



## CAPÍTULO 7

# Tecnologias de Rastreabilidade e Inovação Sustentável na Economia Circular Amazônica

Larissa Zootti Meira

## 1. Introdução

A crescente preocupação global com as mudanças climáticas, a degradação ambiental e o esgotamento de recursos naturais tem impulsionado debates sobre modelos econômicos mais sustentáveis e regenerativos. Nesse cenário, a economia circular passou a ocupar posição central nas discussões acadêmicas, institucionais e empresariais, apresentando-se como alternativa ao modelo linear tradicional baseado na lógica de extração, produção, consumo e descarte (Santos; Viana, 2025).

Segundo os referenciais utilizados por Barbieri et al. (2025), a economia circular pode ser compreendida como um sistema econômico regenerativo que busca manter a utilidade dos recursos pelo maior tempo possível, reduzindo desperdícios e promovendo a reutilização, a remanufatura e o reaproveitamento de materiais. Esse modelo também se relaciona diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente no que se refere à preservação ambiental, ao uso eficiente de recursos e à promoção de formas sustentáveis de produção e consumo.

Na Amazônia, a discussão sobre economia circular adquire relevância ainda maior em razão da importância estratégica do bioma para o equilíbrio climático global, da riqueza de sua biodiversidade e das complexas relações sociais, econômicas e territoriais presentes na região. A Amazônia concentra enorme potencial para o desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis vinculadas à sociobiodiversidade, à bioeconomia e à valorização de recursos naturais regionais (Leda; Mota; Cereto, 2025).

Segundo Ferguson et al. (2020), os desafios relacionados à conservação ambiental, à exploração ilegal de recursos naturais e às fragilidades estruturais presentes na Amazônia

evidenciam a necessidade de modelos produtivos capazes de conciliar desenvolvimento econômico, transparência nas cadeias produtivas e preservação ambiental, sem ampliar os impactos sobre o território amazônico.

Nesse contexto, a inovação tecnológica surge como elemento estratégico para fortalecer práticas sustentáveis, ampliar a eficiência produtiva e consolidar mecanismos de rastreabilidade nas cadeias produtivas amazônicas. Conforme destacado por Ferreira e Rodrigues (2025), tecnologias digitais como *blockchain*, sistemas geoespaciais, sensoramento remoto e ferramentas de monitoramento em tempo real vêm sendo aplicadas para rastrear produtos, verificar origens, monitorar áreas de produção e fortalecer mecanismos de certificação e governança territorial, contribuindo para maior transparência e sustentabilidade das atividades econômicas na região.

Além de contribuir para a transparência das cadeias produtivas, essas tecnologias também favorecem a agregação de valor econômico aos produtos amazônicos. Ferreira e Rodrigues (2025) destacam que mecanismos de rastreabilidade, certificação e reconhecimento de origem fortalecem a competitividade desses produtos em mercados nacionais e internacionais cada vez mais orientados por critérios de sustentabilidade e responsabilidade socioambiental.

O presente capítulo tem como objetivo analisar o papel das tecnologias de rastreabilidade como vetor de inovação sustentável na economia circular amazônica, discutindo suas contribuições para o fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis, a valorização da sociobiodiversidade e a promoção de modelos econômicos mais resilientes e regenerativos.

Metodologicamente, o capítulo foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, com base na literatura nacional e internacional sobre economia circular, bioeconomia, design circular e tecnologias voltadas à sustentabilidade. A seleção das fontes privilegiou estudos que discutem a aplicação dessas abordagens no contexto amazônico, permitindo uma análise crítica das contribuições da inovação tecnológica para o fortalecimento das cadeias produtivas e para a transição rumo a modelos mais sustentáveis de desenvolvimento.

## **2. Economia Circular e Sustentabilidade na Amazônia**

A economia circular tem sido apresentada como uma alternativa ao modelo econômico linear predominante nas sociedades industriais contemporâneas. Conforme destacam Korhonen et al. (2018), esse modelo busca manter a utilidade dos recursos pelo maior tempo possível, reduzindo desperdícios e promovendo ciclos regenerativos de materiais e energia. Diferentemente da lógica linear baseada na extração, produção, consumo e des-

carte, a economia circular propõe sistemas capazes de otimizar o uso dos recursos, prolongar ciclos produtivos e estimular práticas sustentáveis.

Conforme apresentado por Barbieri et al. (2025), autores como Korhonen et al. (2018) destacam que a economia circular busca manter a utilidade dos recursos por meio da circulação contínua de materiais, da utilização de energias renováveis e da cooperação entre diferentes atores econômicos e sociais. A Ellen MacArthur Foundation (2015) também define a economia circular como um sistema regenerativo baseado na reutilização, remanufatura e recuperação de materiais.

No contexto amazônico, a economia circular apresenta potencial significativo em razão da diversidade biológica da região e da presença de cadeias produtivas relacionadas à sociobiodiversidade. Conforme destacam Leda, Mota e Cereto (2025), produtos como castanha-da-amazônia, cacau, óleos vegetais, fibras naturais e frutos amazônicos podem integrar modelos produtivos sustentáveis orientados pela valorização de recursos regionais, pelo uso eficiente de insumos e pela redução de desperdícios.

Além disso, a adoção de práticas circulares na Amazônia pode contribuir diretamente para a preservação da biodiversidade e para a redução da pressão sobre os recursos naturais. De acordo com Barbieri et al. (2025), a economia circular na região pode favorecer a proteção dos ecossistemas ao reduzir o uso intensivo de recursos pela indústria de transformação, além de estimular a utilização de tecnologias mais limpas e renováveis.

Outro aspecto relevante consiste na possibilidade de articulação entre saberes tradicionais e inovação tecnológica. A economia circular amazônica não se limita apenas à reutilização de materiais, mas também envolve a valorização de conhecimentos locais, técnicas tradicionais e práticas produtivas historicamente desenvolvidas pelas populações amazônicas.

Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável da Amazônia depende da construção de modelos econômicos capazes de integrar conservação ambiental, geração de renda e fortalecimento das comunidades locais.

O debate sobre sustentabilidade na região também envolve questões urbanas e territoriais. Ribeiro, Monteiro e Amaral (2021, apud Barbieri et al., 2025) destacam que a Amazônia pode ser compreendida como uma “floresta urbanizada”, marcada pela coexistência entre áreas naturais e centros urbanos em expansão. Nesse contexto, a sustentabilidade amazônica exige abordagens integradas capazes de conciliar conservação ambiental, desenvolvimento regional e inclusão social.

Entretanto, diversos desafios ainda dificultam a consolidação de modelos circulares na região amazônica. Conforme apontam Hina et al. (2021, apud Barbieri et al., 2025), obstáculos como deficiência de infraestrutura logística, limitações de conectividade digital,

ausência de políticas públicas estruturadas, dificuldades de acesso a mercados, escassez de capacitação técnica e baixa incorporação tecnológica comprometem a implementação de práticas sustentáveis e de economia circular na Amazônia. Apesar dessas limitações, estudos recentes demonstram que a região apresenta condições favoráveis para o fortalecimento de modelos sustentáveis baseados em inovação, bioeconomia e tecnologias aplicadas à rastreabilidade e gestão territorial (Ferreira; Rodrigues, 2025).

### **3. Bioeconomia, Inovação Tecnológica e Cadeias Produtivas Amazônicas**

A bioeconomia amazônica tem sido amplamente discutida como estratégia de desenvolvimento sustentável baseada no uso responsável da biodiversidade regional. Diferentemente de modelos econômicos dependentes da exploração predatória de recursos naturais, a bioeconomia busca promover geração de valor econômico a partir do uso sustentável de ativos biológicos, conhecimentos tradicionais e inovação tecnológica.

Segundo Ferreira e Rodrigues (2025), a bioeconomia amazônica vem se estruturando a partir da adoção de tecnologias emergentes aplicadas às cadeias produtivas da socio-biodiversidade, buscando alinhar conservação ambiental, geração de valor econômico e desenvolvimento social.

Nesse cenário, tecnologias digitais, biotecnologias e sistemas de monitoramento territorial têm desempenhado papel estratégico na modernização de cadeias produtivas amazônicas.

Entre os exemplos destacados por Ferreira e Rodrigues (2025), encontram-se iniciativas voltadas ao processamento sustentável de óleos vegetais, ao aprimoramento da extração artesanal, ao desenvolvimento de embalagens biodegradáveis, à aplicação de tecnologias de rastreabilidade e certificação e ao fortalecimento de cadeias produtivas sustentáveis.

Essas iniciativas demonstram que a inovação tecnológica pode contribuir não apenas para o aumento da eficiência produtiva, mas também para a valorização de produtos regionais e para a ampliação da competitividade de empreendimentos amazônicos.

A incorporação de tecnologias sustentáveis nas cadeias produtivas amazônicas também se relaciona diretamente aos princípios da economia circular. Barbieri et al. (2025) destacam que a adoção de práticas circulares na Amazônia contribui para a preservação da biodiversidade, para o uso mais eficiente dos recursos naturais e para o fortalecimento de modelos produtivos sustentáveis alinhados às demandas contemporâneas de responsabi-

lidade socioambiental. Nesse sentido, inovação tecnológica e sustentabilidade tornam-se elementos complementares na construção de novas dinâmicas econômicas para a região.

Além disso, Leda, Mota e Cereto (2025) ressaltam que iniciativas associadas ao Design Circular vêm ampliando a valorização de produtos naturais amazônicos por meio da integração entre sustentabilidade, inovação e conhecimentos tradicionais. Para os autores, estratégias voltadas ao reaproveitamento de materiais, ao uso eficiente de insumos e ao fortalecimento das cadeias de valor locais podem contribuir para consolidar modelos econômicos mais resilientes e compatíveis com a conservação do ecossistema amazônico.

A atuação da Natura com comunidades agroextrativistas do Baixo Tocantins representa um exemplo prático de bioprospecção e desenvolvimento de fitocosméticos integrado à bioeconomia. Esse caso emblemático, mapeado originalmente por Silva (2020) e revisado por Ferreira e Rodrigues (2025), demonstra como a articulação entre corporações, cooperativas (como a CART e COFRUTA) e universidades fortalece as cadeias locais de valor por meio de tecnologias de rastreabilidade e certificação. Esse tipo de articulação evidencia como a inovação tecnológica pode fortalecer cadeias produtivas sustentáveis e ampliar processos de inclusão social e desenvolvimento regional.

Outro aspecto relevante refere-se à valorização da origem dos produtos amazônicos. O reconhecimento da procedência, associado a mecanismos de certificação e rastreabilidade, tem se tornado elemento estratégico para agregação de valor econômico.

Ainda segundo Ferreira e Rodrigues (2025), o reconhecimento da origem por meio de Documentos de Origem Certificada (DOC), associado à crescente demanda dos consumidores por sustentabilidade, favorece a valorização econômica dos produtos amazônicos e amplia sua inserção em mercados especializados orientados por critérios socioambientais.

Além disso, a inovação tecnológica pode contribuir para a redução de desperdícios e para o uso mais eficiente dos recursos naturais, princípios centrais da economia circular. Entretanto, apesar dos avanços observados, a bioeconomia amazônica ainda enfrenta importantes limitações estruturais.

Grande parte das atividades produtivas da Amazônia ainda opera com tecnologias de baixa ou média complexidade, utilizando processos simples de beneficiamento e agregando reduzido valor econômico aos produtos da biodiversidade (Ferreira; Rodrigues, 2025). Entre os principais desafios para o fortalecimento da bioeconomia amazônica destacam-se a infraestrutura precária de energia e conectividade, as limitações logísticas, a dificuldade de acesso a tecnologias digitais, a baixa integração entre pesquisa científica e produção local e a ausência de investimentos estruturados em inovação. Esses fatores dificultam a consolidação de cadeias produtivas mais sofisticadas e limitam o potencial competitivo da região em mercados globais. Ainda assim, estudos recentes indicam que o

avanço de tecnologias digitais aplicadas à gestão territorial, ao monitoramento ambiental e à rastreabilidade pode representar importante vetor de transformação sustentável para a Amazônia (Ferreira; Rodrigues, 2025; Ferguson et al., 2020).

## **4. Tecnologias de Rastreabilidade e Transparência nas Cadeias Produtivas**

As tecnologias de rastreabilidade vêm ganhando relevância no contexto das cadeias produtivas amazônicas em razão da crescente demanda por transparência, sustentabilidade e controle de origem dos produtos (Ferguson et al., 2020; Ferreira; Rodrigues, 2025).

Nas cadeias produtivas, a rastreabilidade está associada à capacidade de acompanhar informações relacionadas à origem, ao processamento, ao transporte e à comercialização dos produtos ao longo de sua trajetória produtiva (Ferguson et al., 2020; Spinelli-Araujo et al., 2024). Na Amazônia, esses mecanismos tornam-se particularmente relevantes diante dos desafios relacionados ao desmatamento ilegal, à exploração irregular de recursos naturais e à necessidade de fortalecimento da governança ambiental (Ferguson et al., 2020).

Conforme destacado pelo Instituto Igarapé, soluções tecnológicas de rastreabilidade podem contribuir para ampliar a transparência das cadeias de suprimentos amazônicas, reduzir riscos associados à ilegalidade e fortalecer mecanismos de monitoramento ambiental (Ferguson et al., 2020).

Além disso, consumidores, investidores e mercados internacionais vêm exigindo cada vez mais informações relacionadas à origem e à sustentabilidade dos produtos comercializados. Nesse contexto, tecnologias digitais tornam-se ferramentas estratégicas para assegurar maior confiabilidade, transparência e integridade às informações associadas às cadeias produtivas amazônicas (Ferguson et al., 2020; Ferreira; Rodrigues, 2025).

Conforme destacam Ferguson et al. (2020), Ferreira e Rodrigues (2025) e Spinelli-Araújo et al. (2024), o fortalecimento da rastreabilidade nas cadeias produtivas amazônicas tem sido impulsionado pela adoção de diferentes tecnologias digitais voltadas ao monitoramento, registro, certificação e gerenciamento de informações ao longo de todo o ciclo produtivo. Entre as principais soluções empregadas destacam-se o *blockchain*, o sensoriamento remoto, os sistemas geoespaciais e as plataformas digitais de gestão de dados.

### **4.1 Blockchain**

O *blockchain* tem sido apontado como uma das tecnologias mais promissoras para a rastreabilidade de cadeias produtivas sustentáveis.

Conforme apontado por Ferreira e Rodrigues (2025), a aplicação do *blockchain* na cadeia produtiva do cacau, analisada originalmente por Tejos et al. (2022), demonstrou ser uma solução viável para assegurar a transparência de origem. Essa tecnologia de registro digital descentralizado e criptografado baseia-se em conceitos estruturais de imutabilidade discutidos por Babich e Hilary (2020), permitindo o compartilhamento seguro de dados entre atores de uma mesma cadeia. Complementarmente, Ferguson et al. (2020), em análise estratégica para o Instituto Igarapé, destacam o potencial do *blockchain* para mitigar riscos de fraudes e lavagem de ativos nas cadeias da soja, pecuária e madeira — *commodities* diretamente associadas ao risco de desmatamento na Amazônia —, viabilizando o registro imutável de transações da granja ao atacadista.

Além de reduzir riscos de fraude e adulteração de informações, o *blockchain* pode ampliar a credibilidade de produtos sustentáveis em mercados internacionais.

## **4.2 Sensoriamento remoto e monitoramento territorial**

O sensoriamento remoto também desempenha papel relevante na gestão sustentável de recursos naturais amazônicos.

Conforme descrito por Ferreira e Rodrigues (2025), essas tecnologias vêm sendo utilizadas para monitorar mudanças climáticas, acompanhar transformações nos ecossistemas e apoiar o planejamento territorial sustentável.

Sistemas de monitoramento em tempo real permitem acompanhar áreas de produção, identificar desmatamentos, monitorar práticas de manejo, verificar conformidade ambiental e apoiar órgãos de fiscalização.

A Embrapa (2024) destaca que o uso de dados em tempo real pode auxiliar tanto produtores quanto instituições públicas na gestão mais eficiente dos territórios amazônicos.

Ao possibilitar a obtenção de informações georreferenciadas em tempo real, o sensoriamento remoto fortalece os processos de rastreabilidade ao permitir a verificação contínua das condições ambientais e das áreas de produção. Dessa forma, a tecnologia contribui para aumentar a confiabilidade das informações registradas ao longo da cadeia produtiva e para subsidiar ações de monitoramento e fiscalização ambiental (Ferreira; Rodrigues, 2025)

## **4.3 sistemas geoespaciais e plataformas digitais**

Ferramentas geoespaciais também têm ampliado a capacidade de monitoramento e gestão de cadeias produtivas amazônicas.

O estudo sobre o sistema AgroTag aplicado à cadeia da castanha-da-amazônia demonstra como plataformas digitais podem fortalecer processos de rastreabilidade e gestão territorial.

Segundo Spinelli-Araújo et al. (2024), a sistematização e rastreabilidade das informações possibilitam o acompanhamento contínuo das áreas produtivas, permitindo verificar práticas de manejo, sustentabilidade das regiões manejadas e consistência dos dados registrados.

O uso integrado de sistemas geoespaciais e aplicativos móveis amplia o potencial de construção de redes colaborativas na região. Na cadeia da castanha-da-amazônia, por exemplo, o monitoramento via AgroTag atua em conjunto com a tecnologia analítica de espectroscopia de reflectância (que avalia quimicamente as amostras via radiação eletromagnética), permitindo cruzar dados geoespaciais de origem a laudos de sanidade que atestam a ausência de aflatoxinas no produto.

Além disso, essas tecnologias podem reduzir custos operacionais, aumentar a eficiência de processos e fortalecer mecanismos de certificação e controle de origem.

Nesse sentido, iniciativas como o AgroTag evidenciam o potencial das plataformas digitais para integrar informações geoespaciais, dados de campo e mecanismos de certificação, fortalecendo a rastreabilidade de produtos da sociobiodiversidade amazônica e ampliando a transparência das cadeias produtivas (Spinelli-Araújo et al., 2024).

## **5. Design Circular, Valorização de Produtos Naturais e Sustentabilidade**

O design circular (DC) representa uma importante dimensão da economia circular aplicada à valorização de produtos naturais amazônicos. Conforme destacam Leda, Mota e Cereto (2025), o Design Circular propõe repensar a forma como os produtos são concebidos, produzidos e consumidos, adotando estratégias voltadas à redução de desperdícios, ao prolongamento da vida útil dos produtos e ao uso mais eficiente dos recursos disponíveis. No contexto amazônico, essa abordagem apresenta potencial significativo para fortalecer cadeias produtivas sustentáveis e promover a valorização dos recursos naturais regionais.

A aplicação dos princípios do ecodesign permite o desenvolvimento de produtos com menor impacto ambiental, estimulando o reaproveitamento de materiais, a utilização de insumos renováveis, a redução da geração de resíduos e a valorização de matérias-primas locais. Além dos benefícios ambientais, tais práticas contribuem para o fortalecimento da identidade territorial dos produtos amazônicos e para a agregação de valor às cadeias produtivas vinculadas à sociobiodiversidade (Leda; Mota; Cereto, 2025).

Nesse contexto, o design circular também se destaca por sua capacidade de integrar inovação, sustentabilidade e conhecimentos tradicionais. Ainda de acordo com Leda, Mota e Cereto (2025), essa abordagem pode consolidar-se como instrumento de transformação econômica e social, promovendo modelos produtivos capazes de respeitar e valorizar a sociobiodiversidade amazônica. Dessa forma, a articulação entre design, inovação e sustentabilidade contribui para a construção de cadeias produtivas mais resilientes e alinhadas às crescentes demandas por responsabilidade socioambiental.

Outro aspecto relevante refere-se à ampliação da presença digital e ao uso do comércio eletrônico como estratégias de fortalecimento das cadeias produtivas amazônicas. O fortalecimento das cadeias de valor por meio de plataformas digitais pode ampliar a visibilidade dos produtos amazônicos nos mercados nacional e internacional, potencializando sua competitividade e ampliando oportunidades de inserção comercial. Essa integração entre inovação tecnológica, design e sustentabilidade reforça o papel da economia circular como instrumento de desenvolvimento regional sustentável.

Entretanto, a consolidação dessas iniciativas ainda depende da superação de desafios estruturais relacionados à infraestrutura, ao acesso a financiamento, à conectividade digital e à formulação de políticas públicas capazes de estimular a inovação e fortalecer modelos produtivos sustentáveis na Amazônia (Leda; Mota; Cereto, 2025; Barbieri et al., 2025).

## **6. Desafios Estruturais para a Inovação Sustentável na Amazônia**

Apesar do potencial da bioeconomia e das tecnologias aplicadas à rastreabilidade, a implementação de modelos sustentáveis na Amazônia ainda enfrenta obstáculos significativos. Entre os principais desafios destaca-se a precariedade da infraestrutura disponível em grande parte do território amazônico. Conforme apontam Silva, Artaxo e Vital (2023, apud Ferreira; Rodrigues, 2025), as limitações de infraestrutura energética e conectividade digital na Amazônia comprometem o funcionamento estável e contínuo de ferramentas avançadas como o blockchain, a Internet das Coisas (IoT) e os gêmeos digitais, que dependem da coleta e do processamento de dados em nuvem em tempo real.

Outro desafio relevante refere-se à baixa capacitação técnica e às dificuldades de acesso à inovação por parte de pequenos produtores e comunidades locais. A implementação de tecnologias voltadas à rastreabilidade e ao monitoramento das cadeias produtivas demanda treinamento especializado, acesso a equipamentos adequados, suporte institucional e maior integração entre pesquisa científica e produção regional. Nesse contexto,

Ferreira e Rodrigues (2025) destacam que grande parte das atividades produtivas amazônicas ainda opera com reduzido nível de agregação tecnológica, baseando-se predominantemente em processos simples de beneficiamento e agregando baixo valor econômico aos produtos da biodiversidade.

Além das limitações tecnológicas e estruturais, questões regulatórias e institucionais também representam desafios importantes para a consolidação de modelos produtivos sustentáveis. De acordo com Barbieri et al. (2025), o avanço da economia circular na Amazônia depende da formulação de políticas públicas capazes de estimular práticas sustentáveis, fortalecer mecanismos de governança e ampliar incentivos à inovação. A ausência de marcos regulatórios integrados pode dificultar processos de certificação, padronização de informações, integração de sistemas e acesso a mecanismos de financiamento, limitando a expansão de cadeias produtivas sustentáveis.

Outro fator crítico refere-se à pressão exercida por atividades ilegais sobre os recursos naturais amazônicos. Conforme destaca Ferguson et al. (2020), cadeias produtivas associadas ao desmatamento ilegal e à exploração irregular de recursos naturais comprometem os esforços de sustentabilidade e dificultam o fortalecimento de mercados orientados por critérios socioambientais. Nesse cenário, as tecnologias de rastreabilidade assumem papel estratégico ao ampliar a transparência das cadeias produtivas e fortalecer mecanismos de monitoramento e governança territorial.

Contudo, a efetividade dessas soluções depende da articulação entre diferentes atores sociais, institucionais e econômicos. A construção de modelos sustentáveis para a Amazônia exige a integração entre governos, universidades, empresas, organizações da sociedade civil, comunidades locais e instituições de pesquisa, além da ampliação dos investimentos em ciência, tecnologia e inovação voltados às especificidades territoriais da região. Somente por meio dessa abordagem integrada será possível consolidar cadeias produtivas mais resilientes, competitivas e alinhadas aos princípios da sustentabilidade e da economia circular (Barbieri et al., 2025; Ferreira; Rodrigues, 2025).

## **7. Perspectivas para a Economia Circular Amazônica**

As transformações associadas à economia circular e à inovação tecnológica apontam novas perspectivas para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. A crescente valorização de produtos sustentáveis em mercados nacionais e internacionais, associada à expansão das tecnologias digitais e dos mecanismos de rastreabilidade, tende a favorecer o fortalecimento de cadeias produtivas baseadas na sociobiodiversidade e na bioeconomia regional (Ferreira; Rodrigues, 2025; Ferguson et al., 2020).

Além disso, a integração entre conhecimentos tradicionais e tecnologias contemporâneas cria oportunidades para a construção de modelos produtivos mais inclusivos, resilientes e sustentáveis. Nesse contexto, as tecnologias de rastreabilidade apresentam potencial para fortalecer a governança ambiental, ampliar a transparência das cadeias produtivas, reduzir assimetrias de informação e agregar valor econômico aos produtos amazônicos, aumentando a confiança entre produtores, consumidores, investidores e demais atores envolvidos nas cadeias de valor (Ferguson et al., 2020; Spinelli-Araújo et al., 2024).

Paralelamente, iniciativas associadas ao design circular e à bioeconomia demonstram que a inovação sustentável pode contribuir para a geração de renda, a valorização dos recursos naturais regionais e o fortalecimento das identidades territoriais, sem comprometer a conservação ambiental. Conforme destacam Leda, Mota e Cereto (2025), a integração entre design, inovação e sustentabilidade representa uma oportunidade para promover novas formas de desenvolvimento capazes de conciliar competitividade econômica e preservação da sociobiodiversidade amazônica.

Entretanto, a consolidação dessas perspectivas depende da superação de desafios históricos relacionados à infraestrutura, à desigualdade regional, à conectividade digital e ao acesso à inovação. Nesse sentido, torna-se fundamental fortalecer políticas públicas voltadas ao incentivo à inovação sustentável, ampliar investimentos em ciência e tecnologia, promover a inclusão digital, apoiar cadeias produtivas locais e estimular mecanismos de cooperação entre governos, universidades, empresas e comunidades (Barbieri et al., 2025; Ferreira; Rodrigues, 2025).

Dessa forma, a economia circular amazônica não deve ser compreendida apenas como uma alternativa econômica, mas como uma estratégia integrada de desenvolvimento territorial sustentável. A construção desse modelo exige a articulação entre sustentabilidade ambiental, inovação tecnológica, inclusão social e valorização da biodiversidade, de modo a criar condições para um desenvolvimento regional capaz de gerar prosperidade econômica sem comprometer os ativos ambientais que sustentam a própria dinâmica da Amazônia (Barbieri et al., 2025).

## **8. Considerações Finais**

A economia circular tem se consolidado como uma importante alternativa para a construção de modelos produtivos mais sustentáveis na Amazônia, especialmente diante dos desafios ambientais, sociais e econômicos que caracterizam a região. Ao propor o uso eficiente dos recursos naturais, a redução de desperdícios e a valorização dos ciclos produtivos, essa abordagem oferece novas possibilidades para conciliar desenvolvimento econômico, conservação ambiental e inclusão social.

A análise realizada ao longo deste capítulo demonstrou que as tecnologias de rastreabilidade desempenham papel estratégico nesse processo, atuando como vetores de inovação sustentável. Ferramentas como *blockchain*, sensoriamento remoto, sistemas geoespaciais e plataformas digitais ampliam a capacidade de monitoramento, certificação e transparência das cadeias produtivas amazônicas, contribuindo para o fortalecimento da governança territorial, para a valorização da sociobiodiversidade e para a ampliação da competitividade dos produtos regionais em mercados cada vez mais orientados por critérios socioambientais.

Os estudos analisados também evidenciam que a integração entre inovação tecnológica, bioeconomia e economia circular pode fortalecer cadeias produtivas mais resilientes, inclusivas e alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável. Além de favorecer a agregação de valor econômico aos recursos da biodiversidade amazônica, essas iniciativas contribuem para ampliar a confiança entre produtores, consumidores, investidores e demais atores envolvidos nas cadeias de valor.

Entretanto, a consolidação desse cenário ainda depende da superação de desafios estruturais relacionados à infraestrutura, à conectividade digital, à capacitação técnica e ao fortalecimento de políticas públicas voltadas à inovação sustentável. Da mesma forma, torna-se fundamental ampliar a articulação entre governos, instituições de pesquisa, universidades, empresas e comunidades locais, de modo a criar ambientes favoráveis à difusão tecnológica e ao desenvolvimento de soluções compatíveis com as especificidades territoriais da Amazônia.

Conclui-se, portanto, que as tecnologias de rastreabilidade possuem potencial significativo para apoiar a transição para modelos econômicos mais sustentáveis na região amazônica. Mais do que instrumentos de controle e monitoramento, essas tecnologias configuram-se como mecanismos capazes de promover transparência, gerar valor econômico, fortalecer a governança ambiental e impulsionar processos de inovação orientados pela sustentabilidade. Nesse sentido, sua integração aos princípios da economia circular representa uma oportunidade estratégica para o desenvolvimento de negócios verdes e para a construção de um futuro mais sustentável para a Amazônia.

## Referências Bibliográficas

BARBIERI, L. A.; COHEN, M.; MANNARELLI FILHO, T.; ZAVATTI, W. Y. Y.; RODRIGUES, M. C. M.; ÁVILA, L. V. Repensando recursos e sustentabilidade: a economia circular na Amazônia Ocidental. **Journal of Media Critiques**, v. 11, n. 28, p. 1–22, 2025.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy: economic and business rationale for an accelerated transition**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Governança territorial e inovação digital: o uso de dados em tempo real no monitoramento e gestão de biomas**. Brasília, DF: Embrapa, 2024.

FERGUSON, B.; SEKULA, J.; SZABÓ, I. **Soluções tecnológicas para a rastreabilidade da cadeia de suprimentos na Amazônia brasileira: oportunidades para o setor financeiro**. Rio de Janeiro: Instituto Igarapé, 2020.

FERREIRA, D. L.; RODRIGUES, L. C. **Tecnologias para a bioeconomia amazônica: soluções inovadoras para o desenvolvimento sustentável na floresta**. Itacoatiara, AM: Centro de Estudos Superiores de Itacoatiara, Universidade do Estado do Amazonas (UEA), 2025.

KORHONEN, J. et al. Circular economy as an essentially contested concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 175, p. 37–46, 2018.

LEDA, G. O.; MOTA, S. C.; CERETO, M. P. Design circular na Amazônia e a valorização de produtos naturais regionais. **Arcos Design**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 337–356, jul. 2025.

RIBEIRO, H.; MONTEIRO, M.; AMARAL, R. Urbanização e sustentabilidade na Amazônia: dinâmicas de uma floresta urbanizada. **Novos Cadernos NAEA**, v. 24, n. 1, 2021.

SANTOS, D. M. A.; VIANA, W. C. (org.). **Economia circular: princípios e práticas para a sustentabilidade**. Guarujá, SP: Editora Científica Digital, 2025.

SILVA, S. P. A experiência da Natura com cadeias produtivas da sociobiodiversidade na Amazônia. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, DF, v. 11, n. 2, p. 123–137, 2020.

SPINELLI-ARAUJO, L.; COSTA, P.; VICENTE, L. E. Rastreabilidade da castanha-da-amazônia: experiências e oportunidades com tecnologias móveis e redes colaborativas na Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SELPER, 21., 2024, Belém. **Anais [...]**. Belém: SELPER, 2024.

