

1. Introdução

As florestas ocupam um lugar especial no imaginário cultural do pensamento ocidental, sobretudo devido ao papel que lhes é atribuído diante das crises ecológicas, que têm assombrado a humanidade ao longo da modernidade (Harrison 1992). As “florestas” são, evidentemente, muitas coisas, e cada floresta em particular pode dar origem a projeções individuais de ideais, imagens ou conflitos relacionados a dilemas ecológicos, assim como diferentes culturas ou infraestruturas sociotécnicas podem enxergar as florestas de maneiras específicas (Gabrys 2020).

Neste artigo, discutimos o espaço particular ocupado pela Amazônia nos imaginários tecnocientíficos de biólogos brasileiros e das indústrias de tecnologia, bem como a forma como suas relações com a região são orquestradas pela dupla preocupação entre conservação e extração de recursos. Por um lado, a Amazônia é percebida como um espaço intocado que demanda proteção por si só, devido a narrativas sobre seu valor seja como um *hotspot* de biodiversidade, seja como “o pulmão do mundo” (Davidov 2013). Por outro lado, ela é percebida como um local de recursos (naturais) quase infinitos que podem ser explorados ou extraídos, de forma sustentável ou não, em benefício de uma economia nacional.

Essa dupla preocupação dominou a forma como a Amazônia foi vista e tratada historicamente no Brasil, contudo, isso se tornou ainda mais evidente no atual cenário global de crises, em que as abordagens tecnocientíficas contemporâneas direcionadas à Amazônia são dominadas pelo que chamamos de “tecnociência de salvamento”. Os proponentes de tais abordagens não apenas sustentam que podem conciliar as duas preocupações de proteção e lucro, mas argumentam que a primeira depende diretamente da viabilização da segunda.

Por “tecnociência”, referimo-nos a uma orientação científica que atribui especial importância ao desenvolvimento da tecnologia (Hottois 1984) e ao papel da ciência em intervir nos chamados problemas do mundo real por meio do emprego de aplicações tecnológicas (Nordmann 2011: 26). Por essa e outras razões, as abordagens tecnocientíficas voltadas ao mundo não são desprovidas de dimensões ontológicas, epistemológicas e político-éticas (Bensaude-Vincent; Loeve 2018). Essas dimensões são reconhecíveis

nas diferentes iniciativas que analisamos neste artigo. Como tais, elas configuram um ponto de partida adequado para investigar como as iniciativas tecnocientíficas desempenham um papel na busca capitalista pela sustentabilidade florestal e para examinar as transformações nos imaginários sobre as florestas de maneira mais ampla.

A nossa associação entre tecnociência e a noção de “salvamento” contribui para destacar a ambivalência da relação entre tecnociência e capitalismo, ao fundir dois significados. O primeiro significado concerne ao modo como as iniciativas tecnocientíficas investigadas visam salvar e conservar entidades à beira da extinção. O segundo significado refere-se ao impulso de capturar aquilo que se pretende conservar e incluí-lo em um modo capitalista de produção, circulação e consumo. O primeiro significado alinha-se, a título de exemplo, às intenções subjacentes às iniciativas históricas da antropologia de salvamento, cujo propósito consistia em salvaguardar culturas em vias de desaparecimento (Redman 2021). O segundo sentido baseia-se na discussão do que Anna Tsing (2015) chama de acumulação por salvamento – uma referência aos modos de extração que emergem nas margens do sistema capitalista contemporâneo.

Argumentamos que as soluções “sustentáveis” contemporâneas para a Amazônia estendem essa ambivalência em relação à floresta por meio de práticas e tecnologias visando “salvar” urgentemente a floresta tropical. Isso é feito nos termos de uma economia capitalista impulsionada por avanços tecnocientíficos. Legitimada por abordagens como a biomimética ou o biomimetismo¹, e por ideais de inovação promovidos por empreendedores inspirados no Vale do Silício, a tecnociência de salvamento encarna a esperança de se alcançar uma extração ilimitada de valor digital a partir de recursos naturais finitos, ao mesmo tempo em que atende aos objetivos de desenvolvimento sustentável (Davidov 2019). Embora demonstremos que as iniciativas tecnocientíficas voltadas a encontrar um equilíbrio entre conservar ou, inversamente, extrair valor da Floresta Amazônica não são, em si, novas, defendemos que o termo *tecnociência de salvamento* captura as ambiguidades das recentes iniciativas baseadas em tecnologia, nas quais a conservação é viabilizada por meio dos negócios. Os dois significados de salvamento capturam os esforços, por vezes bem-intencionados, de preservação ou conservação à medida que ocorrem por meio da coleta, do registro e do rearranjo do valor dos recursos da natureza, o que permite que aquilo que é coletado e registrado seja comoditizado. A tecnociência de salvamento apenas considera a conservação ou preservação de uma floresta como realista se ela disponibilizar os recursos

1 O termo biomimética foi cunhado pelo biofísico Otto Schmitt para designar o estudo da formação, estrutura ou funções de substâncias ou processos biológicos, e a transferência ou emulação de ideias e análogos da biologia para a tecnologia (Vincent *et al.* 2006: 471). O biomimetismo é uma abordagem mais recente, baseada no *design*, decorrente da biomimética (Fadok 2021). Retornaremos a essas abordagens em uma seção posterior.

da floresta para os mercados. Isso acentua a retórica do capitalismo neoliberal, que retrata cada iniciativa não apenas como uma relação de “ganha-ganha”, mas como provedora de “múltiplos ganhos”, em que se assume que todos saem beneficiados – incluindo investidores corporativos, a biodiversidade, cientistas, diferentes esferas governamentais e os povos indígenas (Igoe; Brockington 2007: 435).

Neste artigo, primeiro delineamos com mais detalhes as dimensões que caracterizam a tecnociência e o duplo significado da noção de salvamento; em seguida, apresentamos uma iniciativa liderada por cientistas brasileiros chamada Amazônia 4.0, que visa implementar o que afirma ser um novo projeto de desenvolvimento sustentável para a região amazônica. Por fim, colocamos a iniciativa Amazônia 4.0 em perspectiva, fazendo referência a (a) formas históricas de conservação e extração na Amazônia e (b) a uma iniciativa brasileira contemporânea de *blockchain* chamada *Moss.Earth*. O que há de novo nessas iniciativas é o tipo de “objeto” ou “valor” que pretendem extrair da floresta e como essa extração é viabilizada por avanços tecnológicos. O fato de as iniciativas que estudamos ainda estarem em estágios iniciais de desenvolvimento do projeto dificulta a avaliação de seus impactos sociais e econômicos “na prática” (*on the ground*). Portanto, nós as analisamos em relação ao que pretendem alcançar, destacando principalmente as maneiras pelas quais conectam retoricamente ideais econômicos com preocupações ecológicas. Sendo assim, nossa intenção não é avaliar os efeitos práticos das abordagens em questão, mas situá-las dentro do contexto histórico e ideológico da expansão tecnocientífica e capitalista na Floresta Amazônica.

2. As dimensões da tecnociência

Filósofos da ciência e acadêmicos dos estudos de ciência e tecnologia há muito discutem o significado e a relevância do termo tecnociência (Channell 2017; Hottois 1979, 1984; Latour 1987). A fim de enquadrar as iniciativas que analisamos, seguimos a linha de autores que se referem à tecnociência como um campo de práticas com características distintas (Bensaude-Vincent; Loeve 2018; Nordmann 2011). A tecnociência por vezes tem sido definida como os contextos tecnológicos e sociais da conduta da ciência. Optamos, em vez disso, por apontar para o entrelaçamento da ciência, enquanto práticas de conhecimento interessadas em compreender as leis e os fatos da natureza, e da tecnologia, como o desenvolvimento prático de técnicas e objetos (Channell 2017). Como uma conjunção das palavras ciência e tecnologia, a tecnociência denota, nesta perspectiva, um esmaecimento das fronteiras que convencionalmente são vistas como separando as duas (Channell 2017: 1-22). Esse esmaecimento tornou-se particularmente evidente com o surgimento de áreas como a biotecnologia e a produção científica voltada para, e financiada por, mercados, em que tem havido um espaço florescente para

empreendedores que utilizam a ciência e a tecnologia para fins capitalistas de obtenção de lucro (Birch 2020; Carrier; Nordmann 2010).

Consequentemente, adotamos de Bensaude-Vincent e Loeve (2018) o foco nos ideais embutidos na tecnociência, os quais contrastam com a ciência por meio de três dimensões: ontológica, epistemológica e político-ética. *Ontologicamente*, os objetos – como células, neurônios ou moléculas – não são considerados na tecnociência “a distância”, como o são pelo cientista que tenta compreendê-los e as leis que os guiam. Em vez disso, os objetos são considerados na tecnociência por suas disposições e por aquilo que podem fazer. O cientista manipula os objetos ou faz engenharia reversa de seu potencial para fins específicos (Bensaude-Vincent; Loeve, 2018: 176-178). *Epistemologicamente*, a pesquisa tecnocientífica está mais interessada em projetar ou reaproveitar do que em compreender as leis naturais por meio de testes de hipóteses (ex.: biologia sintética). A tecnociência, assim, acaba por destacar a própria natureza como uma *designer* potente, tentando usar a própria natureza como um ponto de partida para a invenção ou para a reengenharia. É nesse contexto que emergem práticas como, por exemplo, o biomimetismo (Bensaude-Vincent; Loeve 2018: 172-174). *Política e eticamente*, é parte integrante da agenda da tecnociência que sua produção seja guiada por valores, econômicos ou éticos, o que representa uma “mudança em relação à autoimagem modernista da ciência como neutra em termos de valores” (Bensaude-Vincent; Loeve 2018: 178). Essas três dimensões se aplicam a todas as iniciativas que analisamos. A importância, por exemplo, de produzir ciência com um propósito tanto econômico quanto ético, como salvar a Floresta Amazônica, está no centro tanto da Amazônia 4.0 quanto da *Moss.Earth*. Seu objetivo principal é buscar modelos de desenvolvimento econômico disruptivos e cientificamente embasados, viabilizados por aplicações tecnológicas que possam, em última análise, revelar como a floresta possui um valor econômico que vale a pena proteger e extrair.

3. Significados de salvamento – do capitalismo colonial ao tecnocientífico

Produzir ciência e tecnologia com propósitos econômicos e político-éticos pode ser repleto de dificuldades sociais. Hoje, o próprio sistema econômico do capitalismo está se tornando cada vez mais organizado ou configurado por meio de tecnologias digitais e da tecnociência de maneira mais geral (Birch 2020; Suarez-Villa 2009). Por essa razão, consideramos importante reiterar como a produção de valor para os mercados não é conduzida unicamente pelos avanços tecnocientíficos nos centros da economia global por meio de novas formas de rentismo e de “assetização” *de e por meio de* dados (Birch; Muniesa 2020). Como demonstrado por Tsing (2015) e outros, o capitalismo ainda depende de relações de “salvamento” com as margens, não importando se essas relações são dominadas por extração ou

conservação. Essa extração, contudo, não se dá mais apenas sobre objetos físicos. Ela está cada vez mais entrelaçada com recursos intangíveis e frequentemente datafificados, sujeitos a direitos de propriedade intelectual.

É para destacar essa complexidade que nos referimos ao conceito de salvamento. Ele possui uma longa e importante história na antropologia, em que exemplifica os dilemas ideológicos, morais e políticos envolvidos na prática da ciência (social) em prol da preservação de condições de vida passadas ou presentes. Embora predominantemente atrelado ao legado colonial da antropologia, fazer referência a essa tradição destaca muitos dos dilemas presentes nas abordagens tecnocientíficas contemporâneas direcionadas à Amazônia. O paralelo mais básico é que “se a mudança era o preço inevitável do progresso humano, alguns pensadores se perguntavam se esse custo poderia ser mitigado pela preservação de elementos das culturas ameaçadas a caminho da extinção” (Redman 2021: 2). Samuel Redman (2021) discutiu como a antropologia de salvamento foi, por vezes, um projeto científico massivo impulsionado pelo anseio e pela sensação de necessidade de conservar, proteger e resgatar algo (tangível ou intangível) antes que desaparecesse para sempre. Esse projeto realizava-se por meio da estabilização de um objeto (ex.: o patrimônio cultural de “povos primitivos”) em meio a um cenário de rápida transformação (capitalista), do qual esse objeto era compartimentado. A antropologia de salvamento baseava-se em atitudes paternalistas, coloniais ou imperiais em relação àquilo que precisava ser salvo e, especialmente, em relação àqueles de quem (ou para quem) as coisas precisavam ser salvas. Não se tratava de resgatar vidas humanas como indivíduos dotados de emoções, sentimentos e anseios – por vezes, o de abandonar seus antigos modos de vida –, mas sim de resgatar aquilo que possuíam: as capacidades ou propriedades vistas como “exóticas” pelo agente do salvamento.

Há, no entanto, um segundo significado de salvamento, que o trabalho de Tsing (2015) tornou evidente na antropologia e em disciplinas correlatas. Tsing utiliza a coleta, o comércio e o consumo de cogumelos *matsutake* para explorar questões políticas, econômicas e sociais mais amplas que caracterizam o capitalismo contemporâneo. A produção capitalista, argumenta ela, não ocorre apenas sob o controle capitalista. Mesmo os recursos que são essenciais para o trabalho fabril são extraídos de áreas delimitadas ou habitats situados fora do capitalismo (ex.: de bens comuns). O uso que ela faz do termo “acumulação por salvamento” caracteriza esses processos de inclusão nas cadeias de suprimentos capitalistas e, ao mesmo tempo, alude à relação histórica entre o colonialismo e o capitalismo. Esse uso do termo salvamento aqui ajuda a enxergar a natureza ou o meio ambiente como fontes de acumulação, inclusive

identificando valor em ambientes que foram arruinados ou degradados a partir de estados anteriores “originais” ou “intocados”.

A combinação dos dois conceitos, salvamento e tecnociência, permite-nos enfatizar como a tecnociência está envolvida tanto em intervenções no mundo natural e em configurações da natureza, quanto como ela está implicada nas relações sociais e nas questões político-éticas envolvidas em equilibrar ou combinar conservação e extração. É por essas razões que propomos a *tecnociência de salvamento* como um conceito que pode nos ajudar a focar no papel desempenhado pelos esforços conjuntos e pela expertise das biociências e das indústrias de tecnologia para salvar a Amazônia, por meio de abordagens que combinam a conservação com a possibilidade de explorar e extrair recursos da floresta. Nosso argumento aqui se assemelha a análises sobre “conservação neoliberal”, com seu foco em situar as políticas de conservação em um contexto mais amplo de mudanças sociais e econômicas. Estas envolvem a comoditização de recursos naturais e uma reterritorialização da terra impulsionada, em parte, por novos tipos de parcerias entre Estados, ONGs e corporações privadas (Igoe; Brockington 2007; MacDonald 2008). Nosso argumento também se assemelha ao de Alice Kelly (2011), que demonstrou como a conservação pode ser configurada como acumulação primitiva, da mesma forma que dialogamos com o debate mais amplo sobre a “apropriação verde” (Fairhead *et al.* 2012). Contribuímos para essas discussões ao argumentar que a tecnociência está envolvida na expansão dos processos capitalistas de conservação para além da proteção de florestas – que as transformam em áreas cercadas. A tecnociência de salvamento reconfigura potencialmente a floresta ontológica e epistemologicamente. Essa é uma implicação da identificação de novas mercadorias da biociência e da extração desses e de outros valores a partir de formas de vida florestais, ocorrendo em paralelo às – e como uma condição para as – iniciativas de conservação.

4. Mobilizando a tecnociência para o salvamento da Floresta Amazônica

Nossa atenção para as diferentes maneiras de enxergar a Amazônia sob a ótica do “salvamento” foi despertada por uma iniciativa liderada por Carlos Nobre, um renomado cientista climático brasileiro. Denominada “Amazônia 4.0”, a iniciativa visa mobilizar tecnologias da quarta revolução industrial² (daí o 4.0) para desenvolver uma “terceira via” de uso da terra na Amazônia. O modelo de terceira via proposto de uso da terra (e as duas vias contrastantes que a antecederam) é descrito em um artigo fundamental de Nobre e seu irmão (Nobre; Nobre 2018). Eles descrevem a primeira via de uso da terra

2 Um termo utilizado como caracterização do rápido desenvolvimento tecnológico contemporâneo que foi popularizado, entre outros, pelo fundador do Fórum Econômico Mundial, Klaus Schwab (2016).

como aquela definida pela disseminação de áreas oficialmente protegidas, e a segunda como aquela baseada na exploração intensiva de recursos (Nobre; Nobre 2018: 185). A primeira via não levaria em consideração a necessidade de desenvolver economicamente a região amazônica, o que, segundo eles, beneficiaria suas populações, ao passo que a segunda via alcançou o desenvolvimento econômico nacional para uma minoria por meio da destruição da floresta. A “terceira via” proposta pela Amazônia 4.0 estaria, em contraste com as duas anteriores, ancorada em uma bioeconomia inovadora e baseada no conhecimento, destinada a gerar valor a partir da floresta ao mesmo tempo em que a mantém de pé.

Nossa intenção original era realizar um trabalho etnográfico com a Amazônia 4.0 e outras iniciativas de tecnociência de salvamento, mas rapidamente percebemos que a conservação era uma questão controversa no Brasil durante o governo de Jair Bolsonaro³ e, além disso, a pandemia da COVID-19 fez com que grande parte da coleta de dados passasse a depender de fontes *digitais*. Isso incluiu a realização de entrevistas via *Skype*, *Zoom* ou *MS Teams* e a observação participante em oficinas virtuais ou *webinars* realizados via *Zoom*, em vez de comparecer a reuniões e oficinas fisicamente. Alguns, mas não todos, desses *webinars* foram gravados e estão acessíveis nos sites das organizações em questão. Somado a isso, há muitas informações disponíveis publicamente, especialmente sobre a iniciativa Amazônia 4.0, que tem sido promovida tanto por meio de publicações próprias quanto pela atenção da mídia. Para contextualizar ainda mais as iniciativas contemporâneas, também rastreamos algumas das referências históricas implícitas feitas pelos atores tecnocientíficos em questão. Isso serviu tanto para avaliar (ou criticar) as alegações de novidade de suas abordagens quanto para compreender as trajetórias das diferentes ideias de floresta que estavam fundamentando suas perspectivas. Essas perspectivas incluíam ideias sobre o que ameaçava a floresta (ou o Brasil como nação), sobre o que gerava a necessidade de urgência implícita nas abordagens de salvamento, e por que a Floresta Amazônica era considerada tão valiosa, em primeiro lugar (e para o que e para quem). Prestar atenção às perspectivas históricas, às quais retornaremos adiante, também nos permitiu avaliar como as ideias de salvamento estiveram embutidas em vários ideais tecnocientíficos históricos relacionados aos diferentes valores da floresta, seja como floresta em si, seja como algo que ela de alguma forma “continha” (madeira, terra arável, informação genética, biodiversidade etc.).

Aprofundando-nos na iniciativa Amazônia 4.0, aprendemos que sua abordagem em campo visa criar laboratórios móveis e centros de capacitação que funcionarão como “minifábricas no coração da floresta

3 Consequentemente, mantemos deliberadamente anônimos os nomes de alguns atores para protegê-los no que alguns consideram uma atmosfera tensa, conflituosa e de alto risco.

para transformar matéria-prima biológica em produtos de maior valor agregado” (*The Rio Times* 2021). Isso geraria renda para as comunidades amazônicas nas quais eles forem instalados.

Essas minifábricas também são chamadas de “Laboratórios Criativos” e consistem em uma estrutura em formato de cúpula que contém todo o maquinário necessário para processar produtos locais da Amazônia. O Laboratório Criativo do cacau, por exemplo, abrigará tudo o que é necessário para transformar o cacau em chocolate, desde máquinas básicas como o *melanger*, até fermentadores automatizados de cacau e impressoras 3D de chocolate. Sempre que possível, o equipamento será monitorado remotamente, e a comunicação entre eles ocorrerá por meio de sistemas de Internet das Coisas (IoT). Os Laboratórios são projetados com um *design* que os torna o mais sustentáveis possível, utilizando energia renovável e tratamento de resíduos. As comunidades nas quais os Laboratórios forem instalados aprenderão a manusear o maquinário e se apropriarão de todo o processo.

No que concerne ao modelo de conservação estabelecido pelos planos da Amazônia 4.0, a iniciativa não se engaja na proteção florestal propriamente dita, nem penaliza especificamente atividades consideradas ameaças à floresta (ex.: pecuária, mineração ou monocultura agrícola). Em vez disso, ela visa fornecer incentivos ao garantir que os produtores locais de cultivos como o cacau ou o açaí obtenham melhores preços por meio de processos de produção, manufatura e transporte apoiado por análises de *big data*, automação, inteligência artificial e drones. É uma visão de sustentabilidade segundo a qual as comunidades, ao receberem melhores condições econômicas, têm maior probabilidade de proteger sua fonte de renda, uma renda que depende da valoração econômica da floresta. Esse valor econômico, por sua vez, torna-se a única maneira de blindar a floresta contra a destruição (Holmes; Cavanagh 2016: 204). Central para esse modelo de conservação e desenvolvimento é uma crença (neoliberal) em indivíduos racionais e maximizadores⁴, bem como uma confiança nos desenvolvimentos tecnológicos, tais como aqueles associados à quarta revolução industrial. Um exemplo é o uso do biomimetismo para projetar novas aplicações que possam explorar ativos, funções e processos naturais ocultos (moléculas únicas, genes, metabolismos) a serem utilizados em novos produtos farmacêuticos, cosméticos ou alimentícios.

A Amazônia 4.0 não é a única iniciativa desse tipo (cf. Goering; Teixeira 2023). Outras têm, de maneira semelhante, buscado uma concepção da floresta como um repositório para a geração de conhecimento

4 Ou “sujeitos eco-rationais”, com o “eco” representando tanto o econômico quanto o ecológico (Igoe; Brockington 2007: 442).

biocientífico. O seguinte trecho de uma apresentação *online* exemplifica isso ao abordar como a genômica pode ser explorada em todo o seu potencial devido às tecnologias digitais:

[...] Eu queria falar com vocês [...] sobre estudos genômicos para a conservação da biodiversidade amazônica [...] O motivo desses estudos, todo mundo aqui já conhece [...] a questão das mudanças climáticas, e a consequência dessas mudanças climáticas é o desmatamento da região amazônica. E a perda de biodiversidade resultante dessa ação é muito grande. O que nós não temos é tempo para as ações necessárias para conhecer e gerar mecanismos para proteger essa biodiversidade e para a recuperação de áreas já degradadas. E, por essa razão, penso que devemos tanto usar as ferramentas já disponíveis quanto fazer uso de novas ferramentas [...]. Não é uma reinvenção da roda, mas o uso massivo de tecnologias baseadas em sequenciamento de DNA, porque elas inserem todo o conhecimento da biodiversidade naquilo que chamo de Biodiversidade 4.0. Ou seja, a digitalização do nosso conhecimento sobre a biodiversidade, mas de uma forma incisiva, entendem? E você pode não apenas olhar o histórico do conhecimento *online*, mas fazer uso digital desse conhecimento (Notas de campo sobre apresentação *online*, 2022)⁵.

O trecho aborda, primeiramente, a necessidade de urgência, que é uma motivação subjacente para as abordagens de salvamento. Essa urgência em salvar o que resta de uma floresta que desaparece rapidamente ressalta a importância de empregar a tecnologia em escala massiva. O cientista por trás do trecho trabalha na Amazônia e justifica a importância de coletar DNA ambiental (eDNA)⁶. Seu objetivo final é criar um inventário abrangente da flora da região e publicar o primeiro inventário desse tipo para o bioma amazônico. Durante o seminário *online*, o cientista também listou as muitas vantagens desse método: o eDNA é mais rápido e preciso do que a identificação morfológica convencional. Ele é, portanto, mais apropriado quando ações rápidas são necessárias, e a codificação de espécies em códigos de barras elimina a variabilidade das entradas manuais, substituindo-as por uma entrada computacional e viabilizando a transposição da biodiversidade para o reino digital. Aqui, a tecnociência destina-se a fornecer velocidade e padronização para contrapor a rápida degradação ambiental.

Em segundo lugar, a promessa de que a tecnociência pode ajudar a resgatar a Amazônia emerge de seu papel fundamental em auxiliar na identificação e recuperação de potenciais e materiais da floresta que, de outra forma, permaneceriam invisíveis, bem como de seu papel na produção de conhecimento tanto sobre a biodiversidade quanto sobre os efeitos das mudanças climáticas. As tecnologias de recuperação que seriam necessárias, no entanto, nem sempre são descritas em detalhes. Pode-se, todavia, ter uma percepção de seu potencial (frequentemente ainda não realizado) ao ouvir as apresentações dos cientistas.

5 Esta e outras citações de apresentações e vídeos foram traduzidas do português por um dos autores.

6 O DNA ambiental (eDNA) é uma amostra de DNA coletada de um ambiente em vez de um único indivíduo. Ele permite que os cientistas saibam mais sobre quais espécies vivem em uma determinada área e como as populações mudam naquele local ao longo do tempo.

Durante o lançamento de um estudo de viabilidade para o AmIT (Instituto de Tecnologia da Amazônia), uma instituição pan-amazônica de ensino e pesquisa que visa desenvolver tecnologias para fazer avançar uma bioeconomia da floresta e de seus habitantes, o apresentador observou:

[...] os Andes começam a se elevar há 65 milhões de anos e deram origem ao terraço amazônico [...] e expostos a muita atividade tectônica e desafios climáticos. Os organismos que viviam sob tal transformação na Amazônia incorporaram em seu material genético os meios adaptativos para lidar com a mudança. Portanto, muitas das soluções [...] para os desafios antrópicos que estamos vivenciando hoje estão inscritas nessa informação genética; e as tecnologias que conhecemos hoje em dia são capazes de nos revelar essa informação (Notas de campo sobre evento *online*, 2022).

Nessa citação, a natureza é apresentada como uma entidade detentora de um conhecimento acumulado que, até então, era inacessível aos seres humanos, mas que agora pode ser alcançado por meio da mobilização da tecnologia apropriada. A tecnologia avançada, primeiramente, atua como mediadora entre os seres humanos e um ambiente repleto de conhecimento, porém opaco; e, em segundo lugar, a tecnologia torna-se central na medida em que proporciona novos níveis de visibilidade e compreensão que podem viabilizar soluções oportunas. À primeira vista, isso não difere do uso de satélites ou sensoriamento remoto para o monitoramento florestal, sob a crença de que estes podem fornecer dados mais “objetivos”, exatos e em tempo real sobre os ambientes, por vezes desconsiderando como tais tecnologias também constituem pontos de vista situados (cf. Gabrys 2016; Nost; Goldstein 2022).

Salvar, sobreviver e recuperar estão entrelaçados nessa perspectiva tecnocientífica. Por exemplo, a citação descreve o conhecimento embutido na natureza como particularmente útil contra o aumento das temperaturas decorrente da emergência climática, o que é comparado à situação de células que precisam sobreviver sob uma pressão tectônica instável. No que diz respeito à relação entre tecnologia e natureza, esta última é vista como um banco de dados de informações que necessita de salvamento. Para a tecnociência de salvamento, a utilidade da informação reside no fato de que ela pode, eventualmente, ser mobilizada tanto para ajudar a humanidade em tempos de crise quanto para impulsionar o desenvolvimento econômico. Em outras palavras, as iniciativas tecnológicas em questão são, por um lado, apresentadas como úteis para a produção de conhecimento sobre a biodiversidade e os efeitos da crise climática na Amazônia, mas, por outro lado, promovem simultaneamente uma bioeconomia que subsume a natureza à produção capitalista de valor. Historicamente, alguns defensores da tecnociência de salvamento concentraram-se no “objeto” (ou seja, nos processos ou nas criações da natureza a serem copiados) e outros, na “mentalidade” humana necessária (por exemplo, a necessidade de renunciar ao

desejo de controle da natureza, cf. Fadok 2021). No entanto, pouca atenção tem sido dada às tecnologias necessárias para eliciar e extrair os recursos em questão. É precisamente nisso que a nova onda da tecnociência de salvamento se diferencia, sendo esta a questão à qual retornamos aqui.

5. Conservação e/ou extração: Uma breve história

Até este ponto do artigo, nós tendemos a aceitar a afirmação da Amazônia 4.0 de que sua abordagem é inteiramente nova. Contudo, essa alegação de apresentar uma “terceira via” pode ser vista, de forma mais cínica, como uma maneira de comunicar o valor das abordagens disciplinares da iniciativa ou uma forma de narrar sua “marca” ou “identidade” distinta, diferenciando-a de iniciativas estatais e não estatais do passado recente. Ao escrutinar como a Floresta Amazônica tem sido percebida historicamente, podemos notar que outros atores tanto tecnocientíficos quanto políticos geralmente tentaram buscar um equilíbrio entre conservação e exploração ao longo da história do Brasil moderno. Alguns certamente enfatizaram uma preocupação em detrimento da outra, mas ambas as preocupações geralmente estiveram presentes de forma simultânea, mesmo que tenham ocorrido mudanças em relação a qual delas era a mais dominante. Raramente houve períodos em que se tratou exclusivamente de buscar uma ou outra. Por essa razão, a posição adotada por muitas das recentes iniciativas de tecnociência de salvamento não parece única quando colocada nessa perspectiva histórica.

Já no século XIX, com o *boom* do ciclo da borracha, cientistas e empreendedores apoiavam-se no pensamento ecológico de Lineu para argumentar que o conhecimento e o uso adequados dos recursos da floresta não precisavam ser destrutivos. Pelo contrário, poderiam proteger as florestas, que haviam se tornado tão centrais para o desenvolvimento nacional (Cribelli 2016: 84) quanto para a identidade nacional (Pádua 2002). Isso abriu caminho para que os imaginários sobre a Amazônia mudassem de uma visão de “Inferno Verde” impenetrável e resistente ao empreendimento capitalista (ou estatal) para a de uma fronteira modernista, planejada para o desenvolvimento (Hecht; Rajão 2020).

Embora os sucessivos governos autoritários e militares de meados do século XX tendessem a favorecer a exploração da floresta, esse período também testemunhou tendências na direção oposta. Durante o período do Estado Novo (1937-1945), o governo autoritário desenhou políticas e tecnologias para desenvolver e integrar a floresta à economia nacional, mas também apoiou investimentos em pesquisa científica e tecnologias, tais como a criação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e extensas expedições para documentar a biodiversidade amazônica.

A afirmação do controle sobre a região amazônica (e a concomitante extração de recursos para o crescimento econômico) havia se tornado uma preocupação central para a ditadura militar (1964-1985) devido aos temores de que potências estrangeiras tentassem acessar a Amazônia e seus recursos. Consequentemente, a Amazônia tornou-se objeto de vigilância por meio de uma variedade de tecnologias de segurança. A fim de submeter o território ao controle e apoiar a extração de recursos, a ditadura continuou a construir rodovias e outras infraestruturas: entre elas, a rodovia Transamazônica, que abriu o interior da região amazônica ao restante do Brasil, e a usina hidrelétrica de Tucuruí, que na época era uma das maiores do mundo. Ainda assim, algumas medidas de conservação puderam existir como parte do projeto modernista e desenvolvimentista, e a ascensão dos ideais de conservação e da pesquisa em genética, na mesma época em que o governo militar estava no poder, foi responsável pelas poucas intervenções de preservação da Amazônia naquele período (Becker 1990: 89).

O jogo de equilíbrio entre conservação e exploração não existiu apenas na promulgação de políticas. Ele também esteve presente nas posturas científicas em relação à floresta. À medida que as aspirações de proteger, preservar e explorar a Amazônia foram mobilizadas das formas mencionadas acima, algumas disciplinas científicas e profissionais ganharam destaque. Naturalistas, botânicos, biólogos e engenheiros desempenharam um papel especial na história brasileira devido a entendimentos iniciais de que a “vocaçã”⁷ do Brasil estava relacionada a seus recursos naturais ou ao desenvolvimento de seu potencial agrícola. A floresta foi, dessa maneira, abordada predominantemente como uma entidade biofísica, e menos como um espaço social de habitação humana – mesmo que um “Serviço de Proteção aos Índios” tenha sido fundado já em 1910 (Langfur 1999) e que as lutas dos movimentos sociais tenham resultado na criação de Reservas Extrativistas para comunidades tradicionais no final dos anos 1990 (Hall 2000).

No século XIX, os cientistas participavam da Sociedade Auxiliadora da Indústria Nacional, uma das principais sociedades industriais e agrícolas do Brasil, na qual ‘uma classe emergente de engenheiros e cientistas profissionalizados uniu forças com cafeicultores e comerciantes progressistas para promover o crescimento econômico por meios tecnológicos’ (Cribelli 2016: 15). Os cientistas da Sociedade Auxiliadora eram críticos resolutos das técnicas de derrubada e queima (coivara) e propunham que as árvores das florestas brasileiras poderiam beneficiar a nação se os tipos certos de empreendedores fossem encontrados para “desenvolver sua produtividade natural em prol de fins econômica e socialmente lucrativos” (Cribelli 2016: 79). Outro exemplo é Alberto José Sampaio (1881-1946), um botânico que, no início do século XX, foi figura importante na institucionalização de medidas de proteção à natureza e

7 Do português “vocaçã” ou aptidão, o que implica que a escolha da atividade econômica do Brasil está entrelaçada com suas características naturais.

na promoção da ideia de que cuidar do mundo natural por meio do uso de técnicas e tecnologias avançadas estava diretamente conectado ao desenvolvimento nacional (Andrade Franco; Drummond 2009). Muito mais tarde, a maneira pela qual os cientistas conseguiram convencer o governo militar sobre a importância da conservação, nas décadas de 1960 e 1970, foi persuadindo-os de que a biodiversidade da Amazônia poderia ser útil para a indústria farmacêutica e para as biotecnologias (Foresta 1992 [1991]).

Se os governos autoritários anteriores evocavam mais prontamente imagens da Amazônia como um recurso a ser explorado, os governos do período redemocratização, a partir de 1985, frequentemente subscreveram, inversamente, a uma imagem da Amazônia como uma entidade a ser preservada, embora sem abandonar ou proibir iniciativas extrativistas. Isso significa que a dissonância entre exploração e conservação se tornou mais visível ao ser recentemente justaposta nas novas abordagens de tecnociência de salvamento que discutimos aqui. Ao mesmo tempo, a relação entre elas também pode ser mais ambígua, com práticas de *greenwashing* potencialmente obscurecendo a diferença em alguns casos.

No final da década de 1980, tecnologias como o sensoriamento remoto e as imagens de satélite (anteriormente utilizadas para verificar se as fronteiras agrícolas e de pastagem estavam se expandindo e para negar alegações de desmatamento) passaram a ser usadas como ferramentas para avaliar e gerenciar a degradação florestal (cf. Vurdubakis; Rajão 2022). Vários programas voltados para a redução do desmatamento ou para a restauração florestal foram implementados, juntamente com planos de promoção do uso integrado da terra, o que envolvia áreas destinadas à conservação, ao desenvolvimento urbano e à agricultura sustentável. Apesar da clara tração ganha pelos interesses de conservação após a redemocratização, a situação raramente foi simples. A postura da ditadura militar em relação à Amazônia como uma questão de segurança nacional é um exemplo contundente da demonização da floresta (isto é, como um “Inferno Verde” e o medo da influência estrangeira, como mencionado anteriormente) e do descaso com seus habitantes⁸. A visão da ditadura é tomada hoje como extrema, mas os governos democráticos brasileiros também têm sido assombrados por controvérsias. O desmatamento aumentou em certos períodos, e os danos sociais e ambientais de projetos de construção, como a Usina Hidrelétrica de Belo Monte, complicaram o cenário sobre quais interesses democráticos são atendidos pelo governo e até que ponto este está envolvido na conservação (cf. Jaichand; Sampaio 2013; Klein 2015).

8 A ditadura militar temia que potências estrangeiras quisessem anexar regiões fronteiriças da Amazônia e minar a soberania brasileira ao incitar movimentos separatistas indígenas. Jair Bolsonaro parecia obcecado por essa ameaça, de acordo com alguns comentaristas (Phillips 2023).

Para resumir esta seção, houve, historicamente, um intenso debate sobre o equilíbrio entre conservação e extração, com visões da Amazônia oscilando de uma ênfase no intocado ao demoníaco, e vice-versa. A Amazônia sempre carregou o potencial de seus recursos, mas o que esses recursos “são”, e os meios através dos quais eles podem e devem ser explorados, depende hoje, cada vez mais, de avanços tecnocientíficos. Esses avanços abrem novas fronteiras que afirmam combinar extração com conservação – mesmo que essa combinação pareça, por vezes, ambígua ou superficial (cf. Nost; Goldstein 2022). A tentativa de aliar extração e conservação, contudo, não é nova quando vista a partir de uma perspectiva histórica, e as atuais reivindicações de novidade devem ser avaliadas tendo como pano de fundo – especialmente – de tentativas anteriores de cientistas e ativistas brasileiros de alcançar um equilíbrio entre o uso econômico e a conservação da floresta.

6. Extrair conservando: Biomimética e biomimetismo

Continua sendo uma questão em aberto se a Amazônia 4.0 conseguirá cumprir suas promessas⁹ ou se acabará por expandir, para ainda mais longe, os alcances de uma lógica capitalista “verde” (cf. Rojas 2022; Urzedo; Chatterjee 2021). O que nos interessa aqui é como a retórica da Amazônia 4.0 constitui um exemplo da crescente presença e detalhamento de iniciativas tecnocientíficas nos esforços de salvamento. Conforme mencionado, a escolha entre conservação e extração não é tão nítida quando se trata de comparações históricas específicas. No entanto, refletir sobre como a iniciativa se posiciona em relação às mobilizações contemporâneas de visões tecnocientíficas da floresta revela novos detalhes. Em uma palestra pública organizada pela Universidade de São Paulo (2017), um dos cientistas fundadores da iniciativa oferece uma definição perspicaz de como seria essa “terceira via” e de como ela se apoia na tecnociência:

O que o Brasil tem que nenhum outro país – exceto os tropicais – tem? Diversidade biológica. [...] O que faltava era desenvolver um modelo que, na época, durante os anos 70, nenhum país pensou em desenvolver. [...] Um modelo segundo o qual pudéssemos valorizar, por meio do conhecimento, a maior riqueza do Brasil.

Isso, de certa forma, reacende uma antiga ideia: a de que a biodiversidade do Brasil pode servir como base para um modelo de desenvolvimento nacionalista e que a floresta possui um potencial econômico inimaginável pronto para ser concretizado. Mas nem tudo é repetição. O cientista afirma que, no século XXI, é o conhecimento, e não os bens materiais, que possui o maior valor, e ele questiona:

9 A iniciativa ainda está em processo de desenvolvimento e implementação e já passou por mudanças desde que este artigo foi redigido em 2023.

[...] o que a biodiversidade tem a ver com o conhecimento? Porque o conhecimento da biologia, de como as espécies interagem e suas trilhões de possibilidades; de como a natureza resolveu certos problemas, esse conhecimento pode gerar uma nova economia (Universidade de São Paulo, 2017).

Esta é uma variação, se não um afastamento, em relação a uma lógica extrativista. Em vez de esgotar a floresta por meio da exploração predatória de recursos (por vezes finitos), a ideia é extrair e replicar o conhecimento da floresta, que poderia então ser utilizado sem limitação e sem danos à integridade física da mata. Essa perspectiva parece promissora e surge como um ganho científico e econômico absoluto para o Brasil, bem como para a humanidade em geral, que se beneficiaria de novos avanços científicos. Contudo, tal extração de conhecimento provavelmente revigorará antigos debates sobre as definições de várias formas de propriedade intelectual. Em vez de ser uma “pura descoberta”, a ciência frequentemente se constrói a partir de conhecimentos já desenvolvidos por outros sujeitos marginalizados, mas com pouco reconhecimento, por exemplo, dos guardiões e curadores locais desse saber ou das formas de vida que detêm o conhecimento, especialmente quando este é apropriado por empresas farmacêuticas (cf. Coombe 2000; Posey; Dutfield 1996). A tecnociência de salvamento atribui, assim, o progresso tecnocientífico à agência e ao trabalho dos cientistas e de suas tecnologias. Isso, por vezes, mas nem sempre, implica ignorar como frequentemente é a combinação entre humanos e ambientes que possibilita o desenvolvimento das formas de vida descobertas (Fausto; Neves 2018; Silva *et al.* 2021)¹⁰.

O cientista em questão percebe essa nova economia do conhecimento como algo viabilizado por avanços tecnocientíficos. Uma parte de seu argumento refere-se aos progressos em biomimetismo e em biomimética, que abordaremos aqui. Outra parte refere-se às novas tecnologias digitais, às quais retornaremos na próxima seção.

Como descrito anteriormente, os regimes tecnocientíficos são caracterizados epistemologicamente pelo entrelaçamento do “conhecer e criar” (Bensaude-Vincent; Loeve 2018: 174), e a natureza tende a ser vista não como um objeto distante que necessita de compreensão, mas também como um “*designer*” (Bensaude-Vincent; Loeve 2018), uma ideia que é propagada na biomimética. A dupla função de conhecer e criar é, de certa forma, replicada nos desdobramentos recentes do biomimetismo, uma ramificação mais recente da biomimética baseada no *design*. O uso do biomimetismo é visto pelos defensores como algo que permite passar da simples exploração de recursos limitados para a oferta da possibilidade tanto de explorar a reprodução e extração ilimitadas do conhecimento armazenado na

10 Algumas iniciativas tentam resolver isso implementando tecnologias de registros distribuídos (*blockchain*), às quais retornaremos abaixo.

natureza (com a subsequente implementação desse conhecimento para desenvolvimentos tecnocientíficos ainda maiores) quanto de manter os recursos existentes. Conforme enfatizado na palestra citada anteriormente, o biomimetismo permitirá

uma economia de aprendizado sobre o que se pode extrair de uma biologia mais profunda, por meio da biotecnologia e de outras tecnologias [...]. É muito importante aprender com a biologia, o que a biologia nos ensina? Como a evolução natural encontrou soluções [...], um campo chamado biomimética ou biomimetismo (Universidade de São Paulo, 2017)¹¹.

Em suma, o biomimetismo é uma abordagem de *design* e inovação que se inspira na natureza e a reconhece como uma poderosa fonte de conhecimento sobre a maneira como uma diversidade de processos e sistemas pode funcionar de forma mais ampla. Ao observar a natureza e aprender com ela, o biomimetismo busca aplicar princípios, estratégias e *designs* naturais para criar soluções de maneira sustentável e eficiente (cf. Fadok 2021). Essa forma de salvamento – urgente porque sistemas e processos naturais únicos podem desaparecer devido ao desmatamento – apoia-se na tecnociência, mas também a reproduz.

Os proponentes do biomimetismo incentivam o desenvolvimento e o uso de tecnologias inspiradas em sistemas e processos naturais, a imitação de padrões e formas naturais (biônica), a integração de ciclos e processos naturais no *design* e o trabalho em coexistência com a natureza, em vez de competir com ela ou perturbá-la (Fadok, 2021: 135-136). Essas características permitem ao cientista citado anteriormente formular uma alegação sobre a recém-descoberta capacidade da ciência de extrair-e-aprender infinitamente com a natureza sem esgotá-la. O aprendizado é uma ação que pode ser repetida continuamente, moldando novas expectativas sobre a relação entre os humanos e natureza, e entre natureza e tecnologia. Espera-se que essa relação, devido ao seu caráter mimético e cooperativo, seja tanto mais sustentável quanto mais economicamente viável do que a extração tradicional de materiais físicos. Como mencionado previamente, isso pressupõe que os “dados” da natureza estejam abertos e livremente disponíveis, o que ignora as discussões sobre direitos de propriedade intelectual e como novos cercamentos privados de dados da natureza e de recursos naturais são criados no processo (Goldstein; Johnson 2014).

Finalmente, a busca por abordagens de biomimética e de biomimetismo evidencia como as visões específicas de floresta adotadas por iniciativas de tecnociência de salvamento frequentemente afirmam ser holísticas. Assim como ocorria com a antropologia de salvamento, a tecnociência de salvamento

11 O palestrante utiliza biomimética e biomimetismo de forma intercambiável durante a apresentação.

ênfatiza a importância do exótico e de salvá-lo da extinção, embora a tecnociência de salvamento busque a descoberta e a recuperação de plantas, processos e sistemas cientificamente inexplorados, em vez de tradições culturais. A dependência da Amazônia como uma riqueza intelectual e material latente nos trechos citados anteriormente, com a incorporação da biomimética e do biomimetismo, exemplifica o duplo sentido de salvamento. Ela garante o salvamento tanto como conservação quanto como extração e acumulação de riqueza.

7. Aplicações tecnológicas para a conservação

As abordagens tecnocientíficas recentes em relação à Amazônia estão intimamente entrelaçadas com os avanços tecnológicos atuais, nos quais tanto grandes corporações quanto *startups* menores introduzem iniciativas com o objetivo de salvamento. Não é coincidência que uma visão da floresta como um repositório de conhecimento surja em paralelo com novas tecnologias de informação, frequentemente aclamadas como potenciais salvadoras em uma diversidade de arenas críticas, incluindo a “TIC4D” (Tecnologias de Informação e Comunicação para o Desenvolvimento), a mitigação das mudanças climáticas e o “governo eletrônico” (*e-government*).

O Laboratório Criativo de Genômica, no âmbito da Amazônia 4.0, é um bom exemplo de como as aplicações tecnológicas estão emaranhadas com o interesse científico e com práticas de pesquisa carregadas de valores. O Laboratório faz parte da importância tanto econômica quanto intelectual atribuída pela Amazônia 4.0 à criação de repositórios de dados genômicos (Nobre; Nobre 2018). Assim como outros Laboratórios Criativos, ele está preparado para ser instalado junto a comunidades locais, que receberiam treinamento e equipamentos para se tornarem coletoras de dados e darem início aos procedimentos de processamento de dados de sequenciamentos de DNA. Espera-se, então, que as informações geradas sejam adquiridas por diferentes entidades, tais como corporações ou organizações públicas.

O que é relevante aqui é a maneira pela qual a Amazônia 4.0 afirma que resolverá um problema de longa data: o da extração de conhecimento e da alienação das populações locais na região amazônica no que diz respeito à propriedade de material genético. A iniciativa firmou uma parceria com pesquisadores da ciência da computação de uma universidade brasileira, que desenvolveram uma arquitetura digital baseada em *blockchain* que abrangerá todas as etapas e atores envolvidos no sequenciamento de DNA (Kimura *et al.* 2023). A ideia é que as ações dos “atores do sistema” sejam armazenadas e criptografadas à medida que os dados fluem dos coletores para os compradores, com a remuneração distribuída na forma

de uma criptomoeda assim que os dados forem comprados ou utilizados de qualquer forma (Kimura *et al.* 2023: 7).

Assim como no biomimetismo, a tecnociência de salvamento considera o conhecimento embutido nas formas de vida da floresta como “livre” para ser descoberto e mobilizado para a exploração econômica. Embora a floresta em sua forma material seja reconhecida como sendo (frequentemente) propriedade de comunidades tradicionais, os dados e as informações que ela detém são vistos tanto como parte de um bem comum global quanto são agora valorizados como mercadorias digitais. Além disso, pode-se notar como as aplicações técnicas na Amazônia 4.0 também estão sendo desenvolvidas tendo em mente valores como democracia, transparência e justiça (repartição de benefícios). Para seus criadores, é uma tecnologia como o *blockchain* que garante o cumprimento de valores tanto econômicos quanto éticos de uma forma que antes não era possível.

Nosso segundo exemplo de empreendedores de TI engajados no salvamento da Amazônia é o da *Moss.Earth*, uma empresa brasileira de tecnologia climática criada em 2020. A *Moss.Earth* compartilha das visões da Amazônia 4.0 sobre o fracasso ou a incompletude dos projetos de conservação liderados pelo Estado. Em um vídeo, seu CEO afirma ao público que “soluções baseadas em filantropia, em esperar pela fiscalização governamental e em torcer para que, de alguma forma, a sociedade se conscientize disso, não vão funcionar porque nunca funcionaram” (*Moss.Earth* 2023). E no site da empresa, pode-se ler sobre a urgência que justifica o salvamento e os meios realiza-lo: “O relógio está correndo. E a cada minuto, mais de 1.000 árvores são derrubadas na Amazônia. A tecnologia é a nossa resposta para a urgência que o planeta pede” (*Moss.Earth* 2023). Em contraste com a Amazônia 4.0, a *Moss.Earth* apoia-se quase exclusivamente em soluções tecnológicas, o que inclui uma variedade de plataformas e interfaces digitais, ferramentas de processamento de dados, tecnologias de sensoriamento remoto e registros distribuídos (*blockchain*) para sustentar e otimizar a compensação de carbono e outros serviços ambientais. Estes frequentemente baseiam-se na geração e venda de créditos ou *tokens* para agentes externos interessados em financiar a proteção de parcelas de floresta, estabelecendo, assim, reivindicações sobre a floresta “vindas de cima”. Dessa forma, a *Moss.Earth* também exemplifica uma intensificação mais ampla do uso de tecnologias digitais na gestão florestal, conforme demonstrado por várias outras contribuições neste volume (Gabrys 2020).

A *Moss.Earth* afirma ser responsável pelo primeiro crédito de carbono tokenizado do mundo, o MCO2, que está listado em grandes corretoras como *Gemini* e *Coinbase*. O processo de tokenização não altera o

processo geral de certificação de projetos de compensação de carbono, mas fornece uma versão digital do crédito que é rastreável e auditável por meio de *blockchain*. Como especifica um livro branco da empresa, “O *Token* MCO2 não traz inovação para os mercados ou para as negociações, mas sim inovação na usabilidade da compensação” (*Moss.Earth* s.d.). O dinheiro arrecadado é, então, supostamente direcionado para projetos de conservação registrados na Amazônia.

Outra criação da *Moss.Earth* é o *Amazon NFT (Non-Fungible Token)*. A *Moss.Earth* adquiriu um corredor de cobertura florestal de um milhão de hectares que a empresa vê como parte de uma barreira potencial de conservação contra o desmatamento causado pelo avanço das fronteiras agrícolas e pecuárias, e cada NFT corresponde a um hectare do corredor adquirido. Ao comprar os NFTs, os clientes da *Moss.Earth* (2022) tornam-se proprietários de lotes de terra “com um firme compromisso de preservação”, o que significa que a terra só pode ser usada para fins de conservação. A preservação por parte dos compradores dos NFTs seria garantida, já que os proprietários dos lotes podem, no máximo, visitá-los, mas não podem utilizá-los para qualquer outro propósito. Além disso, a *Moss.Earth* também afirma que parte do lucro das vendas dos NFTs financiará o monitoramento da terra a pé e por satélite.

O salvamento está, neste caso, presente tanto como conservação quanto como extração (digital) de valor, uma vez que a inserção da floresta em uma economia de mercado é considerada o pré-requisito para uma conservação eficaz. Como explica o CEO da *Moss.Earth* (2023):

A razão pela qual a Amazônia é desmatada é porque isso dá lucro [...] Como você combate isso? Você tem que tornar a conservação por hectare mais lucrativa, e os créditos de carbono fazem isso. Quando alguém conserva e certifica essa conservação por meio de um protocolo internacional reconhecido em qualquer país do mundo, consegue gerar cerca de 500 reais por hectare [cerca de 100 dólares]. Então a oferta se torna competitiva em comparação com a queima da floresta, e nós mudamos o jogo. Há várias áreas nas quais trabalhamos em projetos de preservação e geramos créditos de carbono, e a pessoa está ganhando mais dinheiro fazendo isso do que vendendo suas terras para o cultivo de soja ou para a criação de gado. Nós encontramos a solução; a resposta são os créditos de carbono.

O salvamento da Amazônia, como observa o CEO da *Moss.Earth*, deve, na visão da empresa, focar em tornar a conservação lucrativa para aqueles que potencialmente podem degradar a floresta. As tecnologias podem – ainda segundo a visão deles – trazer legitimidade e confiança ao processo de aquisição de créditos de carbono, ao mesmo tempo em que conferem aos créditos uma existência digital de última geração nos mercados, permitindo que sejam rastreados. Isso se soma ao outro mecanismo de salvamento, que consiste na revenda de terras florestais na forma de NFTs para proprietários privados

comprometidos com a conservação de suas propriedades adquiridas, mas também juridicamente impedidos de explorá-las. O salvamento da Amazônia é vislumbrado aqui como um processo de privatização sistemática de seu território em lotes de um hectare, um processo tornado eficiente pelas tecnologias de registro distribuído (*blockchain*) e pelos NFTs.

Tanto neste caso quanto no anterior, a tecnologia *blockchain* e as imagens de satélite são ambas utilizadas para fins de escrituração e monitoramento, sendo as tecnologias digitais consideradas ferramentas poderosas para promover a visibilidade, a transparência e a confiança (cf. MacKenzie 2004). Assim, essa visão viabilizada pela tecnologia está associada a uma compreensão e a um desejo específicos, de viés digital, por transparência e prestação de contas (cf. Adams 2019; Gabrys 2020). Embora isso soe bem em teoria, exemplifica ainda mais a crença de que a tecnociência de salvamento pode combinar as necessidades de preservação com os lucros (de mercado). Outros casos de NFTs implementados para a tokenização de terras florestais não impediram que a tecnologia mascarasse fraudes explícitas em termos de propriedade da terra (cf. Fabio 2022). Tampouco essas intervenções tecnológicas – *blockchain* ou NFTs – prestam atenção ao problema crítico de se as compensações realmente ajudam a reduzir as emissões globais.

Os mercados e o comércio de carbono têm sido severamente criticados por cientistas sociais tanto devido à sua lógica embutida de acumulação, aos desenhos de mercado e ao distanciamento entre as negociações de mercado e a implementação real dos projetos “no chão da floresta”, tanto quanto pelas maneiras como tais esquemas permitem que as emissões corporativas (ocidentais) continuem (Dalsgaard 2022; Ehrenstein 2018; Ervine 2018; Lohmann 2011). Até o momento, não está claro como a *Moss.Earth* se diferencia dessas críticas gerais às iniciativas e mecanismos de compensação.

Conclusão

A Amazônia é consistentemente apresentada como uma entidade fundamental na luta contra as mudanças climáticas (Bryce 2023). É nesse contexto que as tecnologias emergem como ferramentas para o salvamento da floresta nas mãos de iniciativas como a Amazônia 4.0 e a *Moss.Earth*. Destacaremos duas características compartilhadas por elas. Primeiro, ambas assumem que a conservação deve ser incluída na circulação capitalista para ser eficaz. Segundo, confiam na tecnociência para oferecer os meios de salvar a Amazônia no duplo sentido de conservação e extração. Embora suas visões ainda estejam implementadas de forma apenas dispersa “no chão da floresta” e, portanto, não possam ser avaliadas quanto aos seus impactos, não seria surpreendente que a relação entre os dois significados de salvamento

se revelasse assimétrica. Em outros contextos, observou-se que a retórica da conservação mascara processos de extração, espoliação e criação de novos cercamentos (Fairhead *et al.* 2012; Kelly 2011), o que também poderia ser o caso das abordagens tecnocientíficas recentes (Goldstein; Johnson 2014).

A tecnociência de salvamento, semelhante aos ideais passados da antropologia de salvamento, tenta salvar objetos da extinção, mas existem, naturalmente, diferenças. O salvamento colonial colocava culturas ameaçadas (mas ainda existentes) no passado por meio de práticas de registro e coleta, permitindo que essas culturas continuassem a existir na memória. Para o salvamento tecnocientífico, em contraste, o que está sendo salvo é preservado na medida em que pode ser replicado digitalmente, armazenado, distribuído e, finalmente, vendido (cf. Birch; Muniesa 2020). Por exemplo, a Amazônia 4.0 vislumbra o uso do biomimetismo para extrair moléculas da natureza e replicá-las artificialmente. Eles veem em tais avanços tecnológicos o potencial de extrair informação da natureza sem realizar nenhuma extração intensiva de recursos materiais. Em comparação com o salvamento colonial, a dependência de versões digitais do objeto a ser salvo é diretamente focada nos mercados, e não se espera que os objetos materiais em si sejam comercializados. Da mesma forma, a *Moss.Earth* apoia-se no registro digital da natureza, e seus NFTs visam alavancar o financiamento internacional para que a conservação ocorra. No entanto, como já foi documentado em outras abordagens de conservação baseadas no mercado e em *blockchain*, isso corre o risco de empurrar a floresta para o segundo plano, enquanto se concentra na “verdadeira fonte de valor” do ativo financeiro, a saber, a demanda do mercado. Os NFTs podem, assim, acabar como uma abstração simbólica e econômica sem conexão com a natureza material da floresta existente ou com a vida das pessoas que ali habitam (cf. Howson *et al.* 2019). Ao todo, essa replicação digital focada no mercado significa que as entidades culturais e naturais são conservadas ou bem em um presente incerto que flutua com a demanda econômica (como no caso dos NFTs), ou bem na medida em que são estendidas para um futuro especulativo, na antecipação de que possam gerar ainda mais progresso tecnocientífico (como no caso do biomimetismo).

A noção de tecnociência de salvamento que introduzimos neste texto ajuda a analisar a transformação contemporânea da relação entre conservação e extração. A análise mostra que, no rastro dos esforços tecnocientíficos que descrevemos, a floresta tem o potencial de ser transformada em novos recursos para o capitalismo, mesmo quando é imaginada como vulnerável e quando a conservação e o desenvolvimento social são apresentados como os objetivos principais. Embora o desmatamento e outras formas materiais de extração, como a mineração, possam de fato ser reduzidos pelas iniciativas da tecnociência de salvamento, a capacidade destas de ampliar as maneiras pelas quais as formas humanas e não humanas

são incorporadas aos circuitos capitalistas pode levar a novos problemas – especialmente por meio da dependência da extração de formas de conhecimento que transformam informações sobre as formas de vida da floresta em propriedade, e de um potencial descaso em relação aos diversos habitantes da floresta como atores com agendas distintas daquelas presumidas pelas iniciativas tecnocientíficas.

Sugerimos que, para compreender mais profundamente as abordagens contemporâneas dos ambientes naturais e humanos, como a Floresta Amazônica, seja para fins de conservação ou de extração, as ciências sociais têm um papel a desempenhar na identificação e na crítica contínuas dos processos que têm sustentado as abordagens da tecnociência de salvamento em relação à Amazônia. É necessário aprofundar a questão de como a tecnociência enxerga a floresta por meio das oportunidades apresentadas por novas tecnologias e tipos de ativos, e como ela se relaciona com as necessidades e os desejos daqueles que vivem *na* e *com* a floresta.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, W. M. Geographies of conservation II: Technology, surveillance and conservation by algorithm. **Progress in Human Geography**, [s. l.], v. 43, n. 2, pp. 337-350, 2019.
- ANDRADE FRANCO, J. L.; DRUMMOND, J. A. **Proteção à natureza e identidade nacional no Brasil, anos 1920-1940**. Rio de Janeiro, Brasil: SciELO-Editora FIOCRUZ, 2009.
- BECKER, B. **Amazônia**. São Paulo, Brasil: Editora Ática, 1990.
- BENSAUDE-VINCENT, B.; LOEVE, S. Toward a philosophy of technosciences. In: LOEVE, S.; GUCHET, X.; BENSAUDE VINCENT, B. (orgs.). **French Philosophy of Technology: Classical Readings and Contemporary Approaches**. Cham: Springer, 2018. pp. 169-186.
- BIRCH, K. Automated neoliberalism? The digital organisation of markets in technoscientific capitalism. **New Formations**, [s. l.], v. 100, n. 100, pp. 10-27, 2020.
- BIRCH, K.; MUNIESA, F. (orgs.). **Assetization: Turning Things into Assets in Technoscientific Capitalism**. Cambridge, MA: MIT Press, 2020.
- BRYCE, E. Why is the Amazon so important for climate change? **Scientific American**, 20 Feb. 2023. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/why-is-the-amazon-so-important-for-climate-change1/>. Acesso em: 14 abr. 2023.
- CARRIER, M.; NORDMANN, A. (orgs.). **Science in the Context of Application**. Dordrecht: Springer, 2010.
- CHANNEL, D. F. **A History of Technoscience: Erasing the Boundaries Between Science and Technology**. Abingdon: Routledge, 2017.
- COOMBE, R. J. Preserving cultural diversity through the preservation of biological diversity. In: MILLER, F.; MILLER, F.; WEIR, L. (orgs.). **The Gender of Genetic Futures: The Canadian Biotechnology Strategy, Women and Health**. Toronto, ON, Canada: National Network on Environments and Women's Health Working Paper Series, York University, 2000. pp. 133-161.
- CRIBELLI, T. **Industrial Forests and Mechanical Marvels: Modernization in Nineteenth-Century Brazil**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.
- DALSGAARD, S. Tales of carbon offsets: Between experiments and indulgences? **Journal of Cultural Economy**, [s. l.], v. 15, n. 1, pp. 52-66, 2022.
- DAVIDOV, N. Amazonia a pharmacopia. **Critique of Anthropology**, [s. l.], v. 33, n. 3, pp. 243-262, 2013.

DAVIDOV, N. Biomimicry as meta-resource and megaproject: A literature review. **Environment and Society: Advances in Research**, [s. l.], v. 10, pp. 29-47, 2019.

EHRENSTEIN, V. The friction of the mundane: On the problematic marketization of the carbon stored by trees in the tropics. **Journal of Cultural Economy**, [s. l.], v. 11, n. 5, pp. 404-419, 2018.

ERVINE, K. **Carbon**. New York: Polity Press, 2018.

FABIO, A. C. **Brazil targets Amazon rainforest NFTs in win for indigenous people**. 2022. Disponível em: <https://www.context.news/nature/brazil-targets-amazon-rainforest-nfts-in-win-for-indigenous-people>. Acesso em: 13 abr. 2023.

FADOK, R. Cybernetics without the cyborg: Biological modernism(s) in biomimetics and biomimicry. In: CAMPOS, L. *et al.* (orgs.). **Nature Remade: Engineering Lives, Envisioning Worlds**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 2021. pp. 135-148.

FAIRHEAD, J.; LEACH, M.; SCOONES, I. Green grabbing: A new appropriation of nature? **The Journal of Peasant Studies**, [s. l.], v. 39, n. 2, pp. 237-261, 2012.

FAUSTO, C.; NEVES, E. G. Timeless gardens: Deep indigenous history and the making of biodiversity in the Amazon. In: SANZ, N. (orgs.). **Exploring Frameworks for Tropical Forest Conservation: Integrating Natural and Cultural Diversity for Sustainability (A Global Perspective)**. Mexico City, Mexico: UNESCO, 2018. pp. 150-179.

FORESTA, R. A. **Amazon Conservation in the Age of Development: The Limits of Providence**. Gainesville, FL: University of Florida Press, 1992 [1991].

GABRYS, J. **Program Earth**. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 2016.
GABRYS, J. Smart forests and data practices: From the internet of trees to planetary governance. **Big Data & Society**, [s. l.], v. 7, n. 1, pp. 1-10, 2020.

GOERING, L.; TEIXEIRA, F. **More forest, more profit? Brazil looks to build a new “bioeconomy”**. 2023. Disponível em: <https://www.context.news/nature/more-forest-more-profit-brazil-looks-to-build-a-new-bioeconomy>. Acesso em: 13 abr. 2023.

GOLDSTEIN, J.; JOHNSON, E. Biomimicry: New natures, new enclosures. **Theory, Culture & Society**, [s. l.], v. 32, n. 1, pp. 61-81, 2014.

HALL, A. Environment and development in Brazilian Amazonia: From protectionism to productive conservation. In: HALL, A. (orgs.). **Amazonia at the Crossroads: The Challenges of Sustainable Development**. London: ILAS, 2000. pp. 99-114.

HARRISON, R. P. **Forests: The Shadow of Civilization**. Chicago, IL: The University of Chicago Press, 1992.

HECHT, S.; RAJÃO, R. From “green hell” to “Amazonia legal”: Land use models and the re-imagination of the rainforest as a new development frontier. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 96, pp. 1-12, 2020.

HOLMES, G.; CAVANAGH, C. A review of the social impacts of neoliberal conservation: Formations, inequalities, contestations. **Geoforum**, [s. l.], v. 75, pp. 199-209, 2016.

HOTTOIS, G. **L’inflation du langage dans la philosophie contemporaine**. Bruxelles: Éditions de l’Université de Bruxelles, 1979.

HOTTOIS, G. **Le signe et la technique. La philosophie à l’épreuve de la technique**. Paris: Aubier, 1984.

HOWSON, P. *et al.* Cryptocarbon: The promises and pitfalls of forest protection on a blockchain. **Geoforum**, [s. l.], v. 100, pp. 1-9, 2019.

IGOE, J.; BROCKINGTON, D. Neoliberal conservation: A brief introduction. **Conservation and Society**, [s. l.], v. 5, n. 4, pp. 432-449, 2007.

JAICHAND, V.; SAMPAIO, A. A. Dam and be damned: The adverse impacts of Belo Monte on Indigenous peoples in Brazil. **Human Rights Quarterly**, [s. l.], v. 35, pp. 408-447, 2013.

KELLY, A. Conservation practice as primitive accumulation. **The Journal of Peasant Studies**, [s. l.], v. 38, n. 4, pp. 683-701, 2011.

KIMURA, L. T. *et al.* Amazon Biobank: A collaborative genetic database for bioeconomy development. **Functional & Integrative Genomics**, [s. l.], v. 23, n. 2, pp. 1-14, 2023.

KLEIN, PT. Engaging the Brazilian state: The Belo Monte dam and the struggle for political voice. **The Journal of Peasant Studies**, [s. l.], v. 42, n. 6, pp. 1137-1156, 2015.

LANGFUR, H. Myths of pacification: Brazilian frontier settlement and the subjugation of the Bororo Indians. **Journal of Social History**, [s. l.], v. 32, n. 4, pp. 879-905, 1999.

LATOUR, B. **Science in Action**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.

LOHMANN, L. The endless algebra of climate markets. **Capitalism Nature Socialism**, [s. l.], v. 22, n. 4, pp. 93-116, 2011.

MACDONALD, C. **Green, Inc: An Environmental Insider Reveals How a Good Cause Has Gone Bad**. Guildford: The Lyons Press, 2008.

MACKENZIE, D. **Mechanizing Proof: Computing, Risk, and Trust**. Cambridge, MA: MIT Press, 2004.

MOSS.EARTH. **Moss Amazon Forest NFT** [White Paper]. 2022. Disponível em: <https://moss-earth.gitbook.io/mossamazon-forest-nft-faq/when-i-buy-the-moss-nft-am-i-buying-the-actual-land-or-am-i-financing-protection-of-the-forest>. Acesso em: 5 jan. 2024.

MOSS.EARTH. **Soluções para a crise climática: A Moss tem a fórmula**. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=6pDmDh2nssw>. Acesso em: 13 abr. 2023.

MOSS.EARTH. **Carbon credit MCO2 Token** [White Paper]. [s. d.]. Disponível em: <https://v.fastcdn.co/u/f3b4407f/54475626-0-Moss-white-paper-eng.pdf>. Acesso em: 5 jan. 2024.

NOBRE, I.; NOBRE, C. A. The Amazonia third way initiative: The role of technology to unveil the potential of a novel tropical biodiversity-based economy. In: LOURES, L. C. (orgs.). **Land Use – Assessing the Past, Envisioning the Future**. London: IntechOpen Limited, 2018. Disponível em: <https://www.intechopen.com/chapters/63918>. Acesso em: 17 abr. 2024.

NORDMANN, A. The age of technoscience. In: NORDMANN, A.; RADDER, H.; SCHIEMANN, G. (orgs.). **Science Transformed? Debating Claims of an Epochal Break**. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press, 2011. pp. 19-30.

NOST, E.; GOLDSTEIN, J. A political ecology of data. **Environment and Planning E: Nature and Space**, [s. l.], v. 5, n. 1, pp. 3-17, 2022.

PÁDUA, J. A. **Um sopro de destruição: Pensamento político e crítica ambiental no Brasil escravista, 1786-1888**. São Paulo, Brazil: Zahar, 2002.

PHILLIPS, T. “A war society doesn’t see”: The Brazilian force driving out mining gangs from indigenous lands. **The Guardian**, 28 Feb. 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/world/2023/feb/28/brazilian-force-driving-out-mining-gangs-indigenous-yanomami-territory-bolsonaro>. Acesso em: 13 abr. 2023.

POSEY, D.; DUTFIELD, G. **Beyond Intellectual Property: Toward Traditional Resource Rights for Indigenous Peoples and Local Communities**. Ottawa, ON, Canada: International Development Research Centre, 1996.

REDMAN, S. **Prophets and Ghosts: The Story of Salvage Anthropology**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2021.

ROJAS, D. Disjointed times in ‘climate-smart’ Amazonia. **Environmental Humanities**, [s. l.], v. 14, n. 2, pp. 321-340, 2022.

SCHWAB, K. **The Fourth Industrial Revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.
SILVA, L. C. R. *et al.* A new hypothesis for the origin of Amazonian Dark Earths. **Nature Communications**, [s. l.], v. 12, n. 127, pp. 1-11, 2021.

SUAREZ-VILLA, L. **Technocapitalism: A Critical Perspective on Technological Innovation and Corporatism**. Philadelphia, PA: Temple University Press, 2009.

THE RIO TIMES. **Brazilian Carlos Nobre's biofactories are gaining momentum**. The Rio Times, 17 July 2021. Disponível em:
<https://www.riotimesonline.com/brazil-news/nosubscription/biofactories-of-climatologistcarlos-nobre-in-south-americas-amazonia-are-gaining-momentum/>. Acesso em: 13 abr. 2023.

TSING, A. **The Mushroom at the End of the World**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 2015.

UNIVERSITY OF SÃO PAULO. **Amazônia: O potencial da bioeconomia**. 2017. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k-AOoopfwwA>. Acesso em: 13 abr. 2023.

URZEDO, D.; CHATTERJEE, P. The colonial reproduction of deforestation in the Brazilian Amazon: Violence against Indigenous Peoples for land development. **Journal of Genocide Research**, [s. l.], v. 23, n. 2, pp. 302-324, 2021.

VINCENT, J. F. V. *et al.* Biomimetics: Its practice and theory. **Journal of the Royal Society Interface**, [s. l.], v. 3, pp. 471-482, 2006.

VURDUBAKIS, T.; RAJÃO, R. Envisioning Amazonia: Geospatial technology, legality and the (dis)enchantments of infrastructure. **Environment and Planning E: Nature and Space**, [s. l.], v. 5, n. 1, pp. 81-103, 2022.