

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS

MAURÍLIO DE ABREU MONTEIRO
Organizador

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS



Universidade Federal do Pará – UFPA

Reitor: Emmanuel Zagury Tourinho

Vice-Reitor: Gilmar Pereira da Silva

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-Graduação: Maria Iracilda da Cunha Sampaio

Núcleo de Altos Estudos Amazônicos – NAEA

Diretor Geral: Armin Mathis

Diretora Adjunta: Mirleide Chaar Bahia

Editora NAEA

Editor-Chefe: Silvio José de Lima Figueiredo

Divisão de Editoração: Aurilene Ferreira Martins e Albano Rita Gomes

Conselho Científico

Presidente - Prof. Dr. Armin Mathis – Universidade Federal do Pará

Vice-Presidente - Profa. Dra. Mirleide Bahia – Universidade Federal do Pará

Profa. Dra. Ana Paula Vidal Bastos – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Alberto Mejías Rodríguez – Universidad de La Habana, Cuba

Prof. Dr. Germán Alfonso Palacio Castañeda – Universidad Nacional de Colombia,

Letícia Profa. Dra. Maria Manuel Rocha Teixeira Baptista – Universidade de Aveiro,

Portugal Prof. Dr. Miguel Piñedo-Vasquez – Columbia University – New York, EUA

Prof. Dr. Ronaldo de Lima Araújo – Universidade Federal do Pará

Coordenação de Comunicação e Difusão Científica

Armin Mathis

MAURÍLIO DE ABREU MONTEIRO
Organizador

AMAZÔNIA

A REGIÃO DE CARAJÁS



BELÉM
2023

Diagramação

Triunfal Gráfica e Editora

Foto de capa

Agropecuária Santa Barbara (Xinguara, Pará), antiga área dos castanheais Espírito Santo e Carajás.
Autor: Bloomberg (Getty Images)

Criação da capa

Lucas França Rolim

Revisão de texto

Conforme as regras do novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa.
Andrew Caetano (Editora Cubo)

Padronização e normatização

Lucas França Rolim
Idelvandro José de Miranda Fonseca

Editoração final

Aurilene Ferreira Martins
Editora NAEA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Biblioteca do NAEA/UFPA-Belém-PA

A489 Amazônia: a região de Carajás [recurso eletrônico] / Maurílio de Abreu Monteiro, organizador. — Belém: NAEA, 2023.
756 p.: il. 18,2 x 25,7 cm.

Inclui bibliografias
ISBN 978-85-7143-217-8

1. Carajás, região de (PA) - Desenvolvimento. 2. Desenvolvimento sustentável - Carajás, região de (PA). 3. Minas e recursos minerais - Carajás, região de (PA). 4. Planejamento regional - Amazônia. 5. Amazônia - Condições econômicas. I. Monteiro, Maurílio de Abreu, org.

CDD 23. ed. – 330.98115

Elaborado por Maria do Socorro Barbosa Albuquerque – CRB-2/871

Disponível em:

<https://doi.org/10.4322/978-85-7143-217-8>

© Direitos Reservados aos autores

Editora NAEA

Av. Perimetral, nº 1 - Campus Universitário do Guamá
Belém - PA - CEP 66.075-750 – (91) 3201-7231
naeaeditora@gmail.com, editora_naea@ufpa.br

SUMÁRIO

Prefácio	1
<i>Carlos Antônio Brandão</i>	
Parte 1 Região, aspectos teóricos e metodológicos	7
1 A importância heurística da região, uma nota	9
<i>Marcos Alexandre Pimentel da Silva</i>	
2 Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás	17
<i>Maurílio de Abreu Monteiro e Regiane Paracampas da Silva</i>	
3 Modernização caricata e acumulação capitalista na Amazônia: o caso da região de Carajás	35
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Mirleide Chaar Babia e Edna Maria Ramos de Castro</i>	
4 Ajuste espacial e temporal na Amazônia: reflexões sobre fronteira do capital e des-re-configurações territoriais	53
<i>Fernando Michelotti, Humberto Miranda do Nascimento e Evaldo Gomes Júnior</i>	
5 Um diálogo possível? Aproximações e ressignificações do inventário furtadiano na interpretação da região de Carajás	77
<i>Rafael Gonçalves Gumiero</i>	
6 Natureza, infraestrutura, mineração e urbanização: cartografando interseções históricas na região de Carajás	93
<i>Patrícia Capanema Álvares Fernandes</i>	
Parte 2 Tópicos da história regional	115
7 A Amazônia em páginas impressas: a Série Realidade Brasileira da <i>Folha de S. Paulo</i>	117
<i>Eduardo de Melo Salgueiro</i>	
8 Alteridades e outridades na região de Carajás	139
<i>Idelma Santiago da Silva, Flávia Marinho Lisboa e Laécio Rocha de Sena</i>	
9 Privatização de terras na Amazônia: o caso do Polígono dos Castanhais	159
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Amarildo José Mazutti e Regiane Paracampas da Silva</i>	
10 O passado autoritário e seus rastros: 50 anos da Guerrilha do Araguaia (1972-2022)	183
<i>Janaílson Macêdo Luiz</i>	
11 Ouro, empresas e garimpeiros na Amazônia: o caso emblemático de Serra Pelada	207
<i>Maurílio de Abreu Monteiro, Maria Célia Nunes Coelho, Raimundo Garcia Cota e Estêvão José da Silva Barbosa</i>	
12 Estado de Carajás: vontades de verdade em (dis)curso	231
<i>Flávia Marinho Lisboa</i>	

13 Do pentecostalismo à terra de realização <i>Fernando Arthur de Freitas Neves</i>	257
Parte 3 Economia e região	279
14 Crescimento econômico e competitividade espúria na Amazônia: o caso da região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	281
15 Mercantilização de recursos naturais, desigualdade e pobreza na Amazônia: a região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	309
16 Relações mercantis e hierarquias na região de Carajás: um perfil econômico a partir de registros fiscais do estado do Pará <i>Lucas Rodrigues</i>	341
17 O FNO na região amazônica de Carajás: aprofundando o caráter primário e deletério da economia regional <i>Rafael Gonçalves Gumiero</i>	361
18 A escala nacional importa? O novo padrão de acumulação no Brasil e a centralidade da região de Carajás <i>Giliad de Souza Silva</i>	381
Parte 4 Conformação da rede urbana	415
19 A inserção das cidades na configuração da fronteira amazônica: um estudo de morfologia urbana na região de Carajás, 2010 – 2020 <i>José Júlio Ferreira Lima e Lucas França Rolim</i>	417
20 Núcleos urbanos informais em Carajás: o caso das Regiões Imediatas de Marabá e Parauapebas <i>Sergio Moreno Redón, Gabriel Moraes de Outeiro, Ana Carolina Campos de Melo e Rafael Gonçalves Gumiero</i>	441
21 Saneamento básico e pobreza na Amazônia: um diagnóstico para a região de Carajás <i>Daniel Nogueira Silva, Emílio Campos Mendes e Ritbielly Lira Sousa</i>	467
22 Panorama midiático da região de Carajás <i>Elaine Javorski Souza</i>	485
Parte 5 Ensino e escola	503
23 Letramento precário: uma faceta da configuração da região de Carajás <i>Vanja Elizabete Sousa Costa, Maurílio de Abreu Monteiro e Gabriel Costa Oliveira</i>	505
24 A escola como objeto de pesquisa histórica na e sobre a região de Carajás: notas iniciais <i>Erinaldo Vicente Cavalcanti</i>	523

25 Para superar abismos no ensino: um outro modo de organizar e construir conhecimento <i>Rosemeri Scalabrin</i>	545
Parte 6 Elementos do agrário regional	569
26 Trajetórias produtivas no agrário amazônico: o caso da região de Carajás <i>Maurílio de Abreu Monteiro</i>	571
27 Cenário e perspectivas para a produção animal na região de Carajás <i>Anaiane Pereira Souza, Caroline Nebo, Fernanda Franco Alves e Ester da Silva Criança</i>	613
28 Caracterização produtiva da atividade leiteira em estabelecimentos na região de Carajás <i>Jefferson Rodrigues Gandra, Fabíola Miranda da Silva, Lucas Magovski Soares, Paulo Vinícius da Costa Mendes, Erika Rosendo de Sena Gandra e Milena Raiane Alves da Silva</i>	637
29 O ônus ambiental do paradigma agropecuário em Carajás e a construção de alternativas <i>Diego de Macedo Rodrigues e Maurílio de Abreu Monteiro</i>	655
Parte 7 Domínios da natureza	675
30 Componentes naturais da paisagem na região de Carajás <i>Estêvão José da Silva Barbosa, Maria Rita Vidal, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas e Larissa Nascimento Fanjas da Silva</i>	677
31 Geoeecologia: aportes para uma aproximação taxonômica das unidades de paisagens para a região de Carajás <i>Maria Rita Vidal, Abraão Levi dos Santos Mascarenhas, Edson Vicente da Silva e Estêvão José da Silva Barbosa</i>	707
32 A matriz hidrográfica da região de Carajás: um estudo sobre unidades fluviais e pressões espacialmente explícitas na paisagem <i>Keid Nolan Silva Sousa</i>	729
Sobre as autoras e os autores	751

O ÔNUS AMBIENTAL DO PARADIGMA AGROPECUÁRIO EM CARAJÁS E A CONSTRUÇÃO DE ALTERNATIVAS

Diego de Macedo Rodrigues  

Maurílio de Abreu Monteiro  

INTRODUÇÃO

O bioma Amazônia é uma região vasta e ecologicamente heterogênea que se estende por cerca de 5,8 milhões de km² (Albert et al., 2021), abrigando uma biodiversidade incomensurável. Mais de um décimo das espécies do mundo ocorrem nela (Mittermeier et al., 2002) e com alto endemismo, aproximadamente 40% dos mamíferos, 70% dos répteis e 86% dos anfíbios não são encontrados em outros lugares (Hubbell et al., 2008; Jézéquel et al., 2020; Mittermeier et al., 2002). Apresenta, sobretudo, uma grande diversidade étnica, social, econômica e possibilidades produtivas, o que promove uma composição diversa de diferentes arranjos ao longo das Guianas e dos seis países que abarca (Figura 1).

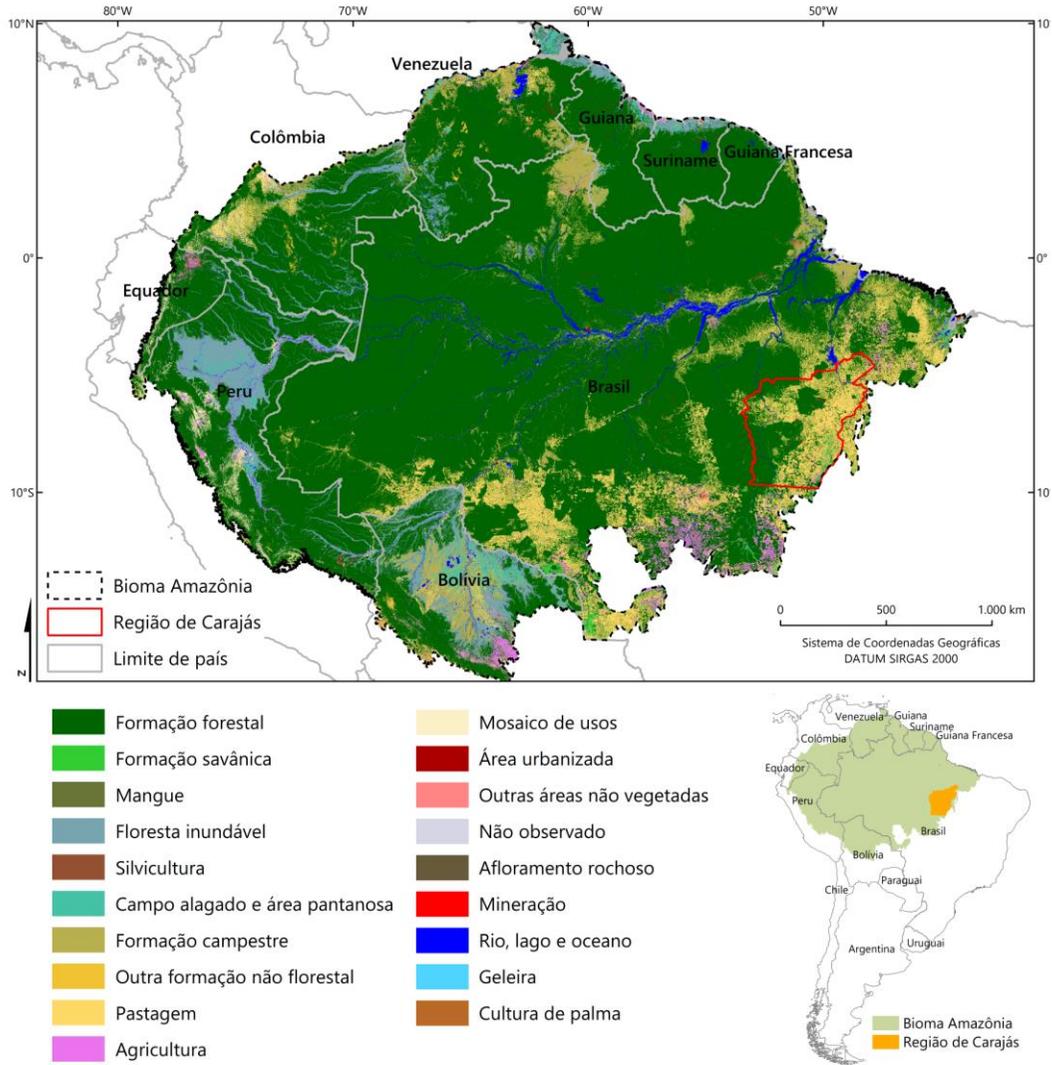
Hecht et al. (2021) argumentam pertinentemente que, principalmente a partir dos anos 1950, as áreas tropicais do mundo, dentre elas a Amazônia, foram tratadas como laboratórios onde se aplicavam estratégias objetivando desenvolver tais áreas, onde “a ideia de “desenvolvimento” ou, em um idioma mais colonial, de “melhoria”, quando aplicada ao mundo tropical, implicava uma transformação por meio da “modernização” (tradução nossa) (Hecht et al., 2021, p. 7).

No bojo desse ideário, o desflorestamento e a degradação ambiental da Amazônia foram e continuam sendo justificados em nome da necessidade de modernização da região. A substituição da diversidade biológica por sistemas dos processos produtivos altamente homogêneos no agrário e a edificação de gigantescas plantas industriais para mercantilizar os recursos naturais foram e continuam fundamentando a lógica econômica das tentativas estratégicas de modernização. Processos de mudança que não foram capazes de cumprir suas promessas nos mais diversos aspectos.

Monteiro et al. (2023), ao analisarem os desdobramentos concretos, a incompletude e as contradições nos processos de modernização na região de Carajás, a caracterizaram como uma “modernização caricata” (Monteiro et al., 2023, p. 49). Trata-se de uma região que ocupa 240 mil km² do bioma Amazônia (4,14%) e que se distingue como uma unidade distinta no espaço devido

ao deslocamento do capital, construindo uma miríade particular de relações e de práticas sociais que se amalgamam em um espaço particular (Figura 1) (M. A. Monteiro e R. P. Silva, 2023). Esta área corresponde ao que o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) classifica como a Região Intermediária de Redenção e a de Marabá (IBGE, 2017), exclusive a região imediata de Tucuruí, portanto, congregando 32 municípios.

Figura 1 – Uso e ocupação do solo no bioma Amazônia e na região de Carajás.



Fonte: Projeto MapBiomias (2023), M. A. Monteiro e R. P. Silva (2023). Elaborada por Regiane Paracampos da Silva.

A região apresenta uma formação social diversa oriunda de inúmeras frentes históricas de colonização que, em interação com os recursos naturais, tem promovido um panorama peculiar dos agroecossistemas locais (Michelotti et al., 2023). Com mosaicos de reservas florestais e terras indígenas em meio a grandes empreendimentos minerários, fazendas, plantações de soja e centenas de assentamentos de reforma agrária (Fernandes, 2023) inseridos em uma configuração

hidrográfica guiada por uma conformação topográfica bastante movimentada (Sousa, 2023), banhados por microbacias e pontuados por centros urbanos de diferentes configurações (Lima e Rolim, 2023).

É uma região onde culturas díspares se encontram, se chocam e se entrelaçam (I. S. Silva et al., 2023), carregando as profundas marcas das promessas não cumpridas da modernização que se materializam em violentíssimos conflitos agrários, na desorganização das estruturas urbanas (Redón et al., 2023), na pobreza e na precária na qualidade de vida (D. N. Silva et al., 2023). Estes são os componentes da realidade socioeconômica da região que caminham juntos com o desmatamento (Monteiro, 2023a), resultando na degradação de agroecossistemas, na perda da biodiversidade, na alteração dos regimes de precipitação, no aumento da temperatura (Dubreuil et al., 2018), no assoreamento de rios e nascentes, bem como na contaminação de solos e água por metais pesados e agrotóxicos (Sousa, 2023).

Neste contexto, uma das repercussões mais marcantes dos processos de modernização, se não a mais marcante, são as modificações que se processaram no agrário regional nas últimas cinco décadas. Essas mudanças se encontram vinculadas a um modo, modelo ou “paradigma tecnológico” dominante (Dosi, 1982), por meio do qual tem se realizado a interação humana com a natureza originária visando produzir bens, produtos ou mercadorias. Em face de tais modificações do agrário, o objetivo do presente capítulo é refletir sobre os fundamentos desse paradigma produtivo e como ele compromete as expectativas de uma produção e desenvolvimentos sustentáveis no agrário de Carajás.

Para tanto, este estudo inicialmente analisa o paradigma regionalmente predominante, que Costa (2009, p. 43) denomina de “paradigma agropecuário”, descrevendo suas características, suas respectivas trajetórias tecnológicas (Dosi, 1982) e como elas bloqueiam as alternativas para a construção de um desenvolvimento com maior expectativa de sustentabilidade. Em seguida, apresenta um paradigma alternativo ao que é amplamente hegemônico atualmente. Trata-se neste caso do “paradigma agroflorestal” (Folhes et al., 2023, p. 1), comportando trajetórias tecnológicas que dialogam com a agrobiodiversidade em suas diferentes dimensões. O texto finaliza indicando a necessidade de caminhos que busquem o fortalecimento das trajetórias vinculadas ao paradigma agroflorestal e ao enfrentamento do paradigma produtivo que hoje garante sua reprodução mediante à brutal homogeneização botânica e quimificação da produção. Caminhos esses que, diante das conformações sociais, históricas, científicas e tecnológicas, exigem a edificação de novas instituições aptas a sustentar esta mudança radical de rumos.

O PARADIGMA AGROPECUÁRIO

Um paradigma comporta diversas trajetórias tecnológicas no seu âmbito, e considera-se como uma trajetória tecnológica o padrão usual de atividades que resolvem, com base neste paradigma, os problemas produtivos e reprodutivos que confrontam os processos decisórios dos agentes concretos em um dado contexto específico, nas dimensões econômica, institucional e social (Dosi, 2006).

Folhes e Fernandes (2022) definem o paradigma agropecuário como um “paradigma tecnológico baseado na Mecânica, na Química e na Genética” ou PMQG (Folhes e Fernandes,

2022, p. 3). Apropriadamente indicando um elemento central para o padrão de respostas tecnológicas orientadas por esse paradigma agropecuário, que é

a necessidade de simplificação da natureza nos sistemas agrícolas. Como no interior desse paradigma a homogeneização de espécies se torna um procedimento base para ganhos de produção, produtividade, rendimentos e escala, os sistemas agrícolas baseados em monoculturas foram o modelo priorizado, recuperando a lógica extensiva e homogeneizadora das *plantations*. O crescimento desses sistemas em bases industriais rapidamente fez crescer o número e o tamanho de terras e territórios submetidos a monoculturas, até então restritas aos solos férteis (Folhes e Fernandes, 2022, p. 4).

O imperativo de simplificação e homogeneização da natureza para produção agrícola é característico do paradigma agropecuário, aniquilando tanto os animais quanto as plantas e, com isso, a própria diversidade biológica que sustenta os complexos processos ecológicos que prestam serviços ambientais de diversas ordens e que são, em grande parte, desconhecidos.

Este padrão de respostas tecnológicas aos problemas produtivos enfrentados no agrário facilitam o entendimento de como as atividades agropecuárias afetam as perspectivas de desenvolvimento regional e como estabelecem interações com a produção científica e tecnológica, com os aspectos sociais, econômicos e ambientais a elas vinculadas, com as suas repercussões nas dinâmicas sociais e ambientais vivenciados regionalmente. Assim, o paradigma agropecuário, poderoso em muitos sentidos, engloba trajetórias cujos fundamentos produtivos requerem a negação da agrobiodiversidade, a não utilização do potencial da ecologia botânica e a adoção de sistemas produtivos baseados na homogeneização dos ambientes.

Por conseguinte, trata-se de fundamento produtivo que prima pela simplificação da biodiversidade para fins agrícolas, gerando um ecossistema artificial que requer constante intervenção humana para que continue a ser produtivo, pois a sustentabilidade do sistema fica comprometida sem esta intervenção (Altieri, 2012). A orientação tecnológica das vertentes desse paradigma se dirige para a homogeneização e a simplificação do ambiente agrícola no intuito de favorecer a condução e manutenção das áreas cultivadas, ao custo do desequilíbrio causado por essa substituição dos serviços ambientais aos quais se procura substituir por tecnologias baseadas no uso intensivo de:

(a) mecânica, ou seja, de máquinas (tratores, semeadoras, colheitadeiras, aviões, *drones*, sistemas de irrigação, bombas hidráulicas etc., potencializados pela eletrônica e informática) e implementos (grades, arados, sulcadores, etc); (b) química, ou seja, agrotóxicos destinados ao controle de insetos, roedores, nematoídes, fungos, vírus, bactérias e de plantas consideradas “daninhas” ou invasoras”, além de fertilizantes aplicados em solos ou diretamente em plantas; processos de baseados produção se insumos derivados de aportes da mecânica, da química e da genética. procedimentos de pós-colheita para prolongar a vida-média de alimentos na pós-colheita etc.; (c) manejo biológico e genético de plantas e animais (melhoramento da capacidade produtiva de plantas, animais e sementes; produção de organismos geneticamente modificados; substituição da perda de diversidade *in situ* pela instalação de bancos de germoplasma *ex situ*, etc). (Folhes e Fernandes, 2022, p. 4).

Bloqueando, portanto, as possibilidades de diversificação de agroecossistemas que poderiam ser realizadas de várias formas, que vão desde o consórcio de culturas, passando pela rotação, até os sistemas agroflorestais. É com base nesses fundamentos produtivos que ocorre o avanço dos cultivos de monoculturas em grande escala, sobretudo o de pastos, como padrão de produção. De forma que, a partir dos 1950, na região de Carajás, no bioma Amazônia e nas demais

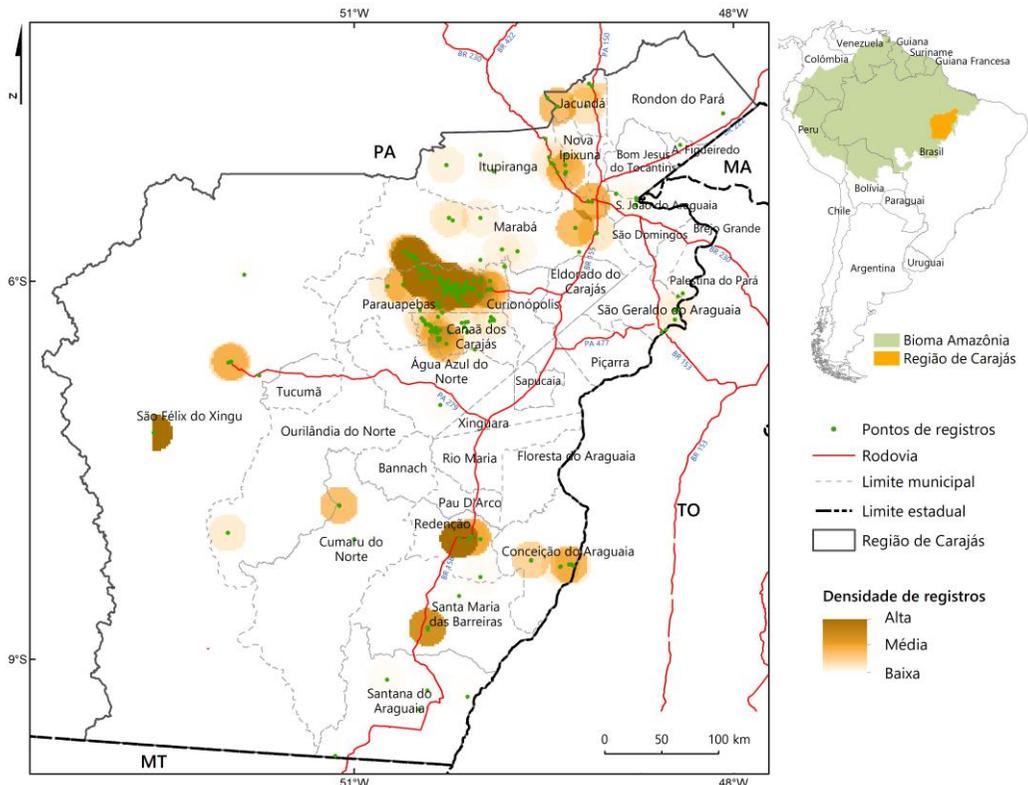
áreas tropicais do mundo é possível se identificar a consolidação e predominância de um paradigma tecnológico amplamente dominante na produção: o paradigma agropecuário.

AS EXPRESSÕES DO PARADIGMA AGROPECUÁRIO NA REGIÃO DE CARAJÁS

Quase a totalidade da produção no agrário da região de Carajás se baseia no paradigma agropecuário, impulsionando em 2017 a organização de sistemas produtivos cujo Valor Bruto da Produção agropecuária (VBP) foi de R\$ 6,73 bilhões (valores referentes a dezembro de 2022) correspondendo a 6,5% do VBP relativo à fração brasileira do bioma Amazônia. A produção derivada do engajamento laboral naquele ano foi de aproximadamente 153 mil pessoas com mais de 14 anos que se encontravam ocupadas no agrário da região de Carajás (Monteiro, 2023b).

Trata-se de uma produção que tem como atividade principal a pecuária bovina, no geral, praticada em moldes extensivos e derivada da sucessão produtiva que segue após a roça de corte e queima oriunda da floresta desmatada, em um processo conhecido como “amansar a terra”. O processo promove simultaneamente a perda de nutrientes pela volatilização, elimina espécimes da fauna edáfica e suprime uma grande variedade de vegetais presentes na região (Figura 2), recorrendo ao fogo para a retirar a biomassa vegetal, comprometendo a estrutura do solo e conduzindo à degradação, já que o incremento na fertilidade pela incineração da vegetação de cobertura do solo mal suporta dois ciclos produtivos.

Figura 2 – Mapa com a densidade de registros de plantas vasculares na região de Carajás.



Fonte: Ramirez et al. (2023), IBGE (2019). Elaborada por Regiane Paracampos da Silva.

A bovinocultura ocupa uma posição principal no agrário da região de Carajás, independente da forma de produção: patronal ou camponesa. É uma atividade que exerce grande pressão sobre a floresta, já que o cultivo de pastos é extensivo. A partir do cotejamento dos dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) com os dados relativos ao mesmo ano do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia - Prodes, infere-se que os municípios com maiores rebanhos bovinos foram os que mais desmataram na região de Carajás em 2017. Os rankings dos maiores desmatamentos e maior expressão da bovinocultura têm a mesma composição: São Félix do Xingu (18.440 km²), Marabá (8.675 km²) e Cumaru do Norte (7.337 km²).

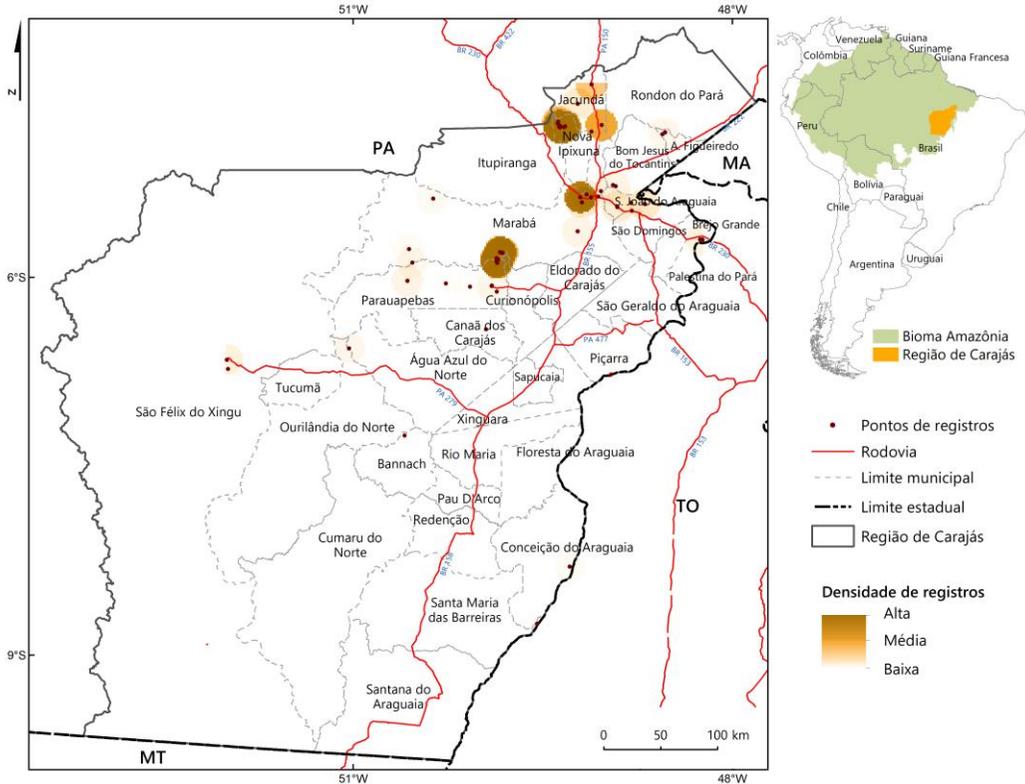
São Félix do Xingu desmatou o dobro do segundo colocado, com o desflorestamento relacionado à abertura de novas áreas de pastagens plantadas. Ademais, os municípios que apresentam o maior número de pastagens degradadas, entre os dez municípios com as maiores áreas de pastagens degradadas, apenas Conceição do Araguaia não está entre os maiores desmatadores, demonstrando uma estratégia de manejo das pastagens na região.

É importante destacar que as pastagens cultivadas costumam ser mal manejadas, com a ausência de um pastejo rotacionado eficiente, o que aumenta a pressão de pastejo, acarretando a degradação das pastagens pelo superpastejo e a consequente falta de condições da recuperação das forrageiras. Isto acaba conduzindo à exposição do solo e ao consequente processo erosivo. Somando a isso, tanto os estabelecimentos de base familiar quanto os que recorrem ao trabalho assalariado para o manejo do pasto recorrem a um intensivo e crescente uso de agrotóxicos, especialmente para o controle de plantas espontâneas nas pastagens que surgem do banco de sementes altamente biodiversos dos solos amazônicos.

A aplicação de herbicidas e de pesticidas por aviões na região tem gerado preocupação pelo volume, frequência e efeitos a médio e longo prazo decorrentes dessas práticas, sobretudo em relação aos impactos sobre as populações de insetos ainda pouquíssimo conhecidas (Figura 3) mas que, sabidamente, têm papel decisivo nos processos de polinização, dentre outros (Ndakidemi et al., 2016). Além disso, a bovinocultura se relaciona também com a ausência de práticas conservacionistas, tanto que os municípios que apresentam os maiores rebanhos também apresentam menos estabelecimentos que praticam rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, recuperação de mata ciliar, reflorestamento para proteção de nascentes, manejo florestal, dentre outras técnicas conservacionistas dos agroecossistemas.

De forma que, além da atividade de pecuária extensiva gerar insustentabilidade pelas suas características de implantação, com desmatamento, uso do fogo, liberação de gases de efeito estufa pelos animais e manejo de plantas espontâneas pelo uso massivo de agrotóxicos, a atividade ainda está atrelada à ausência de práticas conservacionistas importantes para o manejo dos agroecossistemas, que são suprimidas e somatizam na problemática ambiental ligada à atividade e suas trajetórias.

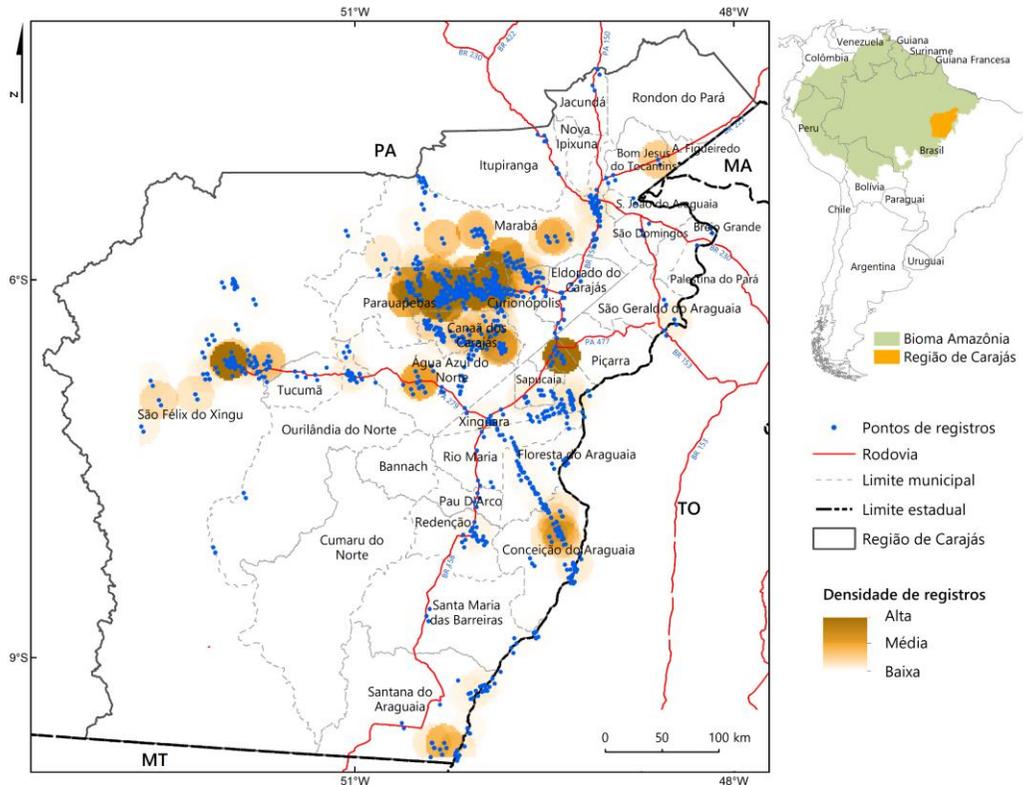
Figura 3 – Mapa com a densidade de registros de insetos na região de Carajás.



Fonte: *The International Barcode of Life Consortium* (2023), IBGE (2019). Elaborada por Regiane Paracampos da Silva.

Além da pecuária, destaca-se a produção de grãos como a soja, que amplia sua presença na região de Carajás. Trata-se de uma produção em monocultivo, com alto uso de insumos como fertilizantes e agrotóxicos, implantação de lavouras em grandes áreas e mecanização excessiva do solo, buscando uma produção com eficiência máxima e resiliência mínima através do agroecossistema. A elevada carga química que envolve a produção desse agroecossistema, quando associada a outros fatores, resulta no comprometimento da microflora, microfauna, mesofauna e macrofauna do solo, bem como da flora, da ictiofauna, da herpetofauna, da mastofauna e da avifauna da região (Figura 4).

Figura 4 – Mapa com a densidade de registros de aves na região de Carajás.



Fonte: Auer et al. (2022), IBGE (2019). Elaborada por Regiane Paracampas da Silva.

A produção de base familiar vinculada às lavouras temporárias tem crescido muito lentamente nas primeiras décadas deste século o que tem ocorrido conjuntamente com a ampliação de sua especialização, sobretudo, nos cultivos da mandioca e do abacaxi. Dinâmica que está atrelada à redução da dimensão das áreas da produção de alimentos pela agricultura familiar na região, ao passo que as áreas são arrendadas ou vendidas para grandes produtores de *commodities* agrícolas, como matéria-prima para exportação, como a soja e milho, contrapondo a produção de alimentos para o mercado regional (Albuquerque, 2023). Isto claramente reflete um movimento observável ao nível nacional que, quando atrelado a outros fatores, condiciona o aumento do preço dos alimentos e tem rebatimentos na segurança alimentar em última análise.

Ao analisar a produção agrária da região de Carajás, Monteiro (2023b) indica a existência de seis trajetórias tecnológicas no âmbito do paradigma agropecuário. Três delas são baseadas no trabalho familiar (camponesas): uma primeira com ênfase na pecuária bovina, uma segunda com destaque em culturas temporárias e uma terceira com destaque em culturas permanentes (Figura 5); e três trajetórias são baseadas no trabalho assalariado (patronais): uma com ênfase na pecuária bovina, outra voltada para as culturas anuais e outra com ênfase nas culturas permanentes.

Figura 5 – Castanheira em um assentamento da reforma agrária, espécie cujo cultivo integra o arranjo da trajetória tecnológica camponesa, com destaque em culturas permanentes, Parauapebas, 2023.



Foto: Ícaro Matos (5°54'05.3"S | 49°51'6.3"O). 

As trajetórias tecnológicas expressam formas de combinação de atividades regionalmente e, como indicado, a pecuária bovina é que tem maior destaque. No que se refere às camponesas, a trajetória com ênfase na pecuária bovina foi a que teve o maior crescimento do VBP, passando de R\$ 784 milhões em 1996 para R\$ 1.576 milhões em 2017 (em valores de 2020), montante que correspondeu a 77% do VBP da produção camponesa naquele ano. No que tange às patronais, a trajetória que conta com maior destaque na atividade pecuária também é aquela com maior expressão, respondendo por 55% da produção do agrário regional e 80% da produção patronal em 2017, equivalendo a um VBP de R\$ 3,7 bilhões (Monteiro, 2023b).

Ao lado do crescimento da atividade pecuária, tanto na forma de produção camponesa quanto na patronal, ocorreu um rápido crescimento da produção local de soja, neste caso vinculada à consolidação, em termos regionais, da trajetória patronal voltada para culturas temporárias. O VBP oriundo dessa trajetória foi de R\$ 789 milhões em 2017, correspondendo a 11,7% do VBP da agropecuária regional e 17% do segmento patronal daquele ano, desse valor, 2/3 foram originados de culturas anuais, basicamente soja e milho (Monteiro, 2023b). Trata-se de uma trajetória com grande impacto ambiental, já que, naquele ano, foi despendido dez vezes mais adubos e corretivos para o solo do que o desembolsado pela trajetória patronal com ênfase na pecuária bovina, além disso, ela consumiu quase o dobro de agrotóxicos por ha (Monteiro, 2023b). Uma característica do padrão adotado pelo paradigma agropecuário na construção de soluções com base na intensificação do uso de insumos químicos é que, por um lado, ele impõe dados à biodiversidade local, restringindo sua existência e, por outro, nega a possibilidade da utilização de potenciais advindos da ecologia botânica e de serviços ecossistêmicos oferecidos pela natureza.

Os municípios que mais produziram soja no Carajás em 2017 foram Conceição do Araguaia, Redenção, Floresta do Araguaia, Cumaru do Norte, Rondon do Pará, Santa Maria das Barreiras e Santana do Araguaia. Observando os maiores produtores é possível notar uma frente que se estende até o extremo sul do estado, a partir do Mato Grosso do Sul, e uma outra que penetra pelo nordeste da região a partir da rodovia BR 010. A produção de soja avança sobre áreas “que, no passado recente, eram destinadas a pastagens e de onde foi originário o “1,1 Mha que passou a suportar a produção anual de grãos” (Monteiro, 2023b, p. 597), ampliando a intensificação do uso do solo, de agrotóxicos, de fertilizantes químicos e a degradação dos recursos naturais.

A produção de milho ganhou relevância regional na esteira do crescimento da trajetória patronal voltada para culturas temporárias, visto que o seu cultivo se encontra ligado à monocultura de soja em rotação. Por este motivo, de acordo com o censo de 2017, os municípios de Santana do Araguaia, Santa Maria das Barreiras e Cumaru do Norte são considerados os grandes produtores de soja e os três maiores produtores de milho, respectivamente.

Se por um lado é ampliada regionalmente a importância da trajetória tecnológica patronal voltada para culturas temporárias altamente quimificadas e destinadas à exportação, por outro, perde expressão a trajetória camponesa na qual se destacam as culturas temporárias. Entre 1996 e 2017, o valor da produção dos estabelecimentos dessa trajetória diminuiu em uma média anual de 0,6%, registrando R\$ 128,9 milhões em 2017. Esa trajetória tecnológica comporta pelo menos duas variantes, uma mais diversa e com ênfase na produção de mandioca, com destaque para sua expressão no município de Parauapebas, e outra especializada na produção de abacaxi, proeminente nos municípios de Conceição do Araguaia e Floresta do Araguaia.

A trajetória camponesa na qual se evidenciam as culturas temporárias impulsionou no passado recente a produção de arroz (tipo 2) que integrava um circuito de comercialização vinculado ao consumo das camadas populares, mas perdeu relevância ao longo das últimas décadas, o que é perceptível pelo Censo Agropecuário de 2017, onde a produção total de arroz em casca dos 32 municípios de Carajás foi de tão somente 5.028 toneladas, equivalente a 0,04% da produção brasileira (IBGE, 2019). Os municípios que mais produziram arroz foram Conceição do Araguaia, Santana do Araguaia, Marabá, Itupiranga e Bom Jesus do Tocantins, com média de

produção de 652,8 toneladas, enquanto a média dos demais municípios é de apenas 65,3 toneladas, sendo que sete municípios sequer registraram produção do grão no período.

PARADIGMA E TRAJETÓRIAS TECNOLÓGICAS AMBIENTALMENTE DELETÉRIAS

É necessário registrar o “êxito” das trajetórias tecnológicas vinculadas ao paradigma agropecuário no agrário de Carajás. Quando se compara as variações, entre 1996 e 2017, de algumas das suas características mais relevantes – sem incluir os dados da trajetória patronal voltada para culturas temporárias, uma vez que ela não foi registrada regionalmente em 1996 – fica evidente que um dos aspectos desse “sucesso” é que quase todas registram o crescimento do valor bruto da produção no período. A única que registou um retrocesso neste aspecto foi a trajetória camponesa com destaque em culturas perenes (Figura 6), sendo uma das únicas que comporta perspectivas de sustentabilidade ecológica, por abrigar culturas que possuem características botânicas mais próximas às da floresta tropical (Monteiro, 2023b).

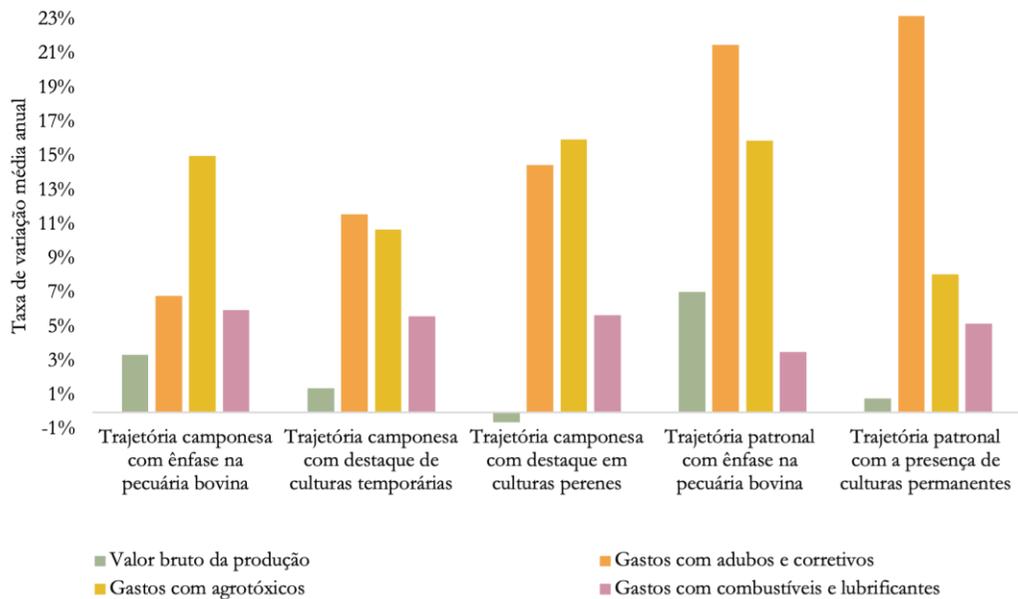
Quando se comparam as taxas de variação do VPB com a variação dos gastos realizados no período com a aquisição de agrotóxicos, adubos, corretivos e de combustíveis fica evidente que o crescimento da produção cresce em intensidade menor do que a dos gastos supracitados. De forma que, para sustentar o crescimento do valor da produção de seus estabelecimentos na ordem de 3,4% a. a., os camponeses que trilham uma trajetória produtiva na qual há ênfase na pecuária bovina tiveram que aumentar, em termos médios, 6,8% a.a. os gastos com adubos e corretivos, 15% a.a. gastos com agrotóxicos e em 6% a.a. os gastos com combustíveis e lubrificantes. Ou seja, nestes 21 anos, os gastos com agrotóxicos cresceram em média cinco vezes mais do que cresceu o valor da produção, proporcionalmente (Figura 6).

O acelerado crescimento, nas últimas décadas, do uso de herbicidas e inseticidas não é restrito à região de Carajás. Shattuck et al. (2023) demonstram que se trata de dinâmica presente em países de baixa e média renda. Shattuck (2021) argumenta que uma das causas deste crescimento foi a ampliação da disponibilidade de herbicidas genéricos de baixo custo. Adicionalmente, a expiração da patente do glifosato, o herbicida mais usado no mundo, ampliou ainda mais seu uso (Shattuck et al., 2023). Desse aumento e da generalização de seu emprego resultou em elevação da resistência das “ervas daninhas” presentes nas principais espécies de cultivo, levando a novos aumentos e à diversificação do uso de herbicidas (Benbrook, 2016). Shattuck et al. (2023) argumentam que a resistência crescente e a mudança para os genéricos não se limitaram ao glifosato ou aos herbicidas. Reforçando essa constatação, Simon-Delso et al. (2015) indicam que desde meados dos anos 2000, quando os neonicotinoides perderam as proteções de patente, as vendas destes tipos de inseticidas dispararam, tanto que, em 2014, os neonicotinoides representavam 25% do mercado global de inseticidas (Shattuck et al., 2023). Tal qual em relação aos herbicidas, também se multiplicaram as constatações do crescimento da resistência aos neonicotinoides. Bass et al. (2015) apontam que mais de 500 casos de insetos resistentes a esses inseticidas já haviam sido relatados.

Evidencia-se, assim, que os agentes econômicos vinculados ao paradigma agropecuário são conduzidos todos os anos a adotar a realização de mais gastos com agrotóxicos, como alternativa para lidar com o surgimento de uma nova ou mais resistente “praga” em suas culturas. Uma

postura que decorre do fato que, em função do “sucesso” com o aumento da produção experimentado no passado, condiciona tais agentes a estabelecerem seu universo de busca de soluções tendo por base a prática anterior, de tal forma que sequer cogitam buscar alternativas fora desse paradigma. Mesmo que esta trajetória possa resultar na incapacidade de sua reprodução social a longo prazo, em função do crescimento de problemas agrônômicos decorrentes que tendem a crescer em uma escala muito maior do que o crescimento do valor da produção. Ademais, a monocultura e a homogeneização ambiental que dela decorre organiza um agroecossistema dotado de grande suscetibilidade a perdas por intempéries climáticas e “pragas agrícolas”, importando prejuízos financeiros significativos, uma vez que a produção da terra é direcionada e limitada a um ou dois produtos.

Figura 6 – Taxas de variação média anual, entre 1996 e 2017, de características selecionadas das trajetórias tecnológicas do agrário da região Carajás.



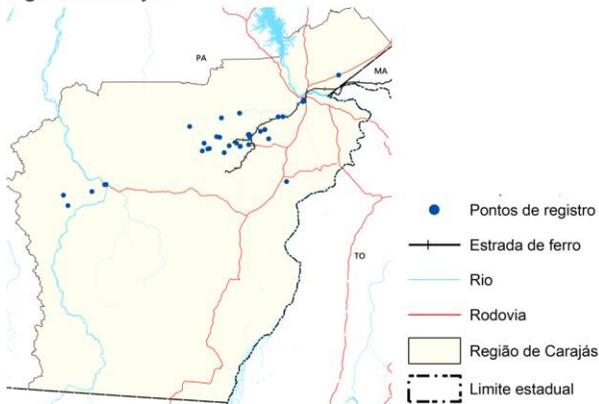
Fonte: M. A. Monteiro e A. Silva (2023a, 2023b). Elaborada pelos autores.

O problema mais grave é que o crescimento dos gastos com agrotóxicos e adubos químicos em taxas superiores a dois dígitos por ano (Figura 6) gera problemas não só para os estabelecimentos agropecuários isoladamente, mas para todos os outros usuários da água da bacia hidrográfica (Syafudin et al., 2021), bem como para a saúde humana (Nicolopoulou-Stamati et al., 2016), para a biodiversidade (Isenring, 2010) e etc. Assim, é possível indicar que o “sucesso” da disseminação e crescimento do paradigma agropecuário tem como ônus a promoção de uma crescente homogeneização, degradação e destruição de um rico e diverso bioma que comporta centena de milhares de formas de vida em permanente interação (Figura 7).

Figura 7 – Araçari-de-pescoço-vermelho (*Pteroglossus bitorquatus*) uma das aves que habitam a região de Carajás ameaçadas de extinção e respectivos registros de sua presença na região.



Pontos de registro do Araçari-de-pescoço-vermelho na região de Carajás



Categoria de ameaça de extinção referente ao Araçari-de-pescoço-vermelho

- EX Extinta
- EW Extinta na natureza
- CR Criticamente em perigo
- EN Em perigo
- VU Vulnerável
- NT Quase ameaçada
- LC Menos preocupante

Foto: Luiz Fernando Matos (5°54'48.4"S | 49°54'40.9"O).

Fonte: Auer et al. (2022), Brasil (2022). Elaborada por Regiane da Silva Paracampos.

O PARADIGMA AGROFLORESTAL COMO ALTERNATIVA

A busca pela simplificação e homogeneização botânica que fundamenta o paradigma agropecuário implica a negação e a necessidade de eliminação tanto da diversidade quanto das inter-relações entre os componentes da biodiversidade que caracterizam o bioma Amazônia, criando ambientes pouco resilientes que necessitam de uma constante intervenção e da introdução

crescente de insumos exógenos, configurando sistemas produtivos vinculados à exploração intensiva do solo e à implantação de cultivos em larga escala.

O paradigma agropecuário constrói soluções e inovações fundamentadas em um conjunto de axiomas que conduz ao desprezo das capacidades e possibilidades produtivas advindas das relações peculiares existentes nos ecossistemas presentes no bioma Amazônia, capazes de ampliar a produção e a produtividade de agroecossistemas. Deixando, assim, de aproveitar a biodiversidade que engloba os elementos que interagem na produção agrícola, como cultivos, criações, plantas espontâneas, parasitas, pragas, polinizadores, remanescentes de floresta, inimigos naturais e simbioses.

A alternativa ao paradigma agropecuário envolve a capacidade de mobilização da complexidade do bioma Amazônia para a promoção da sustentabilidade dos agroecossistemas a partir de processos ecológicos complexos, como no caso do açaí nativo (*Euterpe oleracea*) que se beneficia de ganhos produtivos derivados da ecologia botânica (Figura 8), visto que a biodiversidade pode ser mobilizada para o controle biológico e serviços ecológicos podem ser potencializados no âmbito de agroecossistemas. Assim, a agrobiodiversidade é um componente essencial dos sistemas agrícolas sustentáveis e um de seus princípios é justamente a diversificação de cultivos (Santilli, 2009), estando na base de um paradigma alternativo para a produção no agrário.

Neste contexto, o paradigma agroflorestal se coloca como uma alternativa que incorpora atributos sociais, culturais, econômicos e ambientais adequados para o bioma Amazônia, assim como para a região de Carajás, com suas especificidades ambientais e sociais. Evidentemente, a perspectiva do fortalecimento do paradigma agroflorestal e da produção agroecológica capaz de valorizar a agrobiodiversidade, os saberes e os sabores locais não é uma tarefa de fácil impulsionamento, enfrentando barreiras e limites de diversas ordens. No entanto, essas dificuldades não impossibilitam que ele seja considerado uma via alternativa ao fornecimento de bases para a conservação do solo e sua vida, de sua estrutura e fertilidade natural, para a preservação e utilização de serviços ecossistêmicos e o aproveitamento de oportunidades decorrentes da ecologia botânica, ampliando a produção e a produtividade dos agroecossistemas na região de Carajás.

Por conseguinte, trata-se de um paradigma produtivo no qual as buscas por soluções para os problemas agrônômicos estão organizadas a partir da percepção do solo como o resultado da interação de complexos processos bioquímicos que abrigam uma microflora, microfauna, mesofauna e macrofauna diversas, de tal sorte que pode ser equiparado a um organismo vivo, que deve ser alimentado, protegido e minimamente alterado, o que condiciona a saúde e uma base sólida para agroecossistemas saudáveis e sustentáveis.

É, portanto, um paradigma que constrói soluções em torno do estabelecimento de policultivos, uma vez que favorecem a biodiversidade acima e abaixo do solo, aproveitando melhor os recursos e gerando sintropia. Estimula-se assim um ambiente biodiverso, que faz analogia à vegetação natural e apresenta explicitamente mais resiliência, tanto em termos ecológicos quanto econômico, visto que, ao fazer uso de vários produtos disponíveis pela agrobiodiversidade, o agricultor tem mais possibilidades de resistir às variações climáticas que podem comprometer a produção agrícola. A diversificação, a exemplo dos policultivos, cultivos de cobertura, adubação

verde ou mesmo na rotação de cultivos, promove a preservação da diversidade ecológica ao longo do tempo.

Figura 8 – Aspecto da coleta do açaí no assentamento da reforma agrária Palmares, Parauapebas, 2023.



Foto: Ícaro Matos (5°51'11.2"S | 49°51'41.2"O). 📍

No âmbito do paradigma agroflorestal, as instituições devem promover o fortalecimento da agrobiodiversidade com fundamento para ampliação e promoção de outros serviços ambientais nos agroecossistemas; reforçar pesquisas científicas sustentadas, sobretudo, pela Ecologia e Biologia; buscar soluções tecnológicas e insumos ambientalmente amigáveis; promover assistência técnica e organizar financiamento compatíveis com o paradigma. Sendo assim uma abordagem que favorece a adoção de soluções como o controle biológico, que é o controle de insetos a partir de seus inimigos naturais através de agentes de controle biológico, tais quais predadores que

consomem as presas vivas, parasitoides que ovipositam no corpo do hospedeiro, levando à morte, e os patógenos, que causam infecções fatais nos insetos pragas. Trata-se de arranjos institucionais que, ao privilegiar a manutenção da agrobiodiversidade nos agroecossistemas e a promoção do controle biológico natural, fornecem abrigo, alimento (pólen e néctar), hospedeiros e presas alternativas para os inimigos naturais.

Em um ambiente natural muito antropizado, como da região de Carajás, nortear ações tendo por fundamento o paradigma agroflorestal possibilita o aproveitamento dos serviços de ambientes diversificados fora dos ambientes produtivos, como nos fragmentos florestais remanescentes que comportam uma diversidade biológica em maior escala, e a partir dos quais é possível promover interações importantes para saúde do ambiente natural, especialmente pelo efeito de borda, que cria condições de intersecção ecológicas, de habitats e relações ecologicamente sinérgicas.

À GUIA DE CONCLUSÃO: IMPULSIONAR REGIONALMENTE O PARADIGMA AGROFLORESTAL

Quando se consideram as implicações das noções dos paradigmas tecnológicos e de desenvolvimento dependentes de trajetória (Dosi, 1982) e quando se constata que o paradigma e as trajetórias tecnológicas regionalmente dominantes congregam as mais relevantes instituições e agentes do agrário regional e que a adesão a elas tem resultado em ganhos do ponto de vista financeiro, ficam patentes as enormes dificuldades de se efetivar mudanças na direção do paradigma agroflorestal, pois “entre uma sociedade baseada em economia de fronteira e uma sociedade que seja fronteira de capital natural, há o abismo cognitivo criado pela razão industrialista e seus padrões de relação com a natureza” (Costa, 2009, p. 36).

Se por um lado, são evidentes as enormes dificuldades para a implementação de ações baseadas no paradigma agroflorestal que tenham uma escala significativa, por outro há um crescente interesse planetário pela Amazônia e incentivos à recomposição de florestas tropicais tanto em função do expressivo potencial que elas têm na absorção de CO₂ da atmosfera quanto na conservação da biodiversidade. Contexto no qual deve ser considerada a existência, na região de Carajás, de passivo ambiental cuja reparação requer a recomposição da cobertura florestal de pelo menos 1,33 milhão de ha (Monteiro, 2023a). A dimensão desse passivo pode ser estimada pelo fato de que na região há 15,9 milhões de ha que não são abrangidos por terras indígenas ou por unidades de conservação e que nas demais áreas por elas não abrangidas, nos termos do Novo Código Florestal Brasileiro e na mais conservadoras das projeções, todos os estabelecimentos agropecuários da região tenham que ter de reserva legal equivalente a pelo menos 40% de suas áreas, de tal maneira, há a exigência legal para que sejam recompostos os citados 1,33 milhão de ha que, quando somado aos cinco milhões com cobertura florestal remanescente, em 2021, totalizariam 6,3 milhões equivalendo assim aos 40% dos citados 15,6 milhões de ha.

Desta forma que se abre a possibilidade da organização de iniciativa social voltada à promoção da recomposição florestal dessas áreas envolvendo a forte e conjunta presença de espécies vegetais que venham a servir ao extrativismo florestal madeireiro, não madeireiro e à conservação da biodiversidade. Essa iniciativa da recomposição florestal deve estar conectada aos

potenciais ecológicos e sociais também representados pela existência de 1,1 milhão de ha de florestas preservadas em unidades de conservação e de 6,3 milhões em terras indígenas na região de Carajás, componentes indispensáveis para a estratégia de se fortalecer o paradigma agroflorestal.

Iniciativa com tal abrangência exige a construção de um arranjo institucional inédito que congregasse instituições governamentais e não governamentais, regionais, nacionais e internacionais, atores e agentes variados com atuação em diversas escalas que teriam a tarefa de organizar e impulsionar esse processo de recomposição florestal. Evidentemente, tal arranjo teria que ter amplitude suficiente para ser capaz de arregimentar fundos financeiros, sobretudo, considerando a quadra histórica que vivemos e o papel que a Amazônia assume nela, bem como as iniciativas de recomposição florestal nos trópicos.

Este arranjo institucional deve ser capaz de mobilizar ciência, tecnologia e inovação compatíveis com escopo desta tarefa, sendo capaz de disseminar amplamente as ações exitosas em torno da recomposição florestal e da utilização mais qualificada dos recursos naturais da região, possibilitando o fomento e a geração de novos conhecimentos, práticas e experiências de forma que haja uma maximização do “efeito demonstração”.

Além do esforço de articulação com as instituições, agentes e atores envolvidos na dinâmica cotidiana das unidades de conservação e das terras indígenas, o fortalecimento do paradigma agroflorestal em termos regionais deve priorizar a realização de intervenções em áreas de estabelecimentos camponeses, uma vez os mesmos como organizam sua reprodução social em fundamentos diferenciados da racionalidade industrialista, alargando, assim, as expectativas para que esse esforço inicial favoreça uma transição à esse paradigma.

REFERÊNCIAS

- Albert, J., Hoorn, C., Malhi, Y., Phillips, O., Encalada, A. C., Steege, H., Melack, J., Trumbore, S. E., Hecht, S., Vares, M., Peña-Claros, M. e Roca, F. A. (2021). The multiple viewpoints for the Amazon: geographic limits and meanings. In *Amazon Assessment Report*. Nova York: United Nations Sustainable Development Solutions Network.
- Albuquerque, E. S. (2023). *O novo código florestal e as limitações para reduzir o desmatamento na Amazônia: o caso da região de Carajás*. [Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Desenvolvimento Regional e Urbano na Amazônia, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará]. Marabá.
- Altieri, M. A. (2012). *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável* (3 ed.). São Paulo: Expressão Popular.
- Auer, T., Barker, S., Borgmann, K., Charnoky, M., Childs, D., Curtis, J., Davies, I., Downie, I., Fink, D., Fredericks, T., Ganger, J., Gerbracht, J., Hanks, C., Hochachka, W., Iliff, M., Imani, J., Johnston, A., Lenz, T., Levatich, T., . . . Wood, C. (2022). *eBird Observation Dataset*. Acessado em 2022-05-06
- Bass, C., Denholm, I., Williamson, M. S. e Nauen, R. (2015). The global status of insect resistance to neonicotinoid insecticides. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 121, 78-87. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2015.04.004>
- Benbrook, C. M. (2016). Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally. *Environmental Sciences Europe*, 28 (1), 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12302-016-0070-0>
- Brasil. (2022). *Portaria MMA nº 148, de 7 de junho de 2022. Altera os Anexos da Portaria nº 443, de 17 de dezembro de 2014, da Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014, e da Portaria nº 445, de 17 de dezembro de 2014, referentes à atualização da Lista Nacional de Espécies Ameaçadas de Extinção*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- Costa, F. A. (2009). Trajetórias tecnológicas como objeto de política de conhecimento para a Amazônia: uma metodologia de delineamento. *Revista Brasileira de Inovação*, 8 (1), 35-86. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v8i1.8648975>

- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research policy*, 11 (3), 147-162. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Dubreuil, V., Fante, K. P., Planchon, O. e Sant'anna Neto, J. L. (2018). Os tipos de climas anuais no Brasil : uma aplicação da classificação de Köppen de 1961 a 2015. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/ Revista franco-brasileira de geografia*, 37. Disponível em: <https://doi.org/10.4000/confins.15738>
- Fernandes, P. C. A. (2023). Natureza, infraestrutura, mineração e urbanização: cartografando interseções históricas na região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 93-114). Belém: NAEA. (neste volume)
- Folhes, R., Fernandes, D. A., Costa, F. d. A., Silva, H., Ventura Neto, R. e Centro de pesquisa em macroeconomia das desigualdades, M.-F. U. (2023). NPE 40: Sistemas agroflorestais na Amazônia. *Notas de Política Econômica. Made - centro de pesquisa em macroeconomia das desigualdades* (FEA/USP) (40). Disponível em: <https://madeusp.com.br/publicacoes/artigos/npe-40-sistemas-agroflorestais-na-amazonia/>
- Folhes, R. T. e Fernandes, D. A. (2022). A dominância do paradigma tecnológico mecânico-químico-genético nas políticas para o desenvolvimento da bioeconomia na Amazônia (Paper 540). *Papers do NAEA*, 31 (1). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18542/papersnaea.v31i1.12993>
- Hecht, S., Schmink, M., Abers, R., Assad, E., Humphreys Bebbington, D., Eduardo, B., Costa, F., Durín Calisto, A. M. a., Fearnside, P. M. e Garrett, R. (2021). The Amazon in motion: Changing politics, development strategies, peoples, landscapes, and livelihoods. In Nobre, M. Schmink, R. Abers, E. Assad, D. Humphreys Bebbington, B. Eduardo, F. Costa, A. M. a. Durín Calisto, P. M. Fearnside e R. Garrett (Eds.), *Amazon Assessment Report 2021*. United Nations Sustainable Development Solutions Network. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.55161/NHRC6427>
- Hubbell, S. P., He, F., Condit, R., Borda-de-Água, L., Kellner, J. e Ter Steege, H. (2008). How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 11498-11504. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0801915105>
- IBGE. (2017). *Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2019). *Censo Agropecuario 2017*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>
- Isenring, R. (2010). *Pesticides and the loss of biodiversity: How intensive pesticide use affects wildlife populations and species diversity*. Londres: Pesticide Action Network Europe.
- Jézéquel, C., Tedesco, P. A., Bigorne, R., Maldonado-Ocampo, J. A., Ortega, H., Hidalgo, M., Martens, K., Torrente-Vilara, G., Zuanon, J. e Acosta, A. (2020). A database of freshwater fish species of the Amazon Basin. *Scientific data*, 7 (1), 1-9. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0436-4>
- Lima, J. J. F. e Rolim, L. F. (2023). A inserção das cidades na configuração da fronteira amazônica: um estudo de morfologia urbana na região de Carajás, 2010 – 2020. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 417-439). Belém: NAEA. (neste volume)
- Michelotti, F., Miranda, H. e Gomes Júnior, E. (2023). Ajuste espacial e temporal na Amazônia: reflexões sobre fronteira do capital e des-re-configurações territoriais. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 53-75). Belém: NAEA. (neste volume)
- Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J., Fonseca, G. e Konstant, W. R. (2002). *Wilderness: Earth's last wild places*. México: Cemex.
- Monteiro, M. A. (2023a). Mercantilização de recursos naturais, desigualdade e pobreza na Amazônia: o caso da região Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás*. (pp. 309-340). Belém: NAEA. (neste volume)
- Monteiro, M. A. (2023b). Trajetórias produtivas no agrário amazônico: o caso da região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás*. (pp. 571-611). Belém: NAEA. (neste volume)
- Monteiro, M. A., Bahia, M. C. e Castro, E. M. R. (2023). Modernização caricata e acumulação capitalista na Amazônia: o caso da região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 35-51). Belém: NAEA. (neste volume)
- Monteiro, M. A. e Silva, A. (2023a). *Dados do agrário amazônico classificados por trajetória tecnológica: região de Carajás, 1996*. Dataset - figshare. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22298998.v1>

- Monteiro, M. A. e Silva, A. (2023b). *Dados do agrário amazônico classificados por trajetória tecnológica: região de Carajás, 2017*. Dataset - figshare. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22272193.v2>
- Monteiro, M. A. e Silva, R. P. (2023). Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 17-34). Belém: NAEA. (neste volume)
- Ndakidemi, B., Mtei, K. e Ndakidemi, P. A. (2016). Impacts of synthetic and botanical pesticides on beneficial insects. *Agricultural Sciences*, 7 (06), 364-372. Disponível em: <https://doi.org/10.4236/as.2016.76038>
- Nicolopoulou-Stamati, P., Maipas, S., Kotampasi, C., Stamatis, P. e Hens, L. (2016). Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in public health*, 4, 148. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2016.00148>
- Projeto MapBiomias. (2023). *Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil*. Acessado em 16 de abril de 2023 em <https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura?activeBaseMap>
- Ramirez, J., Watson, K., McMillin, L., Gjeli, E. e Sessa, E. (2023). *The New York Botanical Garden Herbarium (NY)* (Vol. Version 1.61). GBIF.org. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/6e8nje>
- Redón, S. M., Outeiro, G. M., Melo, A. C. C. e Gumiero, R. G. (2023). Núcleos urbanos informais em Carajás: o caso das Regiões Imediatas de Marabá e Parauapebas. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás*. (pp. 441-465). Belém: NAEA. (neste volume)
- Santilli, J. (2009). *Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores*. São Paulo: Peirópolis. Disponível em: <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.22298998.v1>
- Shattuck, A. (2021). Generic, growing, green?: The changing political economy of the global pesticide complex. *The Journal of Peasant Studies*, 48 (2), 231-253. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1839053>
- Shattuck, A., Werner, M., Mempel, F., Dunivin, Z. e Galt, R. (2023). Global pesticide use and trade database (GloPUT): New estimates show pesticide use trends in low-income countries substantially underestimated. *Global Environmental Change*, 81, 102693. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2023.102693>
- Silva, D. N., Mendes, E. C. e Sousa, R. L. (2023). Saneamento básico e pobreza na Amazônia: um diagnóstico para a região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 467-484). Belém: NAEA. (neste volume)
- Silva, I. S., Lisboa, F. M. e Sena, L. R. (2023). Alteridades e Outridades na Região de Carajás. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 139-157). Belém: NAEA. (neste volume)
- Simon-Delso, N., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L. P., Bonmatin, J. M., Chagnon, M., Downs, C., Furlan, L., Gibbons, D. W., Giorio, C., Girolami, V., Goulson, D., Kreuzweiser, D. P., Krupke, C. H., Liess, M., Long, E., McField, M., Mineau, P., Mitchell, E. A. D., Morrissey, C. A., . . . Wiemers, M. (2015). Systemic insecticides (neonicotinoids and fipronil): trends, uses, mode of action and metabolites. *Environmental Science and Pollution Research*, 22 (1), 5-34. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3470-y>
- Sousa, K. N. S. (2023). A matriz hidrográfica de Carajás, PA: um estudo sobre unidades fluviais e pressões espacialmente explícitas na paisagem. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 729-750). Belém: NAEA. (neste volume)
- Syafrudin, M., Kristanti, R. A., Yuniarto, A., Hadibarata, T., Rhee, J., Al-Onazi, W. A., Algarni, T. S., Almarri, A. H. e Al-Mohaimed, A. M. (2021). Pesticides in drinking water-a review. *International journal of environmental research and public health*, 18 (2), 468. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijerph18020468>
- The International Barcode of Life Consortium. (2023). *International Barcode of Life project (iBOL)*. GBIF.org. Disponível em: <https://doi.org/10.15468/6e8nje>

Sugestão de citação:

Rodrigues, D. M. e Monteiro, M. A. (2023). O ônus ambiental do paradigma agropecuário em carajás e a construção de alternativas. In M. A. Monteiro (Ed.), *Amazônia: a região de Carajás* (pp. 655-673). Belém: NAEA. Disponível em: <https://doi.org/10.4322/978-85-7143-217-8.cap29>