projeto e, posteriormente, agrupados os aspectos e fatores comuns, destacados neste artigo, no qual seria impossível apresentar também necessidades e demandas peculiares de cada cadeia.

para a Amazônia. Nesta parte 3, destacam-se outros temas e atividades em CT&I,¹⁰ diretamente relacionadas às cadeias com base em recursos biológicos e comuns entre elas.

Antes, porém, destaca-se a necessidade de um olhar crítico sobre a perspectiva das cadeias, sua viabilidade e os reais benefícios, em especial mediante a mais recente atração sobre a exploração econômica de recursos biológicos. A avaliação de oportunidades não pode se reduzir a prováveis retornos econômicos, nem se orientar por tendências ou ondas de mercado, bem como não podem se restringir aos próprios recursos e respectivas potencialidades. Ou seja, essa análise das oportunidades deve ser sobre conhecimentos mais abrangentes sobre a região, sobre o conjunto de opções, comparando-as do ponto de vista dos resultados e impactos necessários para o desenvolvimento regional sustentável em sua integralidade.¹¹ Os temas a seguir buscam cobrir esse escopo de atividades de CT&I intervenientes nas cadeias.

Desenvolvimento de produtos: a necessidade de melhoramento dos produtos existentes e, sobretudo, do desenvolvimento de novos produtos como fator impulsionador e de sustentabilidade das cadeias é uma constante na literatura revisada.

“A utilização muito marginal de ingredientes amazônicos não tem peso transformador na base produtiva, apesar do que dizem as propagandas – mas o desenvolvimento de produtos pela indústria com uso intensivo de matérias primas amazônicas, sim” (Idesam, 2024, p. 88).

Para os casos analisados, identificou-se uma multiplicidade de usos conhecidos, bem como indicações de potencial para outra gama de usos. Muitos dos conhecimentos e usos desses recursos fazem parte da cultura regional tradicional, do conhecimento dos povos locais, são importantes para a segurança alimentar e para a saúde das populações, além da produção de matérias-primas para as cadeias e da geração de renda. Em todas as cadeias, verifica-se a possibilidade de utilização integral dos recursos – incluindo de seus resíduos¹² –, de diversificação e de vários campos de aplicação.

Promover esse desenvolvimento demanda atividades bem estruturadas e contínuas de CT&I, com forte base institucional, organização, cooperação e apoio, com o comprometimento de diversos atores nos processos de inovação, pesquisa e difusão. Entre outras necessidades, destacam-se:

¹⁰ Temas e atividades em CT&I, sem dúvida, não se realizam apenas dentro desse campo e por suas iniciativas, mas precisam da interação e cooperação entre vários campos de atividade e políticas, sejam industriais, agrícolas, de gestão regional e de territórios, saúde, meio ambiente e outras.

¹¹ Homma (2012, p. 107-108) “alerta para essa necessidade, tanto sob o ponto de vista dos recursos biológicos [...] falsas concepções [...], abandono de parte importante da biodiversidade, falta de tecnologias agrícolas e ambientais adequadas – com impactos negativos sobre os recursos naturais, renda e emprego –, bem como no que se refere às áreas para investimentos [...] esquecendo o potencial representado pela utilização das áreas já desmatadas.”

¹² O aproveitamento é essencial tanto para a sustentabilidade das respectivas cadeias, quanto para a sustentabilidade ambiental. Seu uso limitado, indevido ou simplesmente o descarte, acarreta perda de rendas e outros benefícios, muitas vezes afetando a viabilidade dos investimentos, além do acúmulo de problemas ambientais.

i) estímulo e apoio à inovação e à pesquisa direcionadas para as oportunidades associadas aos distintos recursos e às respectivas cadeias; ii) desenvolvimento da PD&I nos casos considerados de maior potencial; melhoria dos recursos – melhoria genética, pesquisas de bioativos e desenvolvimento de práticas agrícolas; iii) conhecimento sobre as culturas e os usos tradicionais dos recursos; iv) condições físicas, culturais, econômicas e sociais que afetam as atividades associadas ao adequado tratamento dos recursos; conhecimento das condições atuais de uso e potencial de mercado para cada produto – formas de utilização dos recursos e práticas produtivas; v) avaliações sobre a disponibilidade dos recursos e a viabilidade de sua exploração com sustentabilidade; vi) as capacidades e as estruturas disponíveis para desenvolvimento de produtos; aperfeiçoamento dos sistemas de produção; e vii) conhecimentos e tecnologias para o aproveitamento e a gestão de resíduos sólidos de forma sustentável. Todos esses esforços são fundamentais para identificação de potencialidades de novos produtos e melhoria daqueles já explorados, devendo as necessidades ser observadas em todas as etapas de cada cadeia.

Também se inclui nesse tópico o desenvolvimento de tecnologias de produção agrícola e industrial¹³ para outras atividades nas diversas fases das cadeias – melhoria e desenvolvimento de equipamentos, técnicas, *softwares* e outros instrumentos para as fases de manejo, coleta/colheita, armazenamento, transporte, beneficiamento e comercialização, bem como equipamentos que tragam maior facilidade à produção, para novas apresentações e insumos – como embalagens. Avaliações mostram os impactos do desenvolvimento e da adoção de novas técnicas e equipamentos, com ganhos importantes para as cadeias.

Enfrentar os desafios com relação às dificuldades próprias do ambiente e/ou causadas pela situação dos trabalhadores, sobretudo para a coleta, exige equipamentos – em sua maioria, ainda muito precários ou improvisados – que contribuam para a qualidade e produtividade, evitando perdas hoje comuns e significativas; o ambiente, as distâncias e os riscos de perecibilidade tornam mais prementes os cuidados com a conservação dos recursos. Por sua vez, para maior produtividade, qualidade e sustentabilidade, são necessárias tecnologias de produção adequadas e acessíveis.

É importante conhecer e verificar os resultados e impactos de trabalhos e experiências já realizadas e/ou em curso, ir às fontes de conhecimento sobre os recursos, sobre as práticas de formas de aproveitamento e beneficiamento – empresas, *startups*, pesquisadores, organizações do terceiro setor, trabalhadores, e outros atores nas diversas cadeias – em um processo iterativo para desenvolver PD&I necessárias ao melhoramentos e às inovações.

¹³ A carência é apontada por empresas como gargalo importante para o desenvolvimento e/ou aprimoramento de produtos (Codec/PA, 2023). A Embrapa, em cooperação com o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC) (Embrapa, 2023), no quadro do Programa Mais Alimentos, está realizando um mapeamento de máquinas e equipamentos disponíveis para as cadeias de açaí, cupuaçu, babaçu e castanha-do-Brasil, bem como a identificação de necessidades tecnológicas e projetos de desenvolvimento já em curso.

O melhoramento e o desenvolvimento de produtos associam-se à garantia de qualidade – o que depende de conhecimentos sobre riscos e benefícios do uso de recursos, tecnologias, metodologias, técnicas e capacitação para exploração dos mesmos. Envolvem, ainda, segurança, durabilidade, atendimento a normas e requisitos sanitários e de mercados; agregam, também, as dimensões ambiental e social, com critérios de sustentabilidade.

A construção de boas práticas – resultantes da atenção de normas, procedimentos, tecnologias e outros aspectos que compõem as condições de qualidade – está associada ao tipo e à variedade dos recursos e abrange atividades em todas as fases das cadeias, desde as práticas de coleta, cultivo e manejo que possam garantir a qualidade da matéria-prima, passando por transporte, acondicionamento, processos industriais, conservação, até o consumo final.

Entre as demandas em CT&I para atender a essas condições, encontram-se: i) o desenvolvimento de boas práticas associadas a cada cadeia, a partir dos conhecimentos sobre os recursos e das normas estabelecidas pelos agentes sanitários, legais e de mercados específicos, bem como normas ambientais e sanitárias; ii) o conhecimento dos diversos mercados e seus requisitos; iii) a cooperação entre os agentes responsáveis nos vários segmentos que tocam as boas práticas – jurídico, sanitário, ambiental, PD&I, empresas, organizações de assistência técnica e trabalhadores, cujo conhecimento tradicional é importante para o conhecimento e o aproveitamento dos recursos; iv) a produção de manuais e outros materiais de difusão; v) a formação e capacitação de recursos humanos; e vi) as estratégias para difusão e capacitação. A difusão e adoção dessas práticas são uma das questões mais sensíveis quando se trata do aproveitamento de recursos biológicos para produtos de uso humano e animal. As condições humanas, sociais e de capacitação dos trabalhadores são fatores determinantes na aplicação delas, assim como a disponibilidade de infraestrutura, o acesso à informação e às tecnologias adequadas.

Instrumentos associados à qualidade têm se difundido como a certificação e identidade de origem, que requerem padrões de qualidade, sustentabilidade e rastreabilidade dos produtos.

A certificação é um instrumento de garantia da conformidade com essas regulamentações e de cumprimento de práticas social e ambientalmente sustentáveis. Ela depende da definição de parâmetros e critérios com base em conhecimentos e metodologias que sejam capazes de identificar a efetiva aplicação das boas práticas de produção e outros aspectos que garantam a qualidade, a origem e a sustentabilidade dos produtos.

Nesse sentido, cresce também em importância a condição de **rastreabilidade** das atividades e dos produtos das cadeias, sendo necessárias tecnologias, metodologias adequadas, conectividade e informações seguras. O desenvolvimento de ferramentas computacionais, de sensoriamento remoto, de aplicativos e *softwares*, o acesso a tecnologias de comunicação e conectividade

são vitais para a organização, o tratamento e o acesso às informações, “[...] o fator mais valioso para um efetivo rastreamento” (Leonelli; Toledo, 2006, p. 3). Os dados devem ser rapidamente comunicados – com tendência a processamentos imediatos e integrados, com disponibilização em tempo real. A vastidão regional, a dispersão – muitas vezes, isolamento – de comunidades, de áreas de execução de projetos, de coleta dos recursos, bem como a “falta crítica de dados sobre os processos produtivos na Amazônia” (Flordejambu, 2023) tornam esse gargalo mais significativo.¹⁴ Destaca-se ainda a necessidade de bases cartográficas de referência; de ferramentas adequadas aos diversos ambientes, sistemas de produção, objetivos e abrangência; e de recursos humanos e capacitação.

Essas atividades exigem articulação e comunicação eficientes entre todos os elos das cadeias,¹⁵ dependendo de transparência, confiança e sistematicidade, de forma a facilitar o reconhecimento da atenção aos requisitos necessários, a identificação de problemas, de gargalos e, conseqüentemente, o planejamento de melhorias.

Pesquisas: é difícil classificar o tipo de pesquisa necessária ao aproveitamento dos recursos biológicos e do desenvolvimento de produtos deles derivados, uma vez que o caráter transdisciplinar é imperativo. Em todos os tópicos destacados anteriormente, depende-se de uma pesquisa forte, atualizada, transdisciplinar e cooperativa. As atividades das cadeias necessitam de conhecimentos, técnicas e metodologias de diversas áreas de pesquisa, como a pesquisa agrícola, química, de engenharia química, de engenharia florestal, de biologia, de ecologia, de ciências sociais, econômicas, entre outras, envolvendo muitas subáreas em cada uma delas, em abordagens integradas. Na impossibilidade de maior detalhamento nesse espaço, apresentam-se, resumidamente, algumas linhas destacadas nas referências.

A **pesquisa agrícola** e o **desenvolvimento de tecnologias agrícolas**, ainda, são considerados grandes desafios ao melhoramento dos recursos biológicos. Em específico sobre as cadeias, indica-se a necessidade de ampliação das pesquisas em temas, como aptidão agrícola de terras, mapeamento de solos, zoneamento agroecológico, monitoramento climático, melhoramento genético, produção de mudas, identificação botânica, identificação e controle de pragas e doenças, estudo de nutrientes, conservação, manejo e boas práticas, por exemplo.¹⁶

O desenvolvimento de sistemas agroflorestais, de sistemas integrados lavoura/pecuária e de outros similares ganha forte destaque nos esforços de promoção das atividades produtivas na agricultura e pecuária. As especificidades das cadeias devem ser observadas, de forma integrada,

14 Coloca-se a necessidade de evoluir para um sistema nacional de rastreabilidade, observando-se as especificidades regionais e dos diferentes sistemas de produção.

15 “[...] um efetivo sistema de rastreamento deve ter a capacidade de prover o ‘caminho de ida’ (*tracking*) e o ‘caminho de volta’ (*tracing*) de um produto e/ou informações pertinentes a ele” (Leonelli; Toledo, 2006, p. 3).

16 Para uma ideia mais ampla dessas necessidades, ver, entre outros, Pena Jr. (2011).

junto ao conjunto de outras culturas e atividades capazes de garantir sustentabilidade ambiental, social e econômica. É necessário associar culturas de acordo com as características e vocações de microrregiões. O conjunto de recursos explorados deve dar conta de uma atividade agrícola/extrativista/agroindustrial/pecuária que componha uma base sólida ao desenvolvimento sustentável das cadeias, bem como para as comunidades e povos que os produzem.

Estudos mostram a coexistência tradicional de diversas culturas e atividades. Outros avançam em demonstrar a necessidade, as oportunidades e os resultados de experiências de sistemas integrados que podem garantir produção adequada à biocapacidade da floresta (Felin; Feltran-Barbieri, 2023). É imprescindível fortalecer e ampliar esses esforços, seja considerando outros recursos e as possibilidades que apresentam para compor sistemas integrados, seja analisando microrregiões e/ou comunidades específicas, de acordo com suas condições e vocações em termos de aproveitamento produtivo dos recursos de que dispõem e mostrem potencial de exploração.

Para desenvolver esses sistemas, reforça-se a necessidade de atividades articuladas entre diversos campos da ciência, sem esquecer a necessidade de associação com os saberes tradicionais – de modo a se obter conhecimentos da forma mais integrada possível sobre os recursos que os compõem e sobre muitos fatores que intervêm nas diferentes culturas e atividades –, bem como mediante parcerias com trabalhadores, empresários e outros agentes que atuam de modo efetivo nos sistemas. Assim como em outros temas e atividades, é necessário garantir a transferência e promover o acesso a esses conhecimentos e tecnologias, o que significa forte esforço de capacitação dos trabalhadores, de crédito, de extensão rural e de garantia de assistência técnica. Apesar de haver instituições com trabalhos importantes nessa linha,¹⁷ há carências e necessidade de ampliação dos serviços para atender aos produtores na diversidade e nas dimensões regionais.

Pesquisas voltadas ao controle sanitário, em particular sobre doenças e pragas, são outro destaque. Essa necessidade se reforça pelas novas condições a que são submetidas as espécies quando se intensifica sua exploração e, muitas vezes, se modificam os sistemas e as condições de produção. O monitoramento e o controle sanitário das culturas requerem também competências específicas e difusão sistemática de conhecimentos e tecnologias de forma que os agricultores, os silvicultores e os empresários possam atuar de modo adequado em prol de produtividade, qualidade e sustentabilidade.

O **melhoramento genético** tem papel fundamental para desenvolver qualidade, melhorar a segurança e aumentar a produtividade dos recursos e de seus derivados – ao desenvolver variedades mais resistentes a pragas e doenças, identificar variedades mais aptas a determinados climas, solos, consorciamentos, sistemas agroflorestais (SAF), além de prevenir a erosão genética e contribuir

¹⁷ A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), as organizações das redes da assistência técnica e gerencial (ATeG), da Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar), entre outros.

para a conservação das espécies. Os impactos conhecidos dos esforços e desenvolvimentos em melhoramento genético, em muitas cadeias de produção, não deixam dúvidas sobre a importância do tema.¹⁸

O melhoramento genético é o principal processo que transforma um componente da biodiversidade em um recurso genético e finalmente em um produto com valor econômico no mercado moderno. [...] é essencial porque é raríssimo encontrar um componente da biodiversidade que pode ser usado diretamente no processo produtivo sem ser transformado para adaptar-se ao processo. Isto não é uma deficiência da biodiversidade; é um requerimento da competitividade do mercado, pois o mercado exige alta qualidade com baixo custo, uma combinação raríssima na natureza. (Clement, 2001, p. 423).

Para a conservação da biodiversidade em geral, a informação genética e os bancos de germoplasma são vitais; para a consolidação das cadeias com base em recursos biológicos, a “integração de técnicas de melhoramento genético com práticas agrícolas e a adoção de tecnologias avançadas serão fundamentais para enfrentar esse desafio” (Oliveira *et al.*, 2024, p. 12).¹⁹ A continuidade, a ampliação e a regularidade das pesquisas nesse campo são necessidades frequentemente destacadas; são processos longos, com forte dependência de recursos públicos; demandam cuidadosa manutenção e conservação, equipamentos, *softwares*, pesquisas de campo constantes, capacitação e outros requisitos; e dependem de múltiplas capacidades, instituições e recursos humanos capacitados.

A pesquisa de bioativos é outra linha essencial ao conhecimento das propriedades dos recursos da biodiversidade e das oportunidades para seu aproveitamento em diversas aplicações e indústrias, para melhoramento e segurança de usos e produtos já existentes e, em especial, para o desenvolvimento de novos produtos. Essa pesquisa, no caso dos produtos amazônicos, é considerada escassa – seja em termos da variedade de espécies estudadas, seja para exploração de recursos específicos. Os esforços são considerados insuficientes para a bioprospecção²⁰ e para o aproveitamento da biodiversidade, sendo o Brasil o País com o menor número de patentes oriundas da bioprospecção de moléculas bioativas depositadas (Marques *et al.*, 2022, p. 307).

¹⁸ Diniz (2010, p. 16) coloca que os recursos genéticos e os melhoramento constituíram-se no alicerce das pesquisas agrícolas no Brasil.

¹⁹ Recentemente, foi instituída a Política Nacional de Conservação e Uso Sustentável dos Recursos Genéticos para a Alimentação, a Agricultura e a Pecuária que, segundo o Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) (Brasil, 2024), tem base “[...] no desenvolvimento de uma Plataforma de Recursos Genéticos que será composta por: uma grande rede de atores que desenvolvem novas tecnologias de base genética; um sistema de informações sobre recursos genéticos conservados nas florestas, nas comunidades de produtores e nos bancos de germoplasma nacionais e três programas de conservação (*in situ*, *ex situ* e *on farm*)”.

²⁰ “[...] principalmente no Brasil, o qual nunca estabeleceu um programa expressivo, em nível nacional ou contrato para implantar uma rede nacional de bioprospecção no país, conforme ocorreu em outras nações [...]” (Marques *et al.*, 2022, p. 293).

Além da identificação de propriedades, são necessárias avaliações, verificação da variabilidade de características físico-químicas e bioativos em diferentes condições de solo, clima, safras, etapa de processamento, entre outros; para uma efetiva aplicação, com segurança, há uma longa, complexa e onerosa P&D, havendo necessidade de apoio para infraestrutura de laboratórios, revisão do ambiente regulatório, capacitação, parcerias e cooperações para consolidação da P&D em âmbito mundial (Mattietto *et al.*, 2018; Figueiredo, 2014; Pretes, 2023).

A pesquisa ecológica tem especial destaque, uma vez que se trata, antes de tudo, do desenvolvimento sustentável da Amazônia, perspectiva que tem de estar na coluna dorsal das políticas e ações voltadas para a região. Há necessidade de avaliações com foco na sustentabilidade sobre opções e escolhas relacionadas à busca do desenvolvimento regional; avaliação de práticas e tecnologias agrícolas, bem como de processos industriais, quanto aos riscos ambientais e sociais, de médio e longo prazos; análises das cadeias como um todo, visando a conhecer, além do retorno econômico-financeiro, a contribuição para a conservação da biodiversidade, para a restauração e conservação florestal, bem como outras formas de apropriação e distribuição dos benefícios.

Monitoramento e avaliação do uso de agrotóxicos são temas para os quais se chama a atenção nessa área. Há preocupações também com o manejo intensivo – cada vez mais utilizado, que pode provocar desmatamento e apresenta riscos à sustentabilidade da produção e à biodiversidade – e com a análise dos impactos da expansão de explorações e culturas e práticas exercidas (Homma *et al.*, 2011). Indica-se a necessidade de conhecer os diferentes tipos de cultura ecológica e de orientações econômicas, com estudos mais aprofundados sobre essa diversidade e suas pressões sobre o meio ambiente, bem como a interação complexa dos fatores que explicam o quadro socioambiental da Amazônia.

Diversas questões que afetam a estruturação e dinâmica das cadeias aqui abordadas demandam contribuições de pesquisas e desenvolvimentos no campo das **ciências da saúde**, entre as quais: i) análises das condições sanitárias e de saúde das comunidades amazônicas, como enfermidades – muitas delas interferindo nas condições de trabalho –, disponibilidade e acesso a serviços sanitários básicos, nutrição e segurança alimentar; ii) qualidade dos produtos, como já enfatizado; saúde do trabalho – riscos ocupacionais, acidentes, impactos nas condições gerais de saúde; e iii) estudos farmacológicos e clínicos, em particular com relação ao desenvolvimento de medicamentos com base nos recursos biológicos. Além das pesquisas, há demandas importantes no que se refere à infraestrutura de laboratórios, à construção de normas e procedimentos, ao desenvolvimento de tecnologias e inovações.

Ciências humanas e ciências sociais aplicadas estão diretamente associadas aos desafios para o desenvolvimento integral da Amazônia, às questões de sustentabilidade, bem como a questões próprias das cadeias. As necessidades de pesquisa nessas áreas e sua contribuição para a estruturação

das cadeias de produção vão muito além das questões econômicas, em geral, mais visíveis – com relação à estrutura de produção e à dinâmica da economia, à estrutura, à dinâmica, ao papel e à inserção das cadeias na economia regional, nacional e internacional; a mercados e à viabilidade, entre outros temas importantes para o fortalecimento das estratégias de aproveitamento dos recursos.

As estruturas sociais e condições de vida, as formas de sobrevivência, os conhecimentos e práticas tradicionais,²¹ a ocupação e uso da terra, a educação, entre outros aspectos, são importantes para a construção e implementação de políticas, estratégias de ação, definição de atividades, formas de organização e instrumentos para as cadeias. Conhecer essas condições, identificar problemas e desafios a elas relacionados e buscar soluções depende de estudos econômicos, sociais, culturais, jurídicos, em educação e outros dos campos das Ciências Humanas e Sociais (CHS) e Ciências Sociais Aplicadas (CSA).

São recorrentes as advertências para grandes desafios, entre os quais: i) pobreza; ii) significativas desigualdades; iii) dificuldades ou inexistência de acesso a serviços essenciais; iv) questão fundiária, em que se observam desigualdade, falta de legalização, obstáculos para cadastramento, invasões, gerando forte insegurança para investimentos e trabalhadores; v) condições de trabalho – riscos em muitas atividades, em especial para a coleta, no caso do extrativismo; vi) más condições e/ou impedimentos para o acesso aos recursos; vii) (in)segurança, práticas ilegais – como escravidão por dívida e trabalho infantil, roubo de coletas; viii) falta de condições para integração segura e participativa nas cadeias – baixo nível educacional, de capacitação, dificuldades de acesso a matérias-primas, equipamentos e insumos; e ix) frágil organização social nas comunidades – exceto em alguns casos exitosos –, entre outros gargalos e desafios. Não podemos deixar de mencionar a pressão de práticas não sustentáveis em várias atividades econômicas, da mineração ilegal e do narcotráfico.

É mister considerar que o agente por excelência nas cadeias ou em quaisquer outros processos de produção é o ser humano, são as populações que vivem e trabalham nos territórios e na comunidades, participantes dessas iniciativas e alvos diretos dos impactos delas advindos. Por justiça social, por seu papel e pelo conhecimento de que dispõem sobre os recursos, sobre a vida nas comunidades e na floresta, esses povos têm de ser ouvidos e ter participação ativa na formulação e implementação de políticas, na definição e demandas por linhas de pesquisa e nos esforços de desenvolvimento e inovação. Esses atores têm de ser integrados em todo o processo decisório, fortalecendo a necessidade da pesquisa e ação participativas, a denominada pesquisa-ação, ainda bastante restritas.

²¹ Chama-se a atenção para o desconhecimento e/ou desconsideração dos saberes tradicionais e para a importância de integrá-los nos esforços para aproveitamento dos recursos da floresta. “Unindo saberes de povos tradicionais a modernas ferramentas biotecnológicas, como biotecnologia, genômica e nanotecnologia, os cientistas buscam na riqueza genética da biodiversidade brasileira a base para o desenvolvimento de tecnologias e produtos que possam melhorar a qualidade de vida da população”. (Diniz, 2010, p. 22)

Assim, outras atividades destacadas neste artigo – como o desenvolvimento e uso de produtos, equipamentos e sistemas produtivos, a pesquisa, a difusão – necessitam levar em conta a realidade, os desafios, os direitos humanos e sociais, e os objetivos ambientais, ampliando-se o escopo da transdisciplinaridade e da colaboração entre os mais diversos campos do conhecimento.

Difusão e assistência técnica (AT): a difusão de conhecimentos e tecnologia já foi abordada em vários dos tópicos anteriores, mas merece destaque o papel da AT. Quando adequada e de ampla cobertura, é apontada entre os fatores de sucesso para os esforços e investimentos na exploração dos recursos biológicos. Apesar disso, é colocada entre os maiores desafios no caso das cadeias analisadas, apesar de esforços dos governos estaduais e alguns municipais, bem como da atuação de instituições de pesquisa e de outras organizações. No que se refere à CT&I, por um lado, atividades – como a difusão de tecnologias, capacitação, controle, geração de informações, busca dos conhecimentos tradicionais, acompanhamento de sistemas de produção e/ou da adoção de tecnologias, entre outras – são executadas, em boa parte, pela AT ou com sua colaboração direta; por outro lado, para seu bom desempenho, os serviços de AT demandam formação de profissionais atualizados quanto aos avanços científicos e tecnologias relacionadas às culturas das regiões em que atuam; formação em nível superior e nível técnico voltada para características, necessidades e demandas regionais; atividades de capacitação e atualização; equipamentos, *softwares* e outros instrumentos adequados às respectivas atividades. A colaboração entre AT, pesquisa, difusão e desenvolvimento de produtos e tecnologias tem de ser constante.

Gestão: para a gestão de sistemas produtivos, empreendimentos, programas, organizações sociais e da própria PD&I, há necessidade de metodologias e instrumentos cuja aplicação depende de atividades de desenvolvimento e adaptações conforme os alvos e objetivos. A formação de recursos humanos e a capacitação nessa área – considerada muito deficiente em grande parte das comunidades e dos projetos na Amazônia – também têm de ser permanente e apoiada por instrumentos da transferência e difusão de conhecimentos e tecnologias.

De modo particular, destaca-se a necessidade do acompanhamento e avaliação (A&A) dos esforços de organização das cadeias em suas várias dimensões. Trata-se de uma avaliação econômica, ambiental e social dos processos de exploração dos recursos, das estratégias de organização e do funcionamento das cadeias, dos avanços tecnológicos a elas associados. Entre outros aspectos, há necessidade de verificar: i) impactos – positivos e negativos – da expansão das culturas e dos sistemas de produção nos territórios, para as comunidades e populações ribeirinhas, agricultores familiares e povos da floresta em geral, bem como em aspectos que podem afetar populações urbanas, como segurança alimentar, por exemplo; ii) a distribuição de benefícios; iii) o grau e as condições de participação dos atores, participação dos trabalhadores e das comunidades no desenvolvimento dessa economia; iv) os avanços na valorização dos produtos e produtores na ponta inicial das cadeias e para trabalhadores nas demais fases; e v) a melhoria das condições de

trabalho, segurança, educação, saúde dos trabalhadores. Portanto, a gestão de políticas, programas e ações voltadas para as cadeias precisam incorporar o A&A não somente como atividade final, mas ao longo dos processos, de forma a permitir a identificação de problemas, o desvio de objetivos, os impactos não esperados e a revisão de rotas, se for necessário.

4. Conclusão

O fortalecimento de cadeias sustentáveis de pesquisa e produção na Amazônia Legal exige uma abordagem sistêmica, intersetorial e territorializada, sustentada por ações estratégicas de CT&I. A revisão da literatura revela amplo espectro de desafios científicos, técnicos e econômicos, mas, além desses, envolvem também dimensões ambientais, sociais, culturais e políticas, que demandam esforços coordenados entre instituições, comunidades e setor produtivo.

Há na região um número significativo instituições de ensino e pesquisa, de pesquisas em vários temas supradestacados, de experiências produtivas, de gestão e de atividades de difusão, com relevantes contribuições ao desenvolvimento regional e à organização das cadeias. Há, ainda, contribuições de outras instituições de PD&I no País e no exterior. No entanto, esses esforços são insuficientes, muito aquém do necessário diante da dimensão, da diversidade e da complexidade dos desafios.²²

As demandas analisadas demonstram que são necessárias ações coordenadas em CT&I, alinhadas às especificidades territoriais, à valorização dos saberes locais, ao desenvolvimento e à aplicação de soluções tecnológicas contextualizadas, à consolidação de mecanismos eficazes de difusão, assistência técnica e gestão. Tais elementos, embora amplamente reconhecidos, são aqui sistematizados sob uma nova perspectiva, com foco na sua articulação transversal e na aplicabilidade do fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis.

A principal contribuição deste artigo está na capacidade de traduzir um acervo diversificado de conhecimentos e experiências em diretrizes operacionais e estratégicas, orientadas à formulação de políticas públicas e ações privadas mais integradas, factíveis e sensíveis à realidade amazônica. Ao organizar prioridades em CT&I de forma articulada, o texto oferece aos gestores e demais atores uma base qualificada para planejamento, tomada de decisão e construção de iniciativas multissetoriais.

²² “As iniciativas em C&T na Amazônia são pouco eficientes, há um abandono institucional na região. Não existe uma política nacional [...] a gestão do recurso [...] é fragmentada e falta um modelo de governança da unidade federativa [...]” (Waack, R.S. *apud* Safatle; Adeodat, 2024).

A construção de uma agenda estratégica efetiva para a Amazônia pressupõe o reconhecimento das especificidades territoriais, aliado a instrumentos de política científica e tecnológica que incorporem a complexidade ecológica, sociocultural e econômica da região. Isso requer investimentos adequados e contínuos para fortalecimento da base de CT&I regional, em pesquisa transdisciplinar, infraestrutura, qualificação de pessoas e arranjos cooperativos entre agentes locais, regionais, nacionais e internacionais. Requer também forte articulação entre níveis de governo, entre agentes públicos e privados, para que essa agenda seja respaldada por uma política integrada e abrangente. Mais do que uma conclusão, este artigo propõe um ponto de partida para desdobramentos setoriais e ações articuladas que alinhem a CT&I aos caminhos do desenvolvimento sustentável da Amazônia.

Referências

- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária – Mapa. **Decreto institui a política nacional de conservação e uso sustentável de recursos genéticos para a alimentação, a agricultura e a pecuária**. MAPA, 4 jul. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/decreto-institui-a-politica-nacional-de-conservacao-e-uso-sustentavel-dos-recursos-geneticos-para-a-alimentacao-a-agricultura-e-a-pecuaria>. Acesso em: 4 out. 2024.
- CLEMENT, C. R. Melhoramento de espécies nativas. In: NASS, L. L. *et al.* (Eds.). **Recursos genéticos & melhoramento – plantas**. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso – Fundação MT, Rondonópolis, MT. p. 423-441. 2001. Disponível em: <https://antigo.inpa.gov.br/cpca/charles/pdf/spp-nativas.pdf>. Acesso em: 25 set. 2024.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO PARÁ – CODEC/PA. **Codec apoia empresas e incentiva parcerias com Parque de Ciência (PCT Guamá)**. 16 maio 2023. Disponível em: <https://www.codec.pa.gov.br/codec-apoia-empresas-e-incentiva-parcerias-com-parque-de-ciencia-pct-guama/>. Acesso em: 5 jul. 2024.
- DINIZ, F. Aposta na genética para a produção de alimentos, **Especial Embrapa**, abril de 2010, p. 16-23, 2010. Disponível em: <https://periodicos.fgv.br/agroanalysis/article/download/26421/25280> Acesso em: 4 out. 2024
- DINIZ, J. D. A. S. *et al.* Políticas públicas e projetos para o fortalecimento da cadeia de valor. In: WADT, L. H. O. *et al.* (Ed). **Castanha-da-amazônia: estudos sobre a espécie e sua cadeia de valor**. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1155597>. Acesso em: 27 dez. 2023.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa e MDIC anunciam ações para promoção de máquinas e equipamentos para agricultura familiar e povos tradicionais da

Amazônia. **Agência Gov.**, 21 dez. 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202312/embrapa-e-mdic-anunciam-acoes-para-promocao-de-maquinas-e-equipamentos-para-agricultura-familiar-e-povos-tradicionais-da-amazonia>. Acesso em: 7 set. 2024.

FUNDO AMAZÔNIA. **Valorizando cadeias produtivas amazônicas**. 2023. Disponível em: <https://www.fundoamazonia.gov.br/pt/projeto/Valorizando-Cadeias-Socioproductivas-Amazonicas/>. Acesso em: 25 set. 2024.

FELIN, B.; FELTRAN-BARBIERI, R. Bioeconomia na Amazônia: os distintos impactos econômicos das cadeias do açaí e do cacau. **WRI Brasil**, 31 ago. 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/bioeconomia-amazonia-impactos-economicos-cadeias-acai-cacau>. Acesso em: 2 jul. 2024.

FIGUEIREDO, R. V. *et al.* Açaí Passado: avaliação de compostos bioativos post fermentação espontânea. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPOSTOS BIOATIVOS, 2014. **Anais eletrônicos...** Campinas, Galoá, 2014. Disponível em: <https://proceedings.science/sbcb/papers/acai-passado-avaliacao-de-compostos-bioativos-post-fermentacao-espontanea?lang=pt-br> Acesso em: 29 jul. 2024.

FLORDEJAMBU.com. **Rastreabilidade de cadeias produtivas na Amazônia**: desafios e oportunidades. FLOR de AMBU com produtos da Amazônia. 2023. Disponível em: <https://flordejambu.com/blog/rastreabilidade-de-cadeias-produtivas/> Acesso em: 25 set. 2024.

HAFIZ, M. Desenvolvimento sustentável na Amazônia: colaboração, pesquisa e financiamento na América Latina. Proteção ambiental é um passo importante no desenvolvimento econômico da região. **Cienc. Cult.** v. 75, n. 3, p. 1-4. 2023. Disponível em: <https://revistacienciaecultura.org.br/?p=4748>. Acesso em: 2 set. 2024.

HOMMA, A. K. O. Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento rural da Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, v. 17, n. 34, p. 107-130. 2012. Disponível em: <http://www.cgee.org.br/parcerias>. Acesso em: 10 out. 2024.

HOMMA *et al.* Açaí: novos desafios e tendências Amazônia. **Ciência & Desenvolvimento**, Belém, PA, v. 1, n. 2, p. 7-23, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/578153>. Acesso em: 25 set. 2024.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SOCIO-AMBIENTAL, PRESERVACAO E ECOLOGIA DA AMAZONIA – IDESAM. **Caminhos para o fortalecimento de cadeias produtivas da sociobiodiversidade amazônica**. Melhores práticas nos elos das cadeias produtivas da castanha-do-Brasil e do cacau. 2024. Disponível em: https://idesam.org/wp-content/uploads/2024/02/IDESAM-CASTANHAeCACAU-MelhoresPraticas-estudo_resumo.pdf. Acesso em: 4 ago. 2024

LEONELLI, F. C. V.; TOLEDO, J. C. de. Rastreabilidade em cadeias agroindustriais: conceitos e aplicações. **EMBRAPA, Circular Técnica** 33, São Carlos, outubro 2006. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPDIA-2009-09/11845/1/CiT33_2006.pdf. Acesso em: 1º out. 2024.

LOPES *et al.* Visões sobre bioeconomia na Amazônia: Oportunidades e desafios para a atuação da Embrapa. **EMBRAPA, Documentos 10**, agosto 2023. Disponível em <https://www.embrapa.br/documents/10180/o/Visões+sobre+bioeconomia+na+Amazônia+-+Oportunidades+e+desafios+para+a+atuação+da+Embrapa/4c6c1945-coec-48fc-68fe-420288bedcee>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MARQUES, L. G. A. *et al.* The impact of bioprospecting for discovery of new drugs. **Revista Fitos**. Rio de Janeiro. Supl. n. 2, p. 293-314. 2022. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/51651>. Acesso em: 5 ago. 2024.

MATTIETTO, R. A. *et al.* Teores de compostos bioativos em amostras de açaí comercializados em Belém/Pará durante safra e entressafra. In: CBCTA 2018, 36., p. 13-16 de agosto de 2018, Belém/PA. **Anais...** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/192822/1/acai-4096-12072018-150917.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

OBSERVATÓRIO NACIONAL DA INDÚSTRIA – ONI. **Atlas da inovação**. 2024. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/canaais/observatorio-nacional-da-industria/produtos/atlas-da-inovacao/>. Acesso em: 22 nov. 2024.

OLIVEIRA, M. dos S. *et al.* Melhoramento genético em cupuaçuzeiro: avanços recentes e desafios futuros. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v. 17, n. 9, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/11007>. Acesso em: 3 out. 2024.

PENA Jr., M. A. G. Demandas de pesquisa para a Amazônia Legal. **EMBRAPA, Documentos de Apoio**, 3, agosto 2011. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 4 out. 2024.

PRETES, G. A. C. *et al.* Bebida do caroço de açaí (*Euterpe oleracea mart*): estudo do efeito da torrefação nas características físico-químicas e bioativas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA/CIAGRO 2023, 26 e 27 de julho. **Anais...** 26 e 27 de julho, 2023. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2023/uploads/428.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

REDE AMAZÔNICA DE INFORMAÇÃO SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA – RAISG.

Amazônia 4.0: a criação de ecossistemas de inovação e o enraizamento de uma nova bioeconomia. Entrevista especial com Carlos Nobre. Disponível em: <https://www.raisg.org/pt-br/radar/amazonia-4-o-a-criacao-de-ecossistemas-de-inovacao-e-o-enraizamento-de-uma-nova-bioeconomia-entrevista-especial-com-carlos-nobre/>. Acesso em: 4 jan. 2022.

SAFATLE, A.; ADEODATO, S. Uma estratégia de CT&I para reimaginar o Brasil, a partir da Amazônia.

Reportagem, P22, 31 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://pagina22.com.br/2024/01/31/cti-na-amazonia-e-hora-de-criar-pontes/>. Acesso em: 15 nov. 2024.