



Novos Cadernos NAEA

v. 28, n. 1 • jan-abr. 2025 • ISSN 1516-6481/2179-7536



DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, ACORDOS VERDES E BIOECONOMIAS NA AMAZÔNIA: DELINEAMENTOS PARA A AÇÃO PROGRAMÁTICA A PARTIR DA ECONOMIA AGRÁRIA

SUSTAINABLE DEVELOPMENT, GREEN AGREEMENTS
AND BIOECONOMIES IN THE AMAZON: OUTLINES FOR
PROGRAMMATIC ACTION BASED ON THE AGRICULTURAL
ECONOMY

Francisco de Assis Costa  

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

Danilo Araújo Fernandes  

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

Ricardo T. Folhes  

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

Harley Silva  

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

Raul Ventura  

Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, PA, Brasil

RESUMO

O artigo discute a evolução das ideias em torno da noção de desenvolvimento sustentável, estabelecendo o conceito – em sua fundamentação ético-normativa, teórica e programática – como orientador de políticas de desenvolvimento da Amazônia. Visando delinear a economia agrária da Amazônia Legal como objeto de análise e de ação programática em perspectiva do desenvolvimento sustentável, o artigo apresenta as trajetórias tecnoprodutivas rurais na Amazônia e compara sua evolução com dados dos censos agropecuários de 1995, 2006 e 2017. Destacando o crescimento de cada uma dessas trajetórias, discute seus fundamentos no contexto de variantes tecnológicas que dependiam criticamente da terra desmatada e eram mais ou menos intensas em componentes mecânico-químicos, diferenciando-as das intensas em trabalho e no uso de recursos florestais. Os resultados ressaltam o peso que as trajetórias com base em culturas temporárias e bovinos de corte assumiram na região, apontando para os riscos ambientais e sociais e as mudanças estruturais que isso envolve – a insustentabilidade inerente desse estado de coisas. Os resultados também demonstram o contraponto representado pela sustentabilidade que é possível presumir do andamento e características das trajetórias baseadas em sistemas agroflorestais.

Palavras-chave: desenvolvimento sustentável; dinâmica agrária; trajetórias tecnoprodutivas; sistemas agroflorestais; desmatamento.

ABSTRACT

This article discusses the evolution of ideas surrounding the notion of sustainable development, establishing the concept – in its ethical-normative, theoretical and programmatic foundations – as a guide for development policies in the Amazon. Aiming to outline the agrarian economy of the Legal Amazon as an object of analysis and programmatic action from the perspective of sustainable development, the article presents the rural techno-productive trajectories in the Amazon and compares their evolution with data from the agricultural censuses of 1995, 2006 and 2017. Highlighting the growth of each of these trajectories, it discusses their foundations in the context of technological variants that depended critically on deforested land and were more or less intense in mechanical-chemical components, differentiating them from those that were intense in labor and in the use of forest resources. The results highlight the importance that trajectories based on temporary crops and beef cattle have assumed in the region, pointing to the environmental and social risks and the structural changes that this involves – the inherent unsustainability of this state of affairs. The results also demonstrate the counterpoint represented by sustainability that can be presumed from the progress and characteristics of trajectories based on agroforestry systems.

Keywords: sustainable development; agrarian dynamics; technoprodutive trajectories; agroforestry systems; deforestation.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo deste artigo é delinear a economia agrária da Amazônia Legal como objeto de análise e de ação programática, situando os traços gerais de sua dinâmica na perspectiva do movimento de ideias em torno do desenvolvimento sustentável. Nas últimas décadas o conceito de desenvolvimento sustentável vem ampliando seu alcance por meio da criação de novos instrumentos de política com atuação em diversas regiões do planeta. Noções como de “crescimento verde”, “economia verde”, “*Green New Deal*” e as mais recentes ideias em torno das políticas orientadas a bioeconomias são expressões de um amplo e vivo burburinho conceitual que em última instância busca o estabelecimento de uma nova agenda ambiental global associada a políticas de desenvolvimento.

Buscando as origens, ver-se-á que, desde o Relatório Brundtland patrocinado pela ONU – o icônico Nosso Futuro Comum (WCED, 1987) –, evoluem dois movimentos de ideias e ações correlacionadas que vêm se mostrando cruciais para o nosso tempo. De um lado, o reconhecimento de que uma crise global ambiental-ecológica se instalara, inerente aos padrões de crescimento das sociedades industriais, os quais, ademais, aprofundavam desigualdades sociais que não eram neutras na crise ambiental-ecológica, sendo por esta aprofundadas; de outro, o estabelecimento de princípios orientadores de um desenvolvimento sustentável na contramão dessa crise.

O diagnóstico de crise ambiental evoluiu daquele que, nos anos 1960 e 1970, apontava para a exaustão dos recursos naturais que impunham limites endógenos ao crescimento (Meadows *et al.*, 1972), para um outro no qual se acrescem as externalidades do processo de crescimento profundamente dependente de hidrocarbonetos, expressando-se em níveis temerários de aquecimento global e corrosão, em escala crescente, da biodiversidade do planeta (Redclift, 1993, p. 11-19). Ademais, enuncia-se que a crise ecológica se relaciona estreitamente com as condições sociais das gerações presentes porque “... na medida em que o sistema se aproxima dos limites ecológicos, as desigualdades no acesso a recursos se acentuam” (WCED, 1987, p. 49), seja entre os países, seja no interior deles; e, ainda, que, desse estado de crise resulta, para as gerações futuras, redução das possibilidades de existência.

Em resposta ao que se discerne no presente, o relatório conceitua, para o futuro, um ideal de desenvolvimento. Este seria sustentável porque combina os atributos de eficiência produtiva com os de equidade social intra e intergerações, em processos que respeitam os limites da base natural (WCED, 1987).

Partindo desse diagnóstico dos anos 1990, faremos, na seção 2 do artigo, um breve relato sobre a evolução das ideias no debate mundial sobre desenvolvimento sustentável. A noção será, primeiramente, exposta como um ideário: princípios normativos e éticos que atualizam, expandindo, os ideais da modernidade republicana estabelecida no século XVIII. Na sub-seção 2.1, trataremos do debate teórico suscitado pelo referido ideário e na 2.2 comentaremos os grandes programas de ação que, mundialmente, instrumentados pelos resultados do debate teórico, procuram fazer convergir a ação política para o desenvolvimento com o ideário do desenvolvimento sustentável através de acordos verdes e políticas para bioeconomias. Na sub-seção 2.3, discutiremos a urgência de programas para o desenvolvimento sustentável no Brasil, destacando, aí, a proeminência da Amazônia e a dinâmica agrária que aqui se verifica. Na seção 3, delinearemos os elementos constitutivos do agrário da Amazônia Legal, expondo sua diversidade estrutural no andamento das trajetórias tecnoprodutivas patronais (sub-seção 3.1) e camponesas (sub-seção 3.2), bem como o peso das tensões concorrenciais entre (i) formas destrutivas, inerentes às trajetórias que pressupõem a eliminação do bioma em seu desenvolvimento, e (ii) modos alternativos que caracterizam trajetórias com longa história adaptativa na Amazônia, que se mantêm e se expandem na região por práticas de manejo, regeneração ou reconstituição da floresta. Por último, teceremos considerações finais, indicando, em perspectiva do desenvolvimento sustentável, prioridades políticas de primeira ordem.

2 A DIALÉTICA SUSTENTABILIDADE-INSUSTENTABILIDADE E OS OPERADORES TEÓRICO-METODOLÓGICOS E PROGRAMÁTICO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Nos anos que se seguiram, o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) estabeleceu-se como um ideário: uma articulação de valores primários cuja força ideal, proporcional ao grau de compartilhamento que desfruta na sociedade, orienta, como referência ética, a construção das mentes e instituições que moldam o devir. Nessa perspectiva, o DS atualizaria e expandiria os valores éticos e normativos de “liberdade, igualdade e fraternidade”, os quais, exigindo democracia e igualdade de oportunidades, vêm orientando por mais de dois séculos as rotas da modernidade (Jacobs, 1999, 2012; Redclift, 1993; Veiga, 2012; Nascimento, 2012).

O DS atualizaria o ideário modernista, uma vez que submeteria os imperativos do progresso, seu *ethos* positivista e burguês, à consideração das implicações sociológicas e ambientais subjacentes. Para além da igualdade formal, já antes desejada como atributo do progresso, se exigiria, em tempos orientados em perspectiva de DS, igualdades substantivas de capacidades entre os membros de gerações contemporâneas e entre estas e as futuras gerações e de dotação das condições materiais (operantes da natureza) como pré-condição de busca pela equidade na oferta de bens primários¹ (Rawls, 1971; Sen, 2000).

Assim, paira em nosso tempo um ideário que incorpora os valores da sustentabilidade, sob a pressão das indicações de insustentabilidade que se consegue discernir no âmago dos processos reprodutivos das sociedades contemporâneas. A dialética dessa relação torna-se mais tensa e premente com a percepção dos riscos expressos na concretude das crises sistêmicas da economia mundial, aguçadas por *Wall Street* em 2007-2008 e pela Covid-19 em 2020, e dos fenômenos cada vez mais alarmantes de mudança climática, expostos no relatório do IPCC lançado em outubro de 2018.

Correlatamente, espessando sua textura, elaboraram-se o que entendemos ser *operadores* teórico-metodológicos e operadores programáticos do ideário do desenvolvimento sustentável (Costa; Fernandes, 2016). O primeiro tipo refere-se àqueles que, pelo enunciado positivo ou pela crítica, dão consistência ao ideário através da capacidade acumulada pela ciência. O segundo tipo diz respeito àqueles que, considerando o que indica a ciência, oferecem-se como programas de ação. Entende-se que ambas as dimensões têm sido requeridas como instâncias discursivas fundamentais, tanto no que diz respeito à sua repercussão em ambientes acadêmicos especializados no debate sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente (Faucheux; Noël, 1995; Mueller, 2007); como em instituições multilaterais de caráter subnacionais, nacionais e transnacionais, voltadas para a ação em âmbito de políticas de Estado (Nobre; Amazonas, 2002; World Bank, 2012).

¹ A noção de bens primários como espaço o qual se deveria procurar estabelecer igualdade de condições iniciais como critério de justiça, foi desenvolvida originalmente por John Rawls (1971), e aprofundada posteriormente por Amartya Sen (2000). Para Rawls (1971), qualquer critério de justiça só seria possível se estabelecido à medida em que se pudesse oferecer condições de igualdade no espaço dos bens primários, e não apenas através do espaço utilitarista das escolhas direcionadas o grau de satisfação dos indivíduos.

2.1 OPERADORES TEÓRICOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Parte importante das operações teórico-metodológicas se atém à criação de meios de leitura e interpretação da dialética insustentável-sustentável, seja no que trata das referências teóricas indispensáveis à abordagem de suas determinações, seja no que se refere às métricas necessárias para a visualização dos fenômenos inerentes (Veiga, 2009; IISD, 2000).

Um núcleo neoclássico, corporificado na economia ambiental e dos recursos naturais, visualiza os fundamentos da *insustentabilidade* meramente como falhas de mercado, tratando-os como externalidades (Romeiro, 1998; Serrôa da Mota, 2005). Tais falhas poderiam ser corrigidas pela internalização na estrutura de custos e receitas das empresas dos efeitos externos, resultados de suas atividades, expressando em preços as perdas e ganhos sobre o meio ambiente associadas às operações econômicas. De acordo com esta perspectiva, se reposicionaria um novo equilíbrio de Pareto que garantiria o alcance de um nível de sustentabilidade ótimo, porque sancionado pelo mercado e seus critérios de eficiência (Mueller, 2007; Daly; Farley, 2004; Faucheux; Noël, 1995).

Uma frente de crítica a esses enunciados ressalta que os princípios deles pressupostos – de transitividade das diferentes formas de capital, da utilidade baseada em escassez na valoração dos elementos da vida e da homogeneidade de agentes e razões limitam a expressão de anseios do DS – esvaziam, a rigor, seu conteúdo ético-normativo. Particularmente, a pressuposição de racionalidade padrão e substantiva de agentes homogêneos produz uma incapacidade de tratar diferenças e, assim, de garantir equidade social e justiça ambiental com a transcendência intergeracional requerida. É imperativo, para tanto, que grupos sociais distintos, protagonistas de estruturas produtivas de naturezas diversas, sejam vistos em suas especificidades e historicidades, com responsabilidades e direitos com eles compatíveis (Nobre; Amazonas, 2002).

Outra frente crítica formou-se como uma economia política que endogeniza a dimensão natural dos processos econômicos ao ressaltar a inerência da *entropia* do mundo físico a eles associada e as particularidades que tal fenômeno assume sob o *modus operandi* do capitalismo industrial (Georgescu-Roegen, 1971; Daly, 1977). Com a noção de entropia, entende-se que cada ato produtivo corresponde a um momento de afirmação da segunda lei da termodinâmica, mediante a qual, nos sistemas fechados, a desordem dos fundamentos vitais cresce. Eis que consiste na transformação

de matéria – energia estruturada, de baixa entropia – em energia dissipada, degradada, de alta entropia. Particularmente acentuada na sua fase fordista, a virtuosidade econômica do capitalismo resultou da crescente mecanização, automação e quimificação da produção industrial, que se fez com o aprofundamento da divisão do trabalho e pela concomitante industrialização da agricultura. Dependente em todos os casos da extensão e intensidade do uso de energia fóssil e da substituição de biomas originários ou formas diversificadas de uso da terra por formas agrícolas homogêneas, a dinâmica do sistema esteve, assim, diretamente associada à liberação de hidrocarbonetos e à corrosão da diversidade biológica, ambos resultando em entropia correspondentemente elevado (Altvater, 1995).

Nessa perspectiva, os níveis de entropia resultam de um padrão específico de respostas técnicas do sistema produtivo, o que de certa maneira poderia ser expressa através de diferentes modelos evolucionários bastante próximos ao que Giovanni Dosi (1982) veio a compreender como paradigma tecnológico: um modelo baseado em princípios científicos estabelecidos e tecnologias materiais neles assentadas, de eficiência reconhecida, difusamente entranhado nos sistemas nacionais de inovação de uma época, ao qual se recorre para definição de problemas relevantes e encaminhamento de suas soluções. Um paradigma tecnológico tem suas operações especificadas no contexto da divisão social do trabalho por trajetórias tecnológicas, por elas materializando-se (Dosi, 1982, p. 22-23; Freeman, 1995).

Os graus de liberação de hidrocarbonetos e de redução da biodiversidade próprios das sociedades industriais capitalistas se associam, pois, às trajetórias tecnológicas operantes na indústria e na agricultura sob orientação de um paradigma tecnológico que induz os agentes a – mediante tendências de queda da rentabilidade, ou para alcançar *market shares* seguros (filtros econômicos, segundo Dosi (1982)) – a recorrer, primeiro, instantânea e acriticamente, aos repertórios de soluções mecânicas e químicas. Isso se manifesta das mais às menos testadas; das inovações incrementais em trajetórias tecnológicas estabelecidas às inovações que reciclam tais trajetórias com os recursos oferecidos pelos motores a combustão, pela eletricidade, pela eletrônica, pela computação e pela cibernética (orientação técnica por dependência de trajetória).

A dominância de tal paradigma mecânico-químico tem produzido fenômenos de desestruturação da base material da vida, indicando, com clareza crescente, a temeridade dos diagnósticos da situação presente que seguem os critérios de “sustentabilidade fraca” da economia neoclássica, que

pressupõe plena reversibilidade dos equilíbrios. Apontando dramaticamente para os riscos de não retorno a condições materiais essenciais para a vida no planeta, que venham a ser perdidos com a extensão e aprofundamento do domínio de tal paradigma, o programa de pesquisa da economia ecológica exige avaliações por critérios de “sustentabilidade forte”, que considera a entropia física dos processos sociais e, a partir daí, ressalta as incertezas e indeterminações fundamentais expressas nas crises sistêmicas dos tempos presentes (Costanza; Graumlich; Steffen, 2007).

Todavia, no trato da dialética *sustentabilidade-insustentabilidade*, indagando sobre o devir, também se apresentam, nesse campo de pensamento, possibilidades de dinâmicas de entropia baixa, nula ou negativa (negentrópicas, sintrópicas), a pautar vias de desenvolvimento a partir da ampliação das fontes de energia livres de hidrocarbonetos para alimentar os sistemas mecânicos e pela criação de sistemas abertos à entrada de energia solar, particularmente os de base biológica (Georgescu-Roegen, 1960, 1971, p. 193; Guha; Martinez-Alier, 1997; Pearce, 1976, 1988). Esta perspectiva, em que se reconhecem os riscos da irreversibilidade na ultrapassagem de fronteiras naturais críticas (como os limites da temperatura atmosférica que permite a vida humana com a desenvoltura que conhecemos; os limites de reciclagem das condições de reprodução de um bioma, como o amazônico) e as restrições do paradigma vigente de reciclar, nos seus próprios termos, suas trajetórias, nas formas e no tempo que evitem tal ultrapassagem, acena com outros paradigmas que ofereceriam possibilidades de coevolução (sustentável) entre sistemas econômicos e ecológicos (Norgaard, 1984, 1988), ilustradas no notável exemplo de populações indígenas e caboclas na Amazônia (Morán, 1990).

Precisamente em torno da complexidade das situações e das novidades radicais exigidas pelos caminhos de transição – do *insustentável* dos sistemas presentes de alta entropia para o futuro *sustentável* fundamentado em necessários sistemas negentrópicos ou de baixa entropia –, dos caminhos que a literatura vem denominando de transição verde, estabelecem-se os densos movimentos de ideias que nos inspiram no campo da economia. Convergências teóricas das heterodoxias keynesianas, schumpeterianas e institucionalistas que ocorrem, primeiro, em torno da categoria de trajetória tecnológica (Lustosa, 2011), ganham amplitude e densidade: a mudança ecológica e social pretendida pelo desenvolvimento sustentável se faz por trajetórias tecnológicas concorrentes, conduzidas por razões diversas, subsidiárias de paradigmas tecnológicos ou sociotécnicos concorrentes, em

territórios específicos, mediante processos sujeitos a *lock-ins* (aprisionamento em situações fora de equilíbrio), indeterminação e irreversibilidade (Arthur, 1994; Dosi, 1982; Costa, 2009, 2013).

Nesses processos, o contexto institucional desempenha papel determinante, mais que os sinais de preços, seja para agilizar ganhos de eficiência, e, com isso, garantir o fortalecimento das trajetórias *sustentáveis*, seja para conter as trajetórias que operam em bases *insustentáveis*. Deste modo, o papel da política e do Estado é central (Mazzucato, 2015), tendo os governos de atuar bem mais intensa e frequentemente do que os neoclássicos, mesmo aqueles ambientalistas, estão em geral dispostos a aceitar.

Não se trata, entretanto, de um simples retorno a um keynesianismo *top-down*, próprio da segunda metade do século XX, em que os territórios se limitavam a gerir decisões de um Estado central. Trata-se, antes, de um arranjo próprio da modernidade do século XXI, no qual o Estado, e suas diversas esferas de governo (nacionais e regionais) especifica os grandes lineamentos e arregimenta potentes fontes de financiamento, mas reconhece que as experimentações em torno de uma diversidade de soluções têm que ser amadurecidas com a densa participação da diversidade e da especificidade locais (Bloomfield; Steward, 2020; Costa, 2014). Nessas bases, vêm sendo construídos grandes operadores programáticos do desenvolvimento sustentável.

2.2 OS OPERADORES PROGRAMÁTICOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Os operadores programáticos do desenvolvimento sustentável, por seu turno, dispondo de avaliações possíveis pelos recursos heurísticos gerados pelos operadores teórico-metodológicos – para a análise do estado atual desta relação ver Belmonte-Ureña *et al.* (2021) – delineiam os panoramas de possibilidades, organizam portfolios de alternativas, desenham e realizam planos e lineamentos de ação que, ao abordarem, em termos práticos, aspectos específicos da *insustentabilidade*, vem dando sentido real e concreto ao ideário da *sustentabilidade*.

2.2.1 Economias e acordos verdes

Partindo das organizações multilaterais, foram elaborados grandes programas como o “Crescimento Verde”, do Banco Mundial, e “Economia

Verde” da ONU, lançados com grande expectativa na virada para os anos 2010, como orientação para os programas de recuperação e desenvolvimento pós- crise de 2008 (Kasztelan, 2017). Apoiadas nessas posições, as operações realizam-se em sentido *top-down* e referem-se ao paradigma dominante – centrado na mecânica e na química de hidrocarbonetos, potenciadas pela eletricidade e pela cibernética – esforçando-se por indicar mecanismos que levem governos, empresários e consumidores a empreender atividades ambientalmente prudentes, facilitar a realocação produtiva de trabalho, capital e tecnologia e garantir suporte a um contexto de inovações ecológicas (UNEP, 2011; World Bank, 2012).

A forma como tais *inputs* vêm se transformando em políticas efetivas têm variado no tempo e entre países e regiões. Destacam-se as iniciativas dos governos chinês e coreano em programas próprios de economia-verde (Kasztelan, 2017), os quais, já por volta da primeira metade dos anos de 2010, aplicavam 34,3% e 80,5% dos respectivos orçamentos de pesquisa e desenvolvimento para tecnologias limpas (Mazzucato, 2015). Por seu turno, as iniciativas norte-americana e da União Europeia, a partir dos respectivas programas *green new deal*, ganharam novo momento desde 2019, após um período de arrefecimento (Bloomfield; Steward, 2020; Marques, 2020).

Apesar de haver diferenças, as marcantes semelhanças na nova arquitetura política compartilhada pelas duas propostas de acordo verde indicam um novo modelo de operação programática orientada ao DS que pode inspirar operações semelhantes ao redor do mundo. Destacam-se as seguintes características (Bloomfield; Steward, 2020):

- 1) ambos redesenham e vinculam três principais pilares de políticas normalmente tratados independentemente – política ambiental, política fiscal e política industrial;
- 2) política ambiental. Sobre os desafios de clima, biodiversidade, poluição e resíduos, abordam a diversidade de ameaças aos ecossistemas mundiais de ar, terra e água, propondo programas orientados a alvos explícitos para tratar a questão nos limites planetários; consideram os co-benefícios humanos, como saúde e bem-estar, e reconhecem suas interconexões;
- 3) política fiscal. Trazem inovação notável ao reconhecer dois novos objetivos fundamentais inextricavelmente ligados: promover gastos financeiros direcionados a investimentos ecologicamente sustentáveis e exigir sérios progressos em equidade social e inclusão universal; e

- 4) política industrial. Propõem uma transformação dos principais sistemas de consumo e produção de energia, transporte, habitação e alimentação.

Em síntese, os programas buscam transformações em diferentes dimensões dos sistemas sociotécnicos, principalmente as responsáveis por usos finais e serviços de alta emissão. Assim, visam uma variedade de trajetórias de transição sistêmica, focando igualmente, como atores-chaves, consumidores, produtores de bens e serviço e desenvolvedores de meios, bens e capacidades tecnológicas. Com isso, por um lado, se desloca a política industrial setorial convencional, por outro, se reformula a indústria manufatureira como parte de uma transição para uma nova economia circular. Ademais, representam uma combinação mais ampla de intervenções do que apenas instrumentos baseados no mercado e na promoção de seletos vencedores.

2.2.2 Bioeconomias

Partindo das empresas e suas organizações, fluem, em fluxos *bottom-up*, e em interação com os grandes movimentos *top-down*, dinâmicas concatenadas de ideias e de ações que as noções correntes de *bioeconomia* findam por expressar. Aqui, também, as operações referem-se às *trajetórias tecnológicas* filiadas ao paradigma mecânico-químico vigente.

Em todos os casos, os movimentos *top-down* e *bottom-up* das operações das organizações, governos e empresas ocorrem no interior dos *sistemas nacionais de inovação*, podendo configurá-los à imagem do desenvolvimento sustentável. Por outra parte, os conceitos e práticas vêm se desenvolvendo carregados do sentido de *transição ecológica*, do *insustentável* para o *sustentável*: dos pontos em que trajetórias tecno-produtivas, ou tecnológicas, se mostram insustentáveis (por se aproximarem das fronteiras em que eliminarão seus fundamentos naturais) para outros, a partir dos quais, presumivelmente, elas retomariam o desenvolvimento com atributos de sustentabilidade. Assim, ali onde as técnicas produtivas, por seus conteúdos mecânicos e químicos, se mostram cumulativa e perigosamente degradantes para a vida, desenvolvem-se tensões que configuram ambientes de *inovações em processos* de base biológica – *biotecnologias*. Ali onde os vetores de impacto à vida humana e agressão aos ciclos vitais da natureza são os meios e resultados dos processos produtivos, pelas suas constituições inorgânicas ou existências finitas, se enfatiza o desenvolvimento de produtos, seja como novas matérias primas, seja como novos bens finais de base biológica e renovável.

Isso se reflete nos movimentos de *bioeconomias*, constituindo suas rotas *mainstream*. Na Europa, com ênfase em *inovações biotecnológicas* passíveis de apropriação em diferentes setores da economia, a exemplo das biorefinarias, na indústria (Scarlat, 2015; Cherubini, 2010). Nos Estados Unidos, com ênfase em *inovações em bioprodutos*, visando a substituição de insumos industriais de fontes não renováveis por derivados de recursos biológicos renováveis (Levidow; Birch; Papaionnou, 2013; Birch, 2012).

Tais trajetórias abrigam esforços complementares na superação dos desafios que a crise ecológica global vem impondo aos padrões produtivos dominantes, pautados, na indústria e na agricultura, no domínio mecânico-químico dos processos produtivos, na produção em massa e em ganhos de escala.

2.2.3 Bioeconomias, agriculturas e transições

O setor rural é fundamental em toda a problemática. Eis que, nele, diferentemente da indústria, opera, como força produtiva, a natureza viva. A lógica industrial-capitalista busca reduzir essa presença e controlar seu significado – como faz em relação ao trabalho humano, aliás. Tal esforço tem sido responsável por induzir a modernização agrícola em termos de sua industrialização, de modo que no setor rural domina também o paradigma mecânico-químico, afirmando-se por meio de conjuntos de soluções selecionadas para o controle tenso da natureza para que corresponda às necessidades industriais e capitalistas (Beus; Dunlop, 1990; Romeiro, 1998).

Em contraponto a este paradigma, verifica-se, em posição crescentemente marginal, por certo, mas visível na economia-mundo, um paradigma agroecológico-florestal, que orienta as soluções tecnológicas numa perspectiva harmoniosa com a natureza original, de gestão da diversidade dos sistemas botânicos e da sua autonomia em relação às fontes exógenas de energia e nutrientes (Collicott, 1990; Drengson, 1985; Hecht, 2010). Nele residem possibilidades de soluções negentrópicas, de entropia negativa (sintrópicas) a orientar desenvolvimento com esperança de sustentabilidade.

Associadas ao paradigma mecânico-químico na agricultura, observam-se, em plano mundial, variantes de duas grandes trajetórias: uma, preponderante em realidades marcadas por restrições fundiárias, é representada por soluções tecnológicas que elevam a rentabilidade a partir do aumento da produtividade da terra, por meio do uso cada vez mais intenso da química; e outro, que atende ao imperativo econômico predominantemente pelo incremento da produtividade do trabalho, com uso

cada vez mais vasto e penetrante da mecânica potenciada pelo uso de motores a combustão interna, pela eletricidade, pela eletrônica e pela informática (Hayami; Ruttan, 1980). As soluções biológicas, como o desenvolvimento de variedades de maior rendimento em extensos plantios homogêneos, são partes do paradigma, potenciando as soluções mecânicas ou químicas preponderantes (Goodman; Sorj; Wilkinson, 1988; Folhes; Fernandes, 2022).

As noções de bioeconomias biotecnológica e de bioprodutos mencionadas anteriormente acabam por se referir, no caso da agricultura, a essas variantes de biologização, ou esverdeamento, das trajetórias mecânico-químicas em evolução. Elas se focam na redução da “pegada de carbono”, mobilizando, nesse mister, diferentes possibilidades agrupadas em portfólios técnicos de descarbonização, reflorestamento, valorização de produtos energéticos e domesticação de espécies botânicas.

Associadas ao paradigma agroecológico-florestal, se desenvolvem trajetórias tecnológicas com foco na valorização de processos ecológicos que otimizem o uso de energias e nutrientes com base em biodiversidade, as quais despontam como contraponto à monocultura e a degradação do solo (Bugge; Hansen; Klitkou, 2016): trata-se de uma bioeconomia bioecológica, guiada por princípios agroecológicos ou agroflorestais, referidas a biomas originários e aderentes às necessidades de inclusão e equidade social. Se aglutinam capacidades, nesse caso, em torno dos movimentos sócio-técnicos da agroecologia (Altieri, 1989; Carporal; Costabeber, 2004) e da agricultura sintrópica (Gregio, 2018; Pasini, 2017; Rebello; Sakamoto, 2022).

2.3 A URGÊNCIA DE AÇÃO PROGRAMÁTICA RUMO À SUSTENTABILIDADE NO BRASIL E NA AMAZÔNIA

Operações nos moldes dos programas *green new deal* em andamento na Europa e nos Estados Unidos, talvez as formas mais avançadas de realização dos lineamentos contidos nos programas economia-verde e crescimento-verde, devem ser desenhadas para o Brasil visando redução da “pegada de carbono” pela reciclagem das trajetórias mecânico-químicas com base em inovações *biotecnológicas* e de *biorecursos* na indústria, nos serviços e na agricultura, mimetizando esses programas inclusive no que se refere à correção das desigualdades sociais inerentes ao andamento de tais trajetórias.

É crucial, porém, para o país, uma abordagem programática visando conter a “corrosão da biodiversidade” por trajetórias associadas ao paradigma agroecológico-florestal de dinâmica rural – orientada, pois,

às *bioeconomias bioecológicas* baseadas nos biomas do país, com particular destaque para a Amazônia.

O Brasil tem particularidades em sua estrutura socioeconômica que limita a replicação desses programas de transição verde. Três são lembrados por Marques (2020): a economia brasileira está sujeita a restrições orçamentárias que impedem a ação do Estado em plano de longo prazo; os determinantes da desigualdade de renda e de propriedade no Brasil são tais, que, se não se dispuser de mecanismos de confrontá-los, o processo poderá reforçar ainda mais essas disparidades; a economia brasileira está sujeita a restrições de estrutura produtiva e tecnológica que limitam as possibilidades da transição verde se fazer no Brasil, como é o fato no países avançados, como parte de uma transição tecnológica mais ampla, no contexto do paradigma técnico-econômicos das TIC.

Não obstante, o Brasil tem urgências próprias que tornam programas de promoção do desenvolvimento sustentável, particularmente para a Amazônia, necessidade incontornável.

O relatório do *Science Panel for the Amazon* de 2021 resume como segue a situação:

The warming of the Amazon is a fact, and the last two decades have been the warmest recorded since the last century. Today, the Amazon is about 1.2°C warmer, a value higher than the global average of 1.1°C, and with annual mean warming trends over the entire Amazon. Increased frequency of extreme climate events (floods and droughts) is impacting Amazonian ecosystems and their functioning. Terra firme forests are susceptible to drought and fires, while floodplain systems are vulnerable to changes in flood regimes. Land use changes reinforce global climate change, leading to positive feedback mechanisms that reduce forest resilience. They also increase drought stress and fire risk, turn the Amazon into a carbon source, cause higher tree mortality, and ultimately could reach a tipping point where continuous forests can no longer exist and are replaced by degraded forests. These cascading effects would have tremendous impacts on climate and in turn agriculture, hydropower generation, and human health and well-being (Nobre, 2021, p. 26).

Apresentando, ainda, a estreita interação entre a capacidade do bioma de contribuir no balanço de carbono e sua hiper biodiversidade, expondo, com isso, no Capítulo 24, o erro de tratar, como questões separadas e hierarquizadas “pegada de carbono” (mais importante) e “corrosão da biodiversidade” (menos importante, mesmo desprezível); sublinhando a escala mundial dos impactos e expondo a urgência de providências, o relatório apela para mudanças urgentes na economia da região, destacando,

no Capítulo 15, o seu agrário, onde operam os mais poderosos drives de emissão líquida de CO₂, de redução da biodiversidade e de aprofundamento das desigualdades (Hirota *et al.*, 2021; Costa *et al.*, 2021).

3 ELEMENTOS DIAGNÓSTICOS PARA UM PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AMAZÔNIA

No que segue, serão apresentados os elementos necessários para um programa de desenvolvimento da Amazônia que, partindo do agrário, tenha no ideário da sustentabilidade uma referência orientadora. Para tanto, se descrevem os constitutivos fundamentais da economia agrária da Amazônia Legal² considerando sua diversidade estrutural profunda e são discutidas algumas das características fundamentais de sua dinâmica no período compreendido entre os censos agropecuários de 1995, 2006 e 2017.

A economia agrária da região, dimensionada pelo Valor Bruto da Produção Rural (VBPR) extrativista, agrícola e pecuária a preços constantes de 2021, se move a taxas muito elevadas e crescentes, de 5,6% a.a. de 1995 a 2006 e de 7,2% a.a. de 2006 a 2017 (6,4% a.a. na média de todo o período): de R\$ 34,7 bilhões em 1995 para R\$ 61,5 em 2006 para R\$ 132,2 bilhões em 2017 (Gráfico 1).

O VBPR é resultado da aplicação do montante L de trabalhadores com Produtividade Monetária do Trabalho (PML) equivalente a VBPR/L (ver relação (1)), resultado das condições produtivas de uso de um volume de terras T: da intensidade, verificável pela Produtividade Monetária da Terra (PMT), VBPR/T, e da extensão do uso, verificável pelo volume de terras mobilizadas por cada trabalhador, T/L (ver relação (2)) (Hayami; Ruttan, 1980).

Em resumo, temos:

$$VBPR = \frac{VBPR}{T} \cdot \frac{T}{L} \cdot L \quad (1)$$

e

$$\frac{VBPR}{L} = \frac{VBPR}{T} \cdot \frac{T}{L} \quad (2)$$

Envolvendo 2,9 milhões de trabalhadores equivalentes (L) e 58,7 milhões de hectares de terras agricultadas (T) em 1995, 2,1 milhões de

² A Amazônia Legal é uma área que corresponde a 59% do território brasileiro e engloba 772 municípios: a totalidade de oito estados (Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins) e parte do Estado do Maranhão (a oeste do meridiano de 44ºW), ‘perfazendo 5,0 milhões de km².

trabalhadores e 65,2 milhões de hectares em 2006 e 2,0 milhões de trabalhadores e 75,3 milhões de hectares em 2017, o crescimento vem ocorrendo com produtividade monetária média por trabalhador crescente, de R\$ 11,8 mil em 1995 para R\$ 29,6 mil em 2006 e R\$ 64,8 mil em 2017, resultado do crescimento da produtividade monetária por hectare, de R\$ 579 para R\$ 944 e R\$ 1.755, e da queda na relação terra/trabalhador de 147, para 82 e finalmente para 51 ha (ver Gráficos 1, 2, 3).

Este processo se fez acompanhar de forte movimentação fundiária – privatização de terras públicas e formação de um mercado de terras –, que garantiu estoques de terras dos 797 mil estabelecimentos em 1995, 776,4 mil no censo seguinte e 814,2 mil em 2017 de, respectivamente, 119, 116 e 131 milhões de hectares (Gráfico 2), com graus de concentração maiores que os já extraordinariamente elevados vigentes no restante do país (Costa, 2023).

Ademais, o ritmo do desmatamento tem sido maior que o da apropriação de terras (até 1995, contavam-se 59 milhões de hectares de terras sem mata, entre este e o ano de 2006, acresceram-se a esse montante 6 milhões de hectares e daí até 2017 mais 10 milhões de hectares), de modo que as proporções das áreas desmatadas nos totais de terras privatizadas tem crescido: de 49,4% 1995, para 56,4% em 2006 e 57,4% em 2017 (Gráfico 3). O impacto ambiental que disso resulta tem uma proxy nas emissões líquidas de CO₂, uma expressão da entropia física do processo, estimada considerando o desmatamento e as dinâmicas de usos que se seguem – utilizando o modelo desenvolvido em Costa (2016): 150,1 Gt de CO₂ por ano de 1995 a 2006 e 123,8 Gt por ano de 2006 a 2017 (Gráfico 8).

Esses valores médios sintetizam a composição e o movimento de uma diversidade estrutural notável, eis que, na região, fazendeiros e camponeses históricos (Costa, 2019; Nugent, 1993) ao lado de fazendeiros e camponeses recentemente chegados (Costa, 2012b; Becker, 2001, 2007; Schmink, 1982; Martins, 1980; Velho, 1976) interagem entre si e com a natureza altamente diversa e complexa, mediados por distintas institucionalidades e recursos técnicos alternativos (Costa; Fernandes, 2016; Hecht, 1985), conformando a realidade plural e multifacetada que ora se vivencia.

Para descrever essa realidade de dramática diversidade e detectar as tendências de sua evolução – e para sobre ela cogitar possibilidades futuras considerando suas especificidades –, Costa (2009, 2021) sugere uma metodologia de delineamento de trajetórias tecno-produtivas – trajetórias produtivas e suas variantes tecnológicas (TTP). Como unidades de análise em um plano meso-sistêmico, que se situa entre a dimensão micro dos estabelecimentos e a economia agrária regional como uma totalidade, as

TTPs são delineadas por um método que combina diferenciação e significação estrutural da produção em dado território (de agora em diante M-DESTRU).

Iniciando por fazer uma distinção de agentes no contexto estrutural dos modos de produção camponês – baseada no balanço entre potência de trabalho e necessidades familiares, cuja racionalidade decisória se orienta por eficiência reprodutiva nos termos propostos por Chaynov (1921) e Costa (1995, 2012a, 2019) – e capitalista, ou patronal – baseado em trabalho assalariado, com racionalidade decisória que se orienta por eficiência marginal do capital nos termos propostos por Keynes (1972) –, a metodologia capta a convergência dos sistemas de produção para tecnologias comuns na obtenção de um produto, ou conjunto de produtos correlatos dominantes, em distintos padrões resultantes das formas como os agentes, constrangidos pelas estruturas próprias de seus modos de produção, combinam os meios tangíveis e intangíveis, naturais e institucionais, disponíveis nos seus lugares concretos (Costa, 2009, 2021). As trajetórias tecno-produtivas que daí emergem são referidas aos grandes paradigmas tecnológicos na agricultura, acima comentados. A economia agrária seria, assim, uma unidade da diversidade das TTPs e o desenvolvimento daquela, portanto, movimentos de síntese da evolução, orientada por paradigmas tecnológicos, dessas últimas.

Aplicada aos censos agropecuários dos municípios da Amazônia Legal, a M-DESTRU detectou seis TTPs (Costa, 2022b): três capitalistas ou patronais e três camponesas ou da produção familiar. A observação da composição e dinâmica relacional dessas estruturas permite estabelecer as características que vem assumindo o desenvolvimento rural da região nas (pouco mais de) duas décadas tratadas, primeiro, atestando mudanças nas formas de produção (nas relações sociais) subjacentes e, em seguida, expondo as rotas técnicas trilhadas que explicam essas mudanças. Neste momento da análise serão abordados, para cada trajetória, os atributos que indicam compatibilidade ou contradição entre os atributos do DS: eficiência econômica, equidade social e prudência ecológica.

A par da grande mudança de tamanho da economia sob análise, verifica-se uma mudança estrutural profunda no que se refere aos modos de produção subjacentes. De uma situação equilibrada, em que os estabelecimentos patronais em conjunto detinham 54% e os camponeses em sua totalidade 46% do VBPR em 1995, as expressivas diferenças nas taxas de crescimento, dos primeiros a 7,9 a.a. e 9,0% a.a. e dos últimos a 1,9% e 1,6% a.a., respectivamente, nos períodos intercensitários, levaram a um descompasso

cada vez maior, chegando as diferenças entre uma e outra participação a 38 pontos percentuais em 2006 e 66 pontos em 2017 (Gráfico 1).

3.1 AS TRAJETÓRIAS PATRONAIS

Entre as patronais, a trajetória tecno-produtiva que se caracteriza por seus sistemas convergirem para produção de grãos, (daqui por diante TTP7) e por buscarem eficiência pela intensificação da utilização de recursos mecânicos e químicos (Costa, 2021, p. 432), foi a mais veloz entre todas, crescendo 9,5% e 10,5% a.a. nos períodos intercensitários (10,0% a.a. em média por todo período) (Gráfico 1).

Considerando variação da produtividade do trabalho (PML) como uma proxy adequada para o payoff que orienta o processo de adesão a trajetórias, tal evolução é path-efficient: a PML da TTP7 teve a melhor performance na economia, multiplicando por 5,5 entre 1995 e 2006 e por 1,57 deste último ano até 2017 (Gráfico 4).

A PML, por seu turno, cresceu determinada principalmente pelo incremento da produtividade monetária da terra (PMT), que multiplicou por 5 e por 1,62 nos mesmos períodos e, secundariamente, pela crescente relação terra/trabalhador, a maior entre todas as trajetórias, que de 123 hectares em 1995, passou para 136 em 2006 e 131 em 2017 (Gráficos 5 e 6).

A performance da TTP7 nas variáveis de produtividade se fez correlata com o peso do consórcio soja-milho: com efeito, a participação do consórcio soja-milho no valor bruto da produção da trajetória saiu de 45%, com o milho participando com 5%, em 1995 para 52% em 2006, com o milho, agora, participando com 10%; em 2017 a participação da dobradinha passa a representar 61%, com o milho representado 14% (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição dos principais produtos da TTP7 na Amazônia Legal, 1995, 2006 e 2017

	1995	2006	2017
Soja	40%	42%	47%
Milho	5%	10%	14%
Algodão	1%	18%	9%
Cana de açúcar	9%	6%	2%
Arroz	7%	2%	1%
Outros	38%	22%	27%
Total	100%	100%	100%

Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Inferese a partir daí que, descontadas as eventuais influências dos preços dos produtos finais, o desempenho se deveu aos desenvolvimentos tecnológicos em torno da especialização na combinação leguminosa (fixadora de nitrogênio no solo)-cereal (exigente em nitrogênio): elevação da potência de curto prazo da terra pela química, manejo biológico por cobertura morta, neutralização sanitária pela química, intensificação mecânica do plantio, dos tratos culturais e da colheita.

Estes são resultados de esforços consideráveis de pesquisas de instituições federais e locais para adaptação de técnicas de origens variadas às condições amazônicas (Garrett; Rueda; Lambin, 2013; Nehring, 2016; Oliveira, 2016). Tais esforços foram levados à prática por ações de assistência técnica e financiamento que para a TTP7 se fizeram em níveis privilegiados: 34% dos seus estabelecimentos receberam assistência técnica em 2017, a mais alta proporção da economia (a média foi de 11%) e receberam financiamentos que corresponderam a 29% do seu VBPR naquele ano – acima da média, a segunda maior proporção de toda a economia, com um acréscimo de seis pontos percentuais em relação a 2006, quando deteve a maior proporção (Gráfico 1).

O crescimento acima da média amplia o peso da TTP7 de 26%, para 39% e para 54% do VBPR em 1995, 2006 e 2017, o que impõe de modo cada vez mais efetivo suas características sobre a dinâmica do conjunto:

- a concentração fundiária, pois trata-se da trajetória com maior propriedade média – 1.325 ha em 1995, 1.263 ha em 2006 e 1.062 ha em 2006 (Gráfico 2);
- o grau e extensão do desmatamento do processo, eis que tem as maiores, e crescentes, proporções de áreas desmatadas no total apropriado de terras, respectivamente, 53%, 59% e 58% nos mesmos anos. A elevação da produtividade da terra reduziu, em um primeiro movimento, entre 1995 e 2006, as necessidades de terras sem mata da TTP7 em 14 milhões de hectares, os quais serão reincorporados integralmente com a forte expansão do período seguinte. De modo que volta a ostentar, em 2017, os mesmos 21,5 milhões de hectares de terras desmatadas de 1995: em torno de 1/3 de todas as terras desmatadas na Amazônia Legal (Gráfico 3).

Gráfico 1 – Valor Bruto da Produção Rural (VBPR) em R\$ bilhões a preços de 2020 e Importância Econômica Relativa (IER) em % do total das Trajetórias Tecno-produtivas (TTP) da economia agrária da Amazônia Legal (Eco-AML); nas legendas, os percentuais se referem ao crescimento anual, respectivamente, nos períodos 1995-2006, 2006-2017 e 1995-2017

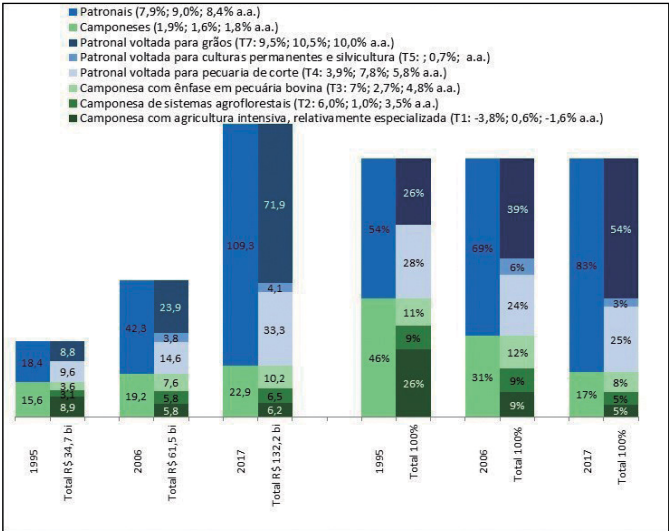


Gráfico 2 – Total Apropriada em milhões de hectares e Domínio Fundiário Relativo (DFR) em % do total das Trajetórias Tecno-produtivas (TTP) da economia agrária da Amazônia Legal (Eco-AML); nas legendas, os valores se referem ao tamanho médio do estabelecimento nos anos de 1995, 2006 e 2017

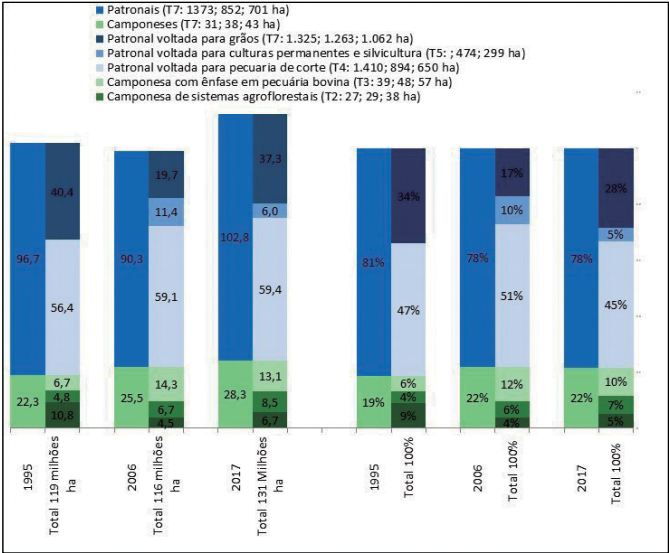
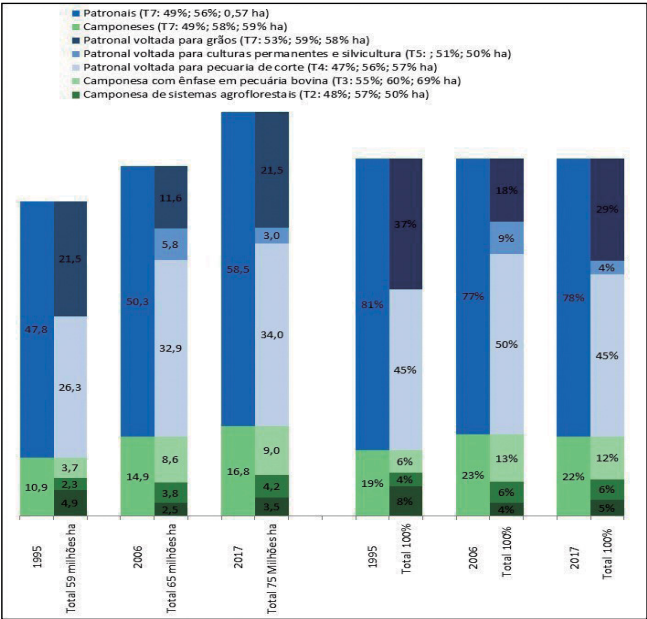
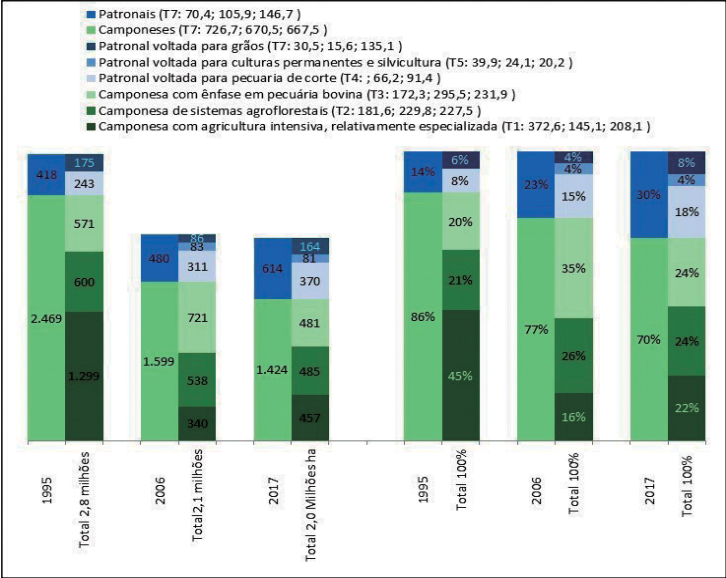


Gráfico 3 – Área Desmatada em milhões de hectares e % do total das Trajetórias Tecno-produtivas; nas legendas, Área Desmatada/Área Total Apropriada em 1995, 2006 e 2017



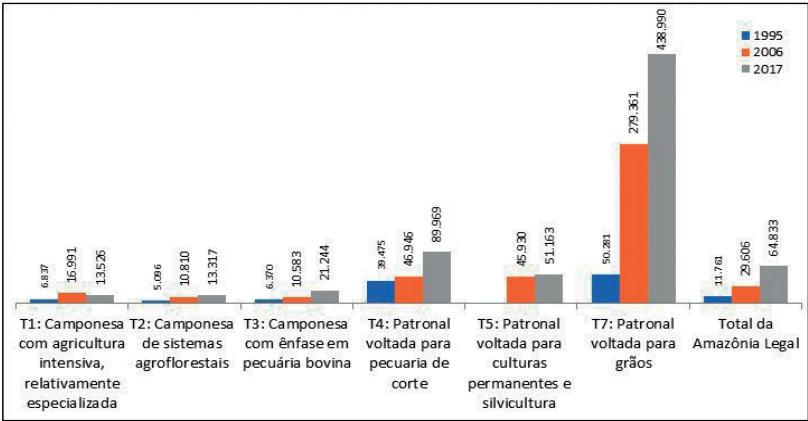
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 4 – Força de trabalho em milhares de homens-ano e % do total das Trajetórias Tecno-produtivas da economia agrária da Amazônia Legal; nas legendas, o número de estabelecimentos em milhares em 1995, 2006 e 2017



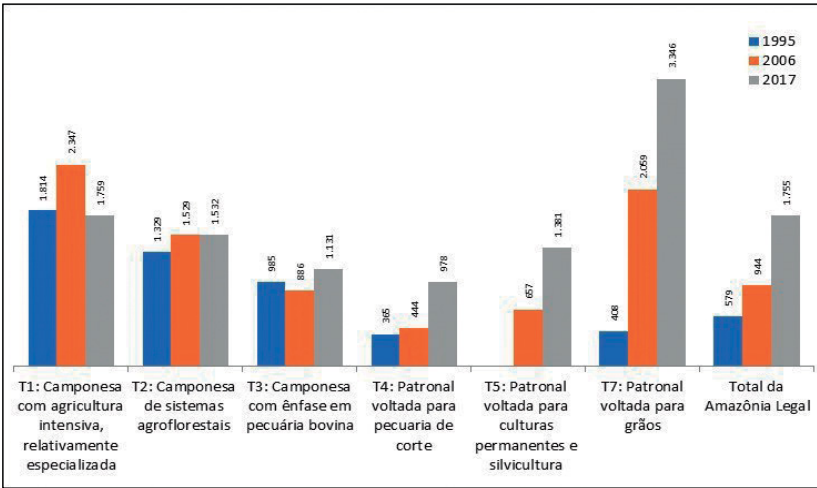
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 5 – Produtividade monetária do trabalho (PML=VBPR/L) na economia agrária da Amazônia Legal, total e por trajetória tecnológica em 1995, 2006 e 2017 (R\$)



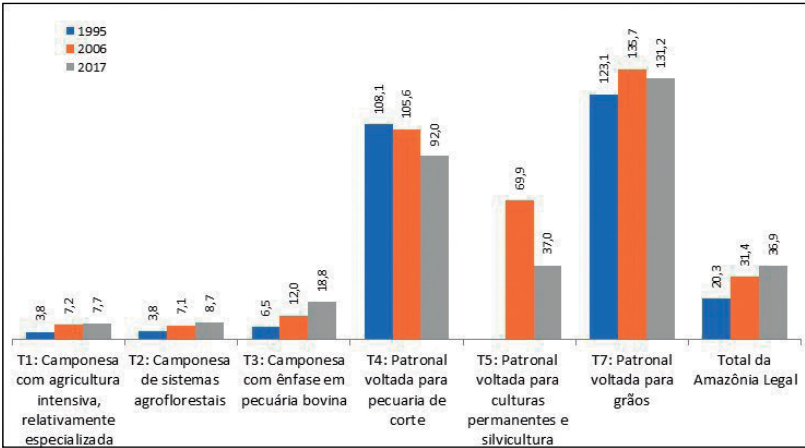
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 6 – Produtividade monetária da terra (PMT=VBPR/T) na economia agrária da Amazônia Legal, total e por trajetória tecnológica em 1995, 2006 e 2017



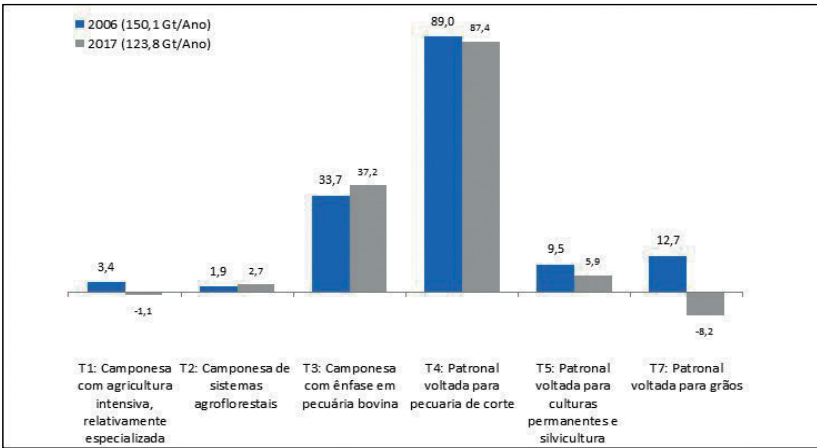
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 7 – Relação terra/trabalho (RelTL=T/L) na economia agrária da Amazônia Legal, total e por trajetória tecnológica em 1995, 2006 e 2017



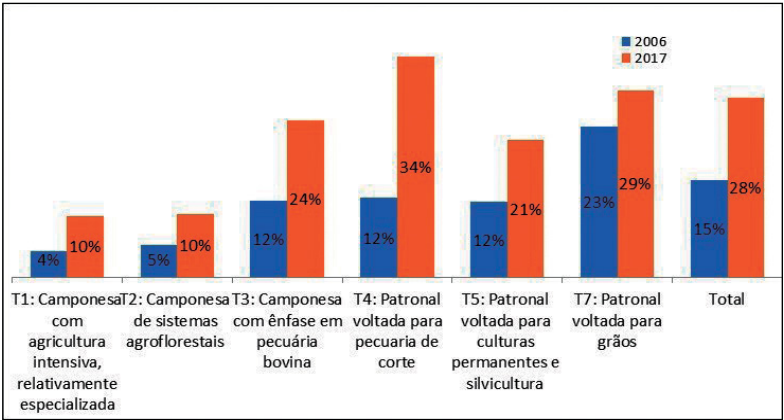
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 8 – Emissão líquida de CO2 por trajetória tecnológica na economia agrária da Amazônia Legal em 2006 e 2017 (Gt/Ano)



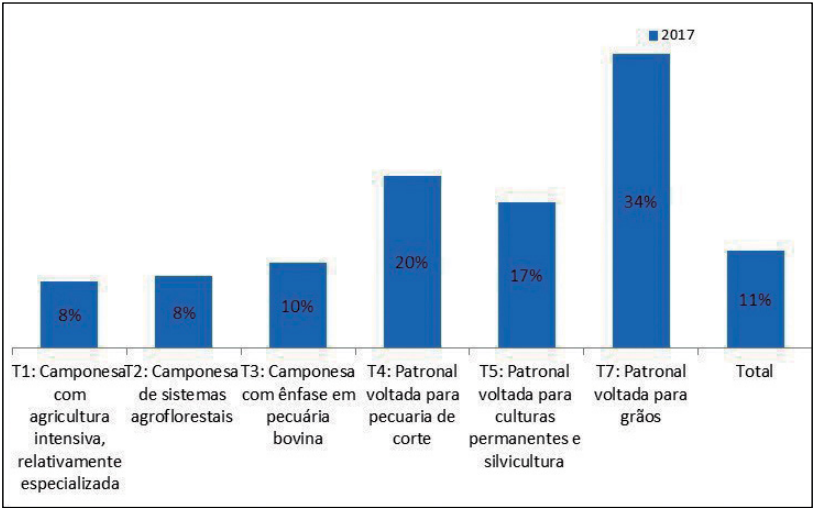
Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017). Ver Notas Metodológicas em Costa *et al.* (2021b, p. 104 e 107).

Gráfico 9 – Proporção do crédito no VBP das trajetórias tecnológicas na economia agrária da Amazônia Legal em 2006 e 2017 (% do VBP)



Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

Gráfico 10 – Proporção de estabelecimentos das trajetórias tecnológicas na economia agrária da Amazônia Legal que receberam assistência técnica em 2006 e 2017 (% do VBP)



Fonte: IBGE (1995, 2006, 2017).

A trajetória tecno-produtiva patronal com sistemas que convergem para a pecuária de corte, daqui em diante TTP4, teve, entre 1995 e 2006, um crescimento do VBPR modesto quando comparado com a TTP7, de 3,8% a.a. No período seguinte, porém, experimentou uma notável aceleração, para 7,8% a.a., garantindo com isso a segunda maior taxa média, de 5,8% a.a., entre todas as TTPs quando se considera o total do período (Gráfico 1).

Considerando que a produtividade monetária do trabalho da TTP4 vem em segundo lugar após a da TTP7, tal desenvolvimento corresponde de algum modo à expectativa teórica de que a concorrência de trajetória é path-efficient. Não obstante, há que se dedicar atenção ao fato de que na TTP4 a variável cresce em ritmo bem inferior ao verificado na TTP7, de modo que naquela representa fração decrescente desta última: respectivamente, 78%, 16% e 20% nos anos de censo agropecuário (Gráfico 4).

A produtividade monetária do trabalho da TTP4 tem crescido por influência principalmente da produtividade monetária da terra que, todavia, vem se mantendo como a menor entre todas as trajetórias, patronais e camponesas, como segue: representa 71% e 29% das TTP5 e TTP7 e 56%, 63% e 86% das TTP1, TTP2 e TTP3. A relação terra/trabalho tem reduzido levemente, de 108, para 106, para 92 hectares, mantendo-se, entretanto, a segunda maior, logo abaixo da TTP7. Trata-se, portanto, da TTP de uso mais extensivo da terra (Gráfico 5 e 6). As mudanças nessas variáveis que determinam a elevação da eficiência da trajetória resultam de aplicação de tecnologias mecânico-químicas na formação e manutenção das pastagens e melhoria dos rebanhos (Costa, 2021, p. 431).

A dinâmica descrita levou a uma perda de significado da TTP4 no VBPR de 28% para 24% no primeiro período intercensitário, recuperada parcialmente para 25% no período seguinte. Com estes pesos, a trajetória tem impactado as características da economia (Gráfico 1):

- no que se refere à concentração fundiária, uma vez que seus estabelecimentos se encontram entre os de maiores dimensões, com tamanhos médios maiores ou imediatamente abaixo dos da TTP7 – 1.410 ha em 1995, 894 ha em 2006 e 650 ha em 2017 (Gráfico 2);
- em relação ao grau e extensão do desmatamento desses acervos, a trajetória se situa, com exceção de 1995, na segunda posição, também logo abaixo da TTP7, respectivamente, com 47%, 56% e 57% (Gráfico 3).
- suas necessidades de terras sem mata crescem sistematicamente em termos absolutos: nos anos de censo, de 47,8 milhões de hectares em 1995, para 50,3 em 2006, chegando a 58,5 milhões em 2017 – 45% do total de terras desmatadas na economia agrária da Amazônia Legal (Gráfico 3).
- a emissão líquida de CO₂ associada a esse desmatamento e as tecnologias de manejo de pastagens comuns na TTP4, que incluem limpeza de pasto por queimada, é notável: 89 Gt por ano entre 1995 e 2006 e 87,4 Gt por ano entre 2006 e 2017 – respectivamente 59,3 e 70,6% do total de toda a economia agrária (Gráfico 7).

- é curioso que, com proporções maiores de terras sem matas nos seus estabelecimentos do que a TTP4, a TTP7 apresenta emissões líquidas de CO₂ bem mais baixas, 12,7 Gt por ano entre 1995 e 2006 e, mesmo, sequestro líquido de 8,2 Gt entre 2006 e 2017. Três coisas explicam esse desempenho:
- a TTP7 absorve (por adesão do mesmo proprietário ou por compra e venda entre diferentes proprietários) as terras que usa já desmatadas na TTP4, constituindo tal relação uma cooperação sistêmica entre as duas trajetórias. Isso se dá de modo que as notáveis emissões líquidas de CO₂ da última poderiam ser compartilhadas com a primeira e, por outro lado, ganhos adicionais por participação no mercado de terras poderiam justificar a capacidade de concorrência (expansão) da TTP4, considerando seus baixos desempenhos produtivos (Costa *et al.*, 2021).
- a TT7 adquire terras já desmatadas também de trajetórias camponesas, particularmente da TTP1, razão de conflitos extensamente descritos na literatura (Costa *et al.*, 2021).
- as operações de tratos culturais mecânicos ou químicos, típicos da TTP7, não obstante ambientalmente degradantes de outros modos, por tornarem inerte e compactar o solo, têm balanço de carbono menos negativo que as operações com queimadas normais na TTP4.

Não obstante as características pouco aderentes aos atributos de sustentabilidade, a relação da TTP4 com a política de fomento tem sido privilegiada: 20% de seus estabelecimentos receberam assistência técnica em 2017 (quase o dobro da média), ficando abaixo apenas da TTP7; quanto ao financiamento naquele ano, a proporção de 34% do seu VBPR foi a maior entre todas as trajetórias, quase o triplo de 2006 (Gráficos 8 e 9).

A terceira trajetória tecnológica patronal, a TTP5, dominada por sistemas homogêneos de culturas permanentes e silvicultura, responsável em 2017 por apenas 4% da área desmatada e 5% das emissões líquidas de CO₂, tem apresentado desempenho econômico modesto – cresceu à taxa de 0,7% a.a., reduzindo a participação na economia rural de 6% para 3% entre 2006 e 2017 (Gráfico 1).

Isso é compatível com o desempenho da produtividade monetária do trabalho, que tem crescido menos entre todas as trajetórias patronais (Gráfico 4). Os estabelecimentos da TTP5 são os menores entre todas as trajetórias patronais e têm reduzido o tamanho médio (474 em 2006 e 299 em 2017), como suas proporções de áreas desmatadas (51% e 50%) e emissões de CO₂ (9,5 e 5,9 Gt por ano) (Gráfico 7).

Entre as trajetórias patronais, a TTP5 tem sido a menos aquinhoadada pela política: em 2017 apenas 17% dos seus estabelecimentos receberam assistência técnica e apenas o equivalente a 21% do seu VBPR recebeu financiamento (em 2006 fora 12%) – em todos os casos, os piores índices (Gráficos 8 e 9).

3.2 AS TRAJETÓRIAS CAMPONESAS

Sobre as trajetórias camponesas, cabe destacar o seguinte:

A trajetória camponesa TTP1, que se caracteriza por sistemas de produção que tendem à especialização agrícola e recorre ao uso sistemático de insumos mecânicos e químicos (Costa, 2021, p. 525-526), particularmente em culturas temporárias, decresceu expressivamente entre 1995 e 2017: o número de estabelecimentos, de tamanho que variou em torno de 30 ha, de 330 mil para 208 mil (chegando a ser 145 mil em 2006), o número de trabalhadores de 1,2 milhões para 457 mil (chegando a 340 mil em 2006) e o VBP, evoluindo à taxa de -1,6% a.a. (Gráfico 1).

Parte dos que deixaram a TTP1 migrou para a trajetória camponesa TTP3, que se caracteriza pela importância crescente da pecuária bovina. Esta trajetória viu crescer, por isso, no mesmo período, o número de estabelecimentos de tamanho médio, que variou de 39 para 57 ha, de 172 para 295 mil, com o número de trabalhadores caindo de 571 mil para 481 mil (Gráfico 2).

- O VBP cresceu à taxa média de 4,8% a.a.: a mais elevada entre os camponeses, porém bem abaixo da média, no período, de modo que sua participação na economia caiu de 11% para 8% (Gráfico 2).
- O desempenho é compatível com o fato de que o crescimento da produtividade monetária do trabalho teve nessa trajetória o mais elevado desempenho entre as camponesas – de R\$ 6,4, para R\$ 10,6, para R\$ 21,2 mil reais por trabalhador ano, resultado principalmente do crescimento da relação terra/trabalho, de 6, para 12, para 19 ha por trabalhador, e secundariamente da produtividade monetária da terra, de R\$ 985, para R\$ 886, para R\$1.131 (Gráficos 4, 5 e 6).
- Ao lado disso, entre 1995 e 2017, enquanto a TTP1 reduzia pela sua participação relativa na área desmatada total de 8% para 4%, a TTP3 um pouco mais que dobrava, de 6% para 13%; igualmente, enquanto a proporção média da área desmatada da primeira, que crescera de

45% 55% entre 1995 e 2006, decresce para 52% no período seguinte, a da segunda cresce continuamente de 55% para 60% e para 69% nos mesmos períodos (Gráfico 3);

- Tendência semelhante se verifica em relação às emissões líquidas de CO₂: enquanto as da TTP1 tornaram-se negativas (sequestro líquido), as da TTP3 cresceram de 33,7 para 37,2 Gt, passando a representar 30% do total em 2017, quando foram 22% em 2006 (Gráfico 7).

Em outro movimento, parte dos estabelecimentos da TTP1 migrou para a trajetória camponesa TTP2, baseada em sistemas agroflorestais (SAFs), seja nos que resultam de manejo do bioma originário (SAFs-F), seja nos que o imitam em sistemas regenerativos (SAFs-A) – para uma caracterização ver Costa (2020); também Costa (2021, p. 426). Diferentemente de todas as demais TTPs, patronais ou camponesas, que tendem à especialização, a TTP2 se baseia em sistemas diversificados, neles assenta sua expansão e deles deriva sua eficiência. Com efeito, o número de estabelecimentos da TTP2, cujo tamanho médio subiu de 27 a 38 ha, cresceu de 181 para 227 mil. O VBP, por seu turno, cresceu a taxas importantes, em média 3,5% a.a., representando 5% da economia rural da Amazônia Legal em 2017 (Gráficos 1 e 2).

Tal desempenho é, também, no sentido já acima discutido, *path-efficient*, ou seja, compatível com o desempenho da produtividade monetária do trabalho da trajetória, que cresceu de R\$ 5,1 para R\$ 10,8 para R\$ 13,2 mil reais por ano, resultado de um crescimento da produtividade da terra de R\$ 1,3 para R\$ 1,5 mil reais por ano e da relação terra/trabalho que cresce de 4, para 7 e para 9 ha por trabalhador (Gráfico 4, 5 e 6). Suas emissões líquidas de CO₂ foram de 1,9 Gt e 2,7 t, as mais baixas emissões em termos absolutos e relativos da economia em questão (Gráfico 7).

A política vem tratando as trajetórias camponesas em segundo plano comparativamente às trajetórias patronais: a média das proporções de estabelecimentos camponeses que receberam assistência técnica em 2017 foi de aproximadamente 24%, enquanto a dos estabelecimentos camponeses foi de aproximadamente 9%. Em relação ao crédito, no mesmo ano, as proporções em relação ao VBPR foram de 15% e 28% (Gráficos 8 e 9).

Ao mesmo tempo, a política vem hierarquizando as trajetórias camponesas entre si, privilegiando a TTP3, que em 2017 teve 10% dos seus estabelecimentos com assistência técnica, enquanto as outras duas tiveram apenas 8%. O financiamento foi equivalente a 24% do seu VBPR, quando nas demais não passou de 10% - praticamente o mesmo desnível verificado em 2006, de 12% para 4% e 5% (Gráficos 8 e 9).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E INDICAÇÃO DE POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Desde o Relatório Brundtland, publicado em 1987, evoluem movimentos de ideias e ações correlacionadas cruciais para o nosso tempo: o reconhecimento de que uma crise ecológica se instalara, inerente aos padrões de crescimento das sociedades industriais, os quais, ademais, aprofundavam desigualdades sociais que não eram neutras na crise ambiental e o estabelecimento de princípios orientadores de um desenvolvimento na contramão dessa crise. Nos anos que se seguiram, em oposição à insustentabilidade que se conseguia discernir nos processos reprodutivos das sociedades contemporâneas, se desenvolveu um ideário de sustentabilidade, mediante o qual disposições e instituições devem primar por crescimento ecologicamente prudente, socialmente equânime e economicamente viável. Com isso, se estabeleceu a esperança de garantir para as gerações futuras as condições naturais que fundamentaram a existência das atuais.

Para dar concretude ao ideário do desenvolvimento sustentável, se delinearam os programas “Crescimento Verde”, do Banco Mundial, e “Economia Verde” da ONU, e, mais recentemente, os green new deals formulados por diferentes governos. As ideias e ações em torno da noção de bioeconomia, com grande força no presente momento, fazem parte desse esforço.

Conceitos e práticas de bioeconomia vêm se desenvolvendo carregados do sentido de transição ecológica, do insustentável para o sustentável: dos pontos em que trajetórias tecno-produtivas se mostram insustentáveis (por se aproximarem das fronteiras em que eliminarão seus fundamentos naturais) para outros, a partir dos quais, presumivelmente, elas retomariam o crescimento com atributos de sustentabilidade. Assim, ali onde as técnicas produtivas, por seus conteúdos mecânicos e químicos, se mostram, como emissoras de hidrocarbonetos, cumulativa e perigosamente degradantes para a vida, desenvolvem-se tensões que configuram ambientes de inovações em processos de base biológica – biotecnologias. Ali onde são os meios e resultados dos processos produtivos, pelas suas constituições inorgânicas ou existências finitas, os vetores de agressão aos ciclos vitais da natureza, se enfatiza o desenvolvimento de produtos de base biológica e renovável. Essas duas rotas fundam bioeconomias focadas na redução da “pegada de carbono” das trajetórias do paradigma mecânico-químico.

As trajetórias do paradigma mecânico-químico vêm avançando em ritmos variados na Amazônia, impactando profundamente seu desenvolvimento social e ambiental. As mais rápidas são as trajetórias patronais TTP4 e TTP7, com VBPR crescendo, respectivamente, a 5,8% e 10,0% a.a. Considerando as características tecnológicas dessas trajetórias que, mesmo tendo reduzido suas relações terra-trabalho, chegam em 2017 com valores muito altos de 92 e 131 ha/trabalhador (a primeira, quase 5 vezes a da TTP3, mais que 9 vezes a da TTP2 e mais que 11 vezes a da TTP1, no que se refere às trajetórias camponesas; três vezes a da patronal TTP5; a segunda, sendo 1/3 maior, apresenta diferenças correspondentemente mais elevadas). Tal desempenho requereu, entre 2006 e 2017, a incorporação produtiva de 1,1 milhão de hectares pela TTP4 e 9,9 milhões de hectares pela TTP7. Assim, ao todo, 11 milhões de hectares, foram necessariamente, para tanto desmatados. Essas áreas desmatadas representavam, em 2017, 74% de todo desmatamento – esta, uma proxy da entropia, a contraparte ambiental de seus desempenhos econômicos. Por outro lado, as duas trajetórias privatizaram grandes volumes de terras públicas, colocando-se nos estratos maiores de propriedades, representando vetores de concentração e aprofundamento das desigualdades econômicas e sociais que caracterizam o país.

A trajetória patronal TTP5, baseada em plantios homogêneos de culturas permanentes em bases técnicas também mecânico-químicas - de menor impacto no que se refere à pegada de carbono comparativamente às TTP4 e TTP7, mas corrosiva em termos de biodiversidade – teve desempenho econômico modesto, crescendo a meros 0,7% a.a. Convém investigar as razões desse desempenho, tendo presente as evidências de que sistemas botânicos homogêneos, de baixa resiliência, são vulneráveis aos inúmeros e geralmente desconhecidos patógenos que os atacam, a partir da mega diversidade biológica própria do bioma amazônico.

Dentre as trajetórias camponesas, a TTP1 se apresenta como a mais claramente orientada para especialização e intensificação mecânico-química da produção agrícola. Em termos econômicos, encontra-se em crise, com produtividade monetária do trabalho em queda em 2017.

Outra trajetória camponesa, a TTP3, se orienta para especialização e o uso cada mais intenso de insumos mecânico-químicos, dessa vez na pecuária. Trata-se, por suposto, de uma pecuária de pequeno porte, que faz parte de sistemas produtivos bem mais diversos que os da TTP4 – a patronal voltada à pecuária –, apresentando, por isso, atributos produtivos

distintos: a produtividade monetária da terra, em 2017, é 16% acima e a relação terra/trabalho menos que 1/5 das da TTP4. Comparada às demais trajetórias camponesas, todavia, a TTP3 destaca-se porque apresenta a menor produtividade monetária da terra e a maior relação terra/trabalho entre todas. Não obstante, logra atingir, em 2017, tendo partido de patamar semelhante às demais em 1995, a maior produtividade monetária do trabalho entre os camponeses - essa parece ser a sua força. Suas variáveis de entropia ambiental, todavia, têm se deteriorado significativamente, iniciando pelo fato de que sua participação no desmatamento dobrou de 6% para 12% no período.

Todavia, se desenvolvem na Amazônia trajetórias orientadas por paradigma agroecológico ou agroflorestal, pautado na biodiversidade, contrarrestando a erosão biológica. A TTP2, apresentada com maior detalhe em Fernandes *et al.* (2022), vem crescendo à taxa de 3,5% a.a. Esta representa a afirmação de uma vertente da produção rural que, sob a égide da racionalidade camponesa, interagindo com saberes ancestrais e laboratoriais, se distancia do paradigma mecânico-químico que orienta as variantes tecnológicas das demais trajetórias. Investindo em sistemas botânicos que derivam eficiência da diversidade, da sinergia de sua ecologia e da resiliência resultante, os SAFs, nas suas duas variantes, como SAFs-F (silviagricultura) ou SAFs-A (agroflorestania), vêm conquistando espaço econômico e físico: em todo o período, estabelecimentos de outras trajetórias, principalmente da camponesa TTP1, se deslocaram para ela levando um acervo produtivo de 3,7 milhões de hectares. Convém uma investigação a fundo das possibilidades futuras desse fenômeno, eis que aqui se assentam as chances de uma bioeconomia bioecológica capaz de gerar entropia negativa - negentropia ou sintropia.

Em perspectiva do desenvolvimento sustentável, considerando as características descritas, recomenda-se que a política se volte para o fortalecimento enfático da TTP2, mobilizando as capacidades tecnológicas já existentes no contexto do paradigma agroflorestal e agroecológico. Isso se dá pelos atributos de baixa entropia física, elevada capacidade de produzir negentropia e alto potencial distributivo. Além disso, recomenda-se fortalecer, igualmente, a TTP5, caracterizada por baixa emissão líquida de CO₂, reorientando-a para maior nível de diversidade biológica e complexidade – algo que se poderia designar SAFs empresariais; e a TTP1, reorientando-a também para maior nível de diversidade e complexidade ou patrocinando a migração organizada para a TTP2. Deveria, por outra parte,

conter a TTP4 e fortemente reorientar a TTP7 e a TTP3. Nesses processos de reorientação, se devem mobilizar os repertórios de esverdeamento – por variantes de inovações biotecnológicas e de bioprodutos – das trajetórias guiadas pelo paradigma mecânico-químico. Não se deve, todavia, perder de vista os limites dessas variantes que, se mantendo dependentes da mecânica, podem se manter agressoras insustentáveis da biodiversidade. É necessário, pois, que se recorra, também, visando a conversão da TTP7 e da TTP4, a portfólios do paradigma agroflorestal, como as alternativas que hoje avançam da agricultura sintrópica de grande escala.

Como executada hoje, todavia, a política atua seguindo pauta contrária: privilegia, tal como são, a TTP4, a TTP7 e a TTP3, praticamente desconhece a TTP2 e tem pouco a oferecer à TTP1 e TTP5. Os órgãos de fomento, por outro lado, ignoram os portfólios e repertórios técnicos do paradigma agroflorestal ou agroecológico, porque as fontes de conhecimento que formam, orientam e municiam de novos materiais e capacidades seus técnicos não os reconhecem. Um programa de desenvolvimento sustentável para a Amazônia não pode negligenciar esses aspectos.

Por outra parte, há que tratar os mecanismos que vem privatizando de modo profundamente concentrador os ativos fundiários e ambientais públicos da Amazônia nos estabelecimentos da TTP4 e TTP7: não ter estratégia para esta questão será tornar a oportunidade de mudanças de um incontornável Amazon New Deal em mais um momento histórico de confirmação da desigualdade social que, como um estigma, marca o país e boicota seu desenvolvimento.

Aliás, não é mais que um macrofenômeno de concentração o fato da economia agrária da Amazônia Legal vir crescendo a taxas elevadas de 6,4% a.a. por quase um quarto de século graças ao ritmo significativamente mais rápido, 8,4% a.a. para 1,8% a.a., das trajetórias patronais comparativamente às camponesas, invertendo a composição da economia agrária da Região Norte: o peso do segmento camponês, que em 1995 era de 46% e, em 2006, 31% do VBP, reduziu para 17% em 2017; a patronal atingiu, neste último ano, 83%.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. A. **Agroecologia**: as bases científicas da agricultura alternativa. Rio de Janeiro, PTA/Fase, 1989.

ALTVATER, E. **O preço da riqueza**. São Paulo: Editora da UNESP, 1995.

ARTHUR, W. B. Increasing returns and path dependence in the economy. *In*: DOSI, G. *et al.* (ed.). **Technical change and economic theory**. London and New York: Printer Publisher, 1994. p. 608-635.

BECKER, B. K. Síntese do processo de ocupação da Amazônia – Lições do passado e desafios do presente. *In*: BRASIL. **Causas e dinâmicas do desmatamento na Amazônia**. Brasília, DF: MMA, 2001. p. 5-28.

BECKER, B. K. Reflexões sobre a geopolítica e a logística da soja na Amazônia. *In*: COSTA, W. M.; BECKER, B. K.; ALVES, D. S. A. (org). **Dimensões humanas da biosfera-atmosfera da Amazônia**. São Paulo: Edusp, 2007. p. 113-128.

BELMONTE-UREÑA, L. J., PLAZA-ÚBEDA, J. A, VAZQUEZ-BRUST, D., YAKOVLEVA, N. Circular economy, degrowth and green growth as pathways for research on sustainable development goals: A global analysis and future agenda. **Ecological Economics**, [s. l.], vol. 185, e107050, 2021.

BEUS, C. E; DUNLAP, R. E. Conventional versus alternative agriculture: the paradigmatic roots of the debate. **Rural Sociology**, [s. l.], vol. 55, n. 4, p. 590-616, 1990.

BIRCH, K. Knowledge, place, and power: geographies of value in the bioeconomy. **New Genetics and Society**, [s. l.], vol. 31, n. 2, p. 183-201, 2012.

BLOOMFIELD, J.; STEWARD, F. The politics of the green new deal. **The Political Quarterly**, [s. l.], vol. 91, n. 4, p. 770-779, 2020.

BUGGE, M. M.; HANSEN, T.; KLITKOU, A. what is the bioeconomy? A review of the literature. **Sustainability**, [s. l.], vol. 8, n. 691, p. 1-22, 2016.

CARPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. Brasília, DF: MDA-SAF-Dater-IIICA, 2004.

CHAYANOV, A. **Die Lehre von der bäuerlichen Wirtschaft: versuch einer theorie der familienwirtschaft im landbau**. Berlin: Verlag Paul Parey, 1921.

CHERUBINI, F. The biorefinery concept: using biomass instead of oil for producing energy and chemicals. **Energy Conversion and Management**, [s. l.], v. 51, n. 7, p. 1412-1421, 2010.

COLLICOTT, B. J. The metaphysical transition in farm: from the Newtonian-mechanical to Eltonian-ecological. **Journal of Agricultural Ethics**, [s. l.], vol. 3, p. 36-49, 1990.

COSTA, F. A. O investimento camponês: considerações teóricas. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 15, p. 83-100, 1995.

COSTA, F. A. Trajetórias Tecnológicas como objeto de políticas de conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 8, n. 1, p. 35-86, 2009.

COSTA, F. A. **Economia camponesa nas fronteiras do capitalismo: teoria e prática nos EUA e na Amazônia Brasileira**. Belém: NAEA, 2012a.

COSTA, F. A. **Formação agropecuária na Amazônia: os desafios do desenvolvimento sustentável**. Belém: NAEA, 2012b.

COSTA, F. A. Heterogeneidade estrutural, tecnologias concorrentes, desenvolvimento sustentável: uma proposta teórica para o tratamento da dinâmica agrária referida a território, com menção especial à Amazônia. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental (IPEA)**, Brasília, DF, v. 8, p. 11-26, 2013.

COSTA, F. A. O momento, os desafios e as possibilidades da análise econômica territorial para o planejamento do desenvolvimento nacional. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 24, p. 613-644, 2014.

COSTA, F. A. **A Brief Economic History of the Amazon: 1720-1970**. New Castle: Cambridge Scholars Publishing, 2019.

COSTA, F. A. Economia camponesa referida ao bioma da Amazônia: atores, territórios e atributos. **Papers do NAEA**, Belém, n. 476, p. 1-22, 2020.

COSTA, F. A. Structural diversity and change in rural Amazonia: a comparative assessment of the technological trajectories based on agricultural censuses (1995, 2006 and 2017). **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 31, p. 415-45, 2021.

COSTA, F. A. From the appropriation of public lands to the dynamics of deforestation: the formation of the land market in the Amazon (1970-2017). **Nova Economia**, Belo Horizonte, v.33, p.305-333, 2023.

COSTA, F. A. Database of Rural Technological Trajectories of the Legal Amazon delimited by the Method of Differentiation and Structural Signification of Rural Production. **Zenodo**, [s. l.], 30 Aug. 2022b. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.7035753>. Acesso em: 10 mar. 2024.

COSTA, F. A.; FERNANDES, D. A. Dinâmica agrária, instituições e governança territorial para o desenvolvimento sustentável da Amazônia. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 20, p. 517-552, 2016.

COSTA, F. A.; SCHMINK, M.; HECHT, S.; ASSAD, E. D.; BEBBINGTON, D.H.; BRONDIZIO, E. S.; FEARNSIDE, P. M.; GARRET, R.; HEILPERN, S.; McGRAPH, D.; OLIVEIRA, G.; PEREIRA, H. S. Complex, diverse, and changing agribusiness and livelihood systems in the Amazon. In: SPA. (ed.). **Science Panel for the Amazon Assessment Report 2021: Social-Ecological Transformations: Changes in the Amazon**. 1 ed. New York: United Nations Sustainable Development Solutions Network, 2021. v. 2, p. 1-59.

COSTANZA, R.; GRAUMLICH, L. J.; STEFFEN, W. **Sustainability or collapse?** An integrated history and future of people on earth. Cambridge: MIY Press, 2007.

DALY, H. **Steady State Economics**. San Francisco: W. H. Freeman, 1977.

DALY, H.; FARLEY, J. **Ecological Economics: principles and applications**. Washington, DC: Island Press, 2004.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, [s. l.], vol. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

DREGSON, A. R. Two philosophies of agriculture: from industrial paradigm to natural pattern. **The trumpeter: voices from the Canadian Ecophilosophy Network** 3, [s. l.], p. 17- 22, 1985.

FAUCHEUX, S. ; NOËL, J. F. **Économie des ressources naturelles et de l'environnement**. Paris: Armand Colin Éditeur, 1995.

FERNANDES, D. A.; COSTA, F. A.; FOLHES, R. T.; SILVA, H.; VENTURA NETO, R. **Por uma bioeconomia da socio-biodiversidade na Amazônia: lições do passado e perspectivas para o futuro**. São Paulo: MADE-FEA/USP, 2022. (Nota de Política Econômica no. 023).

FOLHES, R. T.; FERNANDES, D. A. A dominância do paradigma tecnológico mecânico-químico- genético nas políticas para o desenvolvimento da bioeconomia na Amazônia. **Papers do NAEA**, Belém, n. 540, p. 1-25, 2022.

FREEMAN, C. The 'National System of Innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, [s. l.], v. 19, p. 5-24, 1995.

GARRETT, R. D.; RUEDA, X.; LAMBIN, E. F. Globalization's unexpected impact on soybean production in South America: Linkages between preferences for non-genetically modified crops, eco-certifications, and land use. **Environmental Research Letters**, [s. l.], vol. 8, e044055, 2013.

GEORGESCU-ROEGEN, N. Economic Theory and Agrarian Economics. **Oxford Economic Papers**, [s. l.], vol. 12, n. 1, p. 1-40, 1960.

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

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. **Da lavoura às biotecnologias**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.

GREGIO, J. V. **Agricultura sintrópica: produzindo alimentos na floresta, das raízes do aimpim ao dossel das castanheiras**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2018.

GUHA, R.; MARTINEZ-ALIER, J. **Varieties of Environmentalism: essays North and South**. London: Earthscan Publications, 1997.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W. **Agricultural development: an international perspective**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1980.

HECHT, S. Environment, development and politics: capital accumulations and the livestock sector in Eastern Amazonia. **World Development**, [s. l.], vol. 13, p. 663-684, 1985.

HECHT, S. The new rurality: globalization, peasants and the paradoxes of landscapes. **Land Use Policy**, vol. 27, p. 161-169, 2010.

HIROTA, M. *et al.* Resilience of the Amazon Forest to Global Changes: Assessing the Risk of Tipping Points. *In: SPA. Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021*. New York: SPA, 2021. p. 1-35.

IBGE. Censo agropecuário: principais resultados 1995. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 1995. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/20700-1995-1996-censoagro1995.html>. Acesso em: 10 mar. 2024.

IBGE. Censo agropecuário 2006. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Censo_Agropecuario/Censo_Agropecuario_2006/Segunda_Apuracao/censoagro2006_2apuracao.pdf. Acesso em: 10 mar. 2024.

IBGE. Censo agropecuário: resultados. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em: 10 mar. 2024.

IISD. International Institute for Sustainable Development. **IISDnet**, [s. l.], 2000. Disponível em <http://iisd1.iisd.ca/measure/bellagio1.htm>. Acesso em: 10 mar. 2024.

JACOBS, M. Sustainable Development as a Contested Concept. In: DOBSON, A. (ed.). **Fairness and Futurity: essays on environmental sustainability and social justice**. Oxford: Oxford University Press, 1999. p. 21-45.

JACOBS, M. Green Growth: economic theory and political discourse. **Centre for Climate Change Economics and Policy**, [s. l.], n. 108, p. 1-24, 2012.

KASZTELAN, A. Green Growth, Green Economy and Sustainable Development: Terminological and relational discourse. **Prague Economic Papers**, [s. l.], vol. 26, n. 4, p. 487-499, 2017.

KEYNES, J. M. **Teoria geral do emprego do juro e do dinheiro**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1972.

LEVIDOW, L.; BIRCH, K.; PAPAIOANNOU, T. Divergent paradigms of European agro-food innovation: the knowledge-based bio-economy (KBBE) as an R & D agenda. **Sci. Technol. Hum. Values**, [s. l.], vol. 38, p. 94-125, 2013.

LUSTOSA, M. C. J. Inovação e tecnologia para uma economia verde: questões fundamentais. **Política Ambiental**, [s. l.], n. 8, p. 110-122, jun. 2011.

MARQUES, P. R. **As propostas internacionais para um Green New Deal: pautando a transição para uma economia verde no Brasil pós-pandemia**. São Paulo: MADE-FEA/USP, 2020. (Nota de Política Econômica nº 002).

MARTINS, J. S. **Expropriação e violência (a questão política no campo)**. São Paulo: Hucitec, 1980.

MAZZUCATO, M. **The Green Entrepreneurial State**. Sussex: University of Sussex, 2015.

MEADOWS, D. L.; MEADOWS, D. H.; RANDERS, J.; BEHRENS, W. W. **Limites do crescimento: um relatório para o Projeto do Clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Perspectiva, 1972.

MORÁN, E. F. **A ecologia humana das populações da Amazônia**. Petrópolis: Vozes, 1990.

MUELLER, C. **Os economistas e as relações entre sistema econômico e meio ambiente**. Brasília, DF: UNB-FINATEC, 2007.

NASCIMENTO, E. P. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012.

NEHRING, R. Yield of dreams: marching west and the politics of scientific knowledge in the Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa). **Geoforum**, [s. l.], vol. 77, p. 206-217, 2016.

NOBRE, C. *et al.* (ed.). **Executive Summary of the Amazon Assessment Report 2021**. New York: SPA, 2021.

NOBRE, M.; AMAZONAS, M. (org.). **Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito**. Brasília: IBAMA-CEBRAP, 2012.

NORGAARD, R. B. Coevolutionary development potential. **Land Economics**, [s. l.], vol. 60, n. 2, p. 160-173, 1984.

NORGAARD, R. B. Sustainable Development: a coevolutionary view. **Futures**, [s. l.], vol. 20, n. 6, p. 606-620, 1988.

NUGENT, S. **Amazonian caboclo society: an Essay on Invisibility and Peasant Economy**. Oxford: Berg, 1993

OLIVEIRA, G. L. T. The geopolitics of Brazilian soybeans. **Journal of Peasant Studies**, [s. l.], vol. 43, p. 348-372, 2016.

PASINI, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Conservação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

PEARCE, D. W. The limits of cost benefit analysis as a guide to environmental policy. **Kyklos**, [s. l.], vol. 29, p. 97-112, 1976.

PEARCE, D. W. Economics, equity and sustainable development. **Futures**, [s. l.], vol. 20, p. 598-606, 1988.

RAWLS, J. **A theory of justice**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

REBELLO, J. F. S.; SAKAMOTO, D. G. **Agricultura Sintrópica em Larga Escala, resultados e desafios**. Alto Paraíso: CEPEAS-ICMBio, 2022.

REDCLIFT, M. Sustainable development: needs, values, rights. **Environmental Values** 2, [s. l.], no. 1, p. 3-20, 1993.

ROMEIRO, A. R. **Meio ambiente e dinâmica de inovação na agricultura**. São Paulo: Fapesp/Annablume, 1998.

SCARLAT, N.; DALLEMAND, J. F.; MONTOTI-FERRARIO, F.; NITA, V. The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: policies and facts. **Environmental Development**, [s. l.], vol. 15, p. 3-34, July 2015.

SCHMINK, M. Land conflicts in Amazonia. **American Ethnologist**, [s. l.], vol. 9, n. 2, p. 341- 357, 1982.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SERROA DA MOTTA, R. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 2005.

UNEP. **Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication**. Washington, DC: United Nations Environment Program, 2011.

VEIGA J. E. Indicadores ambientais: evolução e perspectivas. **Revista de Economia Política**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 421-435, 2009.

VEIGA, J. E. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor**. São Paulo: Senac, 2012.

VELHO, O. G. **Capitalismo autoritário e campesinato**. São Paulo: Difel, 1976.

WCED. **Our Common Future**. Oxford/New York: Oxford University Press, 1987.

WORLD BANK. **Green Growth Report**. Washington, DC: WB, 2012.