

Crescimento econômico, aprisionamento tecnológico e competitividade espúria na Amazônia: o caso de Carajás

Maurílio de Abreu Monteiro¹

1.Introdução

A interpretação dos processos de desenvolvimento econômico na perspectiva da economia evolucionária (Nelson, 2008; Nelson e Winter, 1982) aponta que o estabelecimento e a manutenção de estruturas econômicas competitivas duradouras ocorrem mediante à incorporação dinâmica do progresso técnico mediada por um ambiente institucional e infraestrutural que propicie uma articulação produtiva continuada, promovendo tanto a inserção internacional quanto a interação criativa entre atores públicos e privados. Em função deste caráter peculiar e cumulativo dos processos de desenvolvimento, eles são marcados pelas condições institucionais prevaletes nas configurações territoriais, de forma que empresas, regiões e países desfrutem de condições diferenciadas de “acumulação técnica” e “aprendizagem institucional”.

Com base nesses fundamentos, são deduzidos os traços alicerçadores para o que seria uma estratégia de desenvolvimento envolvendo uma transformação produtiva com equidade social que requereria a consolidação de dinâmicas sociais, mediante as quais agentes econômicos estabelecem vínculos sinérgicos com o sistema educacional, com a infraestrutura tecnológica, energética e de transporte, com o aparato institucional público e privado e com o sistema financeiro, ou seja, encontrando-se integrados a todo um sistema socioeconômico (Cepal, 1990, p. 14) processos dos quais seriam derivados “incrementos autênticos de competitividade” (Fajnzylber, 1988, p. 13).

Tais fundamentos também apontam, de modo inverso, para a possibilidade de que o padrão, a densidade e a qualidade de interações, de proximidade espacial e cultural entre as empresas, como instituições e aqueles que desenvolvem as inovações, são elementos que podem bloquear o progresso em países, empresas e regiões, uma vez que se arriscam a ficar para trás na corrida frenética por inovações, visto que se encontram sujeitos aos círculos viciosos acumulativos e que as lacunas relativas às diferenciações entre os padrões territoriais que articulam capacidades e fontes de inovação continuam a crescer.

Neste contexto, empresas, outros agentes econômicos, regiões e países que já obtiveram sucesso econômico com base em aumentos espúrios de competitividade (Fajnzylber, 1988, p. 13) replicam estratégias que não ensejam interações criativas regionais, pois se encontram em uma situação fortemente vinculada aos paradigmas tecnológicos cujos componentes primordiais e bases de conhecimentos específicas, arranjos institucionais e estruturas organizacionais se tornaram obstáculos para a introdução de um novo paradigma produtivo (OECD, 1992, p. 38), do qual resulta um

¹ Professor Titular do curso de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Desenvolvimento Regional e Urbano na Amazônia (PPGPAM) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa).

aprofundamento das dinâmicas produtivas marcadas pela dependência de nichos de mercados, do pagamento de baixos salários, da utilização de matérias-primas baratas e da degradação ambiental.

Esta possibilidade é a que melhor caracteriza o que ocorre em algumas regiões brasileiras que, durante as duas primeiras décadas do século XXI, têm tido de ritmo crescimento que resulta na ampliação de sua expressão na participação do PIB nacional. A região de Carajás – que corresponde ao que IBGE (2017) classifica como sendo as regiões intermediárias de Redenção e a de Marabá, exclusive a região imediata de Tucuruí (Monteiro e Silva, 2021) –, que em 2002 foi responsável por 0,29% do PIB brasileiro e em 2022 este percentual atingiu 1,18%, a maior expansão dentre as regiões brasileiras (IBGE, 2023). O elevado crescimento econômico na região de Carajás se dá em desconformidade aos citados “incrementos autênticos de competitividade”, já que o destacado crescimento do produto social da região de Carajás se assenta em um acréscimo de ganhos espúrios de competitividade, resultantes do aprisionamento tecnológico dos principais e mais relevantes agentes econômicos da região aos paradigmas que resultam em uma degradação social e ambiental, bem como em um constrangimento à edificação de alternativas ao desenvolvimento regional em bases sustentáveis.

Para consubstanciar tal referência interpretativa, este artigo, inicialmente, oferece indicações quanto a abordagem evolucionária acerca da mudança tecnológica e da competitividade estrutural, em seguida, diante da relevância teórica conferida aos atributos territoriais ligados aos processos de progresso tecnológico, são apresentados padrões espaciais subnacionais que expressam a combinação entre capacidades e variedades de fontes de inovação em nível regional. Uma vez inferidos tais padrões, são enfatizados os aspectos mais relevantes atinentes à região de Carajás, e então, são evidenciadas as trajetórias tecnológicas dos agentes econômicos regionalmente mais relevantes. Esse trajeto permite demonstrar que os agentes econômicos e os arranjos institucionais vigentes sustentam e aprofundam regionalmente as tendências e dinâmicas históricas de desenvolvimento que se distinguem radicalmente das alternativas virtuosas desenhadas por *policy makers* e inspiradas na abordagem evolucionária da mudança econômica (Brasil, 2008, 2010; Cepal, 1990).

2. Aspectos teóricos

2.1. Inovação, território e desenvolvimento econômico

As formulações teóricas que buscam dar centralidade à relação entre inovação, aprendizagem, conhecimento, instituições, região e desenvolvimento econômico derivam, em grande parte, de interpretações sobre a mudança tecnológica e a inovação suscitadas pelo trabalho de Nelson e Winter (1982), que ensejou teorizações originais, entre as quais a de Dosi et al. (1990).

A teoria da inovação delineada por esses pesquisadores se choca com a posição adotada pelo *mainstream* das ciências econômicas, expressa por um modelo linear de *research-to-marketing* que oferece uma explicação exógena para a mudança tecnológica e para a inovação (Forbes e Wield,

2000), passando a concebê-las como um processo endógeno multidimensional de interação com efeitos acumulativos (Freeman, 1994; Hodgson, 1996; Nelson e Winter, 1982) caracterizados por *feedbacks* complexos entre descoberta, invenção, inovação e difusão. Dessa forma, quase toda a distinção muito evidente entre a mudança tecnológica e a inovação deixa de existir (Lundvall, 1988, p. 350). Por envolver complexos processos de interatividade, o caráter endógeno da inovação passa a abranger e a depender de conhecimentos e habilidades tácitas. Distinguem-se, assim, a informação codificável de acesso geral e os “conhecimentos que são difíceis de se codificar, os últimos são específicos para cada empresa, tecnologia ou arranjo institucional qualificado como conhecimento tácito” (OECD, 1992, p. 69). As formas específicas de interação entre conhecimentos ou habilidades tácitas, aprendizagem e inovação assumem uma condição de atributo muito relevante para a diferenciação institucional entre as regiões (Capello, 1999; Keeble et al., 1999; Malmberg e Maskell, 1997), ao que se soma o fato de que esses processos de interação, por serem acumulativos, requerem um certo grau de continuidade e estabilidade que pode ser facilitado pela proximidade espacial (Maskell et al., 2002). Desse modo, Dosi et al. (1990, p. 266) argumentam que tais determinantes e constrangimentos à mudança tecnológica e à inovação reforçam a existência de lacunas (*gaps*) entre empresas, países e regiões. Tais diferenciações não dizem respeito apenas às relações de dependência dentro das divisões nacionais e internacionais do trabalho, “mas também refletem as características de aprendizagem precárias que são internas às próprias regiões” (Mackinnon et al., 2002, p. 302).

Ganha também relevância na interpretação dos impulsos aos processos inovativos a preocupação com os seus fundamentos sociais e institucionais, em contrapartida, reduz-se a diligência com as ligações estritamente materiais (Lawson et al., 1997), refletindo a crescente importância atribuída às relações extraeconômicas como fontes de vantagem competitiva e de desenvolvimento (Jessop, 2000). Conseqüentemente, os processos de mudança tecnológica tornam, imprescindível a presença de estruturas institucionais aptas a propiciar uma inter-relação intensa entre os múltiplos agentes. As inovações, portanto, assumem um caráter quase coletivo e, segundo Powell (1990), são garantidas e impulsionadas pela existência de redes tecnológicas caracterizadas por uma estrutura institucional flexível baseada em relações horizontais mútuas de coordenação de trocas econômicas. A OCDE (1992) indica que tais redes tecnológicas articuladas em sistemas nacionais de inovação são decisivas para a gestação da competitividade estrutural, destacando a importância dos *clusters* e aglomerações regionais, uma vez que nesses locais estão na interface dos mecanismos interativos e dos movimentos que “comandam a competitividade e o processo de globalização” (OECD, 1992, p. 253).

No bojo das diversas e diferenciadas perspectivas (Florida, 1995; Porter, 1996; Storper, 1997, p. ex.) por meio das quais são abordadas a interação entre conhecimentos, habilidades, aprendizagem, inovação e as suas implicações em relação ao desenvolvimento regional, é possível apontar alguns

elementos unificadores. Destacam-se dentre eles, sobretudo, o consenso de que há uma tendência para o estabelecimento de aglomerações espaciais ligadas às atividades econômicas marcadamente dependentes do conhecimento como fonte de vantagem competitiva, e de que as relações extraeconômicas estabelecidas em decorrência de vinculações relativamente estáveis entre os diversos segmentos econômicos se dão em níveis infranacionais, pois nestas escalas é que se distinguem os espaços nos quais as respostas e adaptações às mudanças são processadas com maior rapidez. Ao passo que há uma relativa convergência quanto ao reconhecimento da importância das dinâmicas processadas em escalas infranacionais, há também grandes diferenciações em torno da explicação de como as condições sociais e institucionais que permitem que sejam estabelecidas tais interações exitosas são gestadas e efetivamente materializadas. Com base nessa realidade, a vertente explicativa estruturada em torno da economia evolucionária e institucional (Arthur, 1994; Hodgson, 1996; Nelson e Winter, 1982) enfatiza que a diferenciação social e econômica surge em determinados espaços como decorrência de contextos, regramentos e práticas institucionais específicas que condicionam a atuação dos agentes sociais. Trata-se de uma diferenciação que estabelece condicionamentos e molda escolhas que, por sua vez, também são condicionadas por decisões passadas, fortalecendo certas alternativas e possibilidades de desenvolvimento e bloqueando outras.

Dessa forma, os agentes econômicos, tendo por referência sua base de conhecimento tácito, adotam preferencialmente os caminhos que permitem que resultados favoráveis sejam esperados com pouco risco, e o fazem a partir de experiências bem-sucedidas do passado, em escolhas derivadas, por conseguinte, de regras práticas (*rules of thumb*) (Arthur, 1994; OECD, 1992; Quandt e Baumol, 1964). Concentram-se em opções ligadas à base tecnológica com a qual já estão familiarizados, conseqüentemente, não cobrindo todo um espectro de alternativas que englobam as possibilidades tecnológicas abertas por um outro paradigma tecnológico (Dosi, 1982). Justamente por isso, as oportunidades de desenvolvimento futuro se encontram fortemente condicionadas por mecanismos de *feedbacks* derivados de crescentes retornos de produtividade. Gestam-se, assim, trajetórias tecnológicas que, baseadas em paradigmas tecnológicos, pré-configuram um corredor de escolhas para os processos de busca seletiva (Dosi, 1982; Nelson e Winter, 1982; Rosenberg, 1982). De forma que uma trajetória tecnológica é um padrão usual de escolhas para a resolução de problemas com base em um paradigma e pode ser representada por um movimento de *trade-offs* multidimensionais entre as variáveis tecnológicas que o próprio paradigma define como relevantes. Portanto, tal trajetória pode ser definida como “um conjunto com possíveis direções tecnológicas cujas fronteiras externas são definidas pela própria natureza do paradigma” (Dosi, 1982, p. 154).

Logo, trata-se, de um caminho teórico para se interpretar os processos de desenvolvimento, inovação ou bloqueios aos mesmos, vinculando-os à dimensão territorial, uma vez que é no espaço concreto que se estabelecem a densidade e a qualidade de relacionamentos ou de arranjos

institucionais. Constituem-se assim a reciprocidade entre agentes e a estruturação de redes, onde se dá a interação entre a inovação, a aprendizagem e o conhecimento.

2.2. Limitações à promoção endógena de impulsos aos processos de desenvolvimento econômico

Se há pertinência em se indicar a necessidade de interação entre a inovação e os arranjos institucionais de base territorial como elementos cruciais para o progresso tecnológico, é, todavia, inadequada a avocação indiscriminada dos territórios como “local apropriado para regular o capitalismo global” (MacLeod, 2001, p. 804).

Esse erro de interpretação, segundo Lovering (1999), deriva do fato de que muitas dessas reivindicações foram desenvolvidas dentro de uma análise lançada em um nível peculiarmente vago de abstração, de modo que a escala geográfica em questão permanece não especificada (Lovering, 1999). Dessa forma, algumas abordagens passam a considerar a região ou o território como protagonistas, tratando-os como se fossem algo dado (MacLeod, 2001), como uma coisa em si, como objetos com poderes causais próprios, do que resulta “uma forma de fetichismo espacial que tende a elidir divisões e tensões intrarregionais” (Mackinnon et al., 2002, p. 297). Assim sendo, não são devidamente incorporadas na análise as divisões e tensões presentes em escalas distintas e entre agentes, o que faz com que os territórios sejam pensados isoladamente, desvinculados e desconectados da análise de dinâmicas mais gerais da produção e da transformação social do espaço (Harvey, 1982; Massey, 1991; Paasi, 1991), falha que se conjuga com a literatura que “tende a subestimar a importância de redes de estruturas extra locais” (Mackinnon et al., 2002, p. 294).

Outra limitação a ser considerada na possibilidade de promoção de impulsos endógenos ao progresso tecnológico é o de subvalorizar agentes e suas trajetórias tecnológicas e de supervalorizar processos como a constituição de redes que são abordadas como sendo necessariamente benéficas (Lawson et al., 1997). Para Markusen (2005), esse é um erro recorrente em formulações recentes da geografia econômica que implica na eliminação dos atores decisivos para a interpretação dos processos de desenvolvimento. Esses atores são entendidos por Markusen (2005, p. 58) como “instituições que funcionam como agentes decisórios, empreendedores que decidem estabelecer ou criar firmas em determinados locais e trabalhadores que tomam a decisão de migrar”. Ao subvalorizar a interpretação desses atores, desconsidera-se, por exemplo, a análise do papel das “corporações internacionais e nacionais que têm deixado suas marcas nas economias regionais” e se constituem “um dos atores econômicos mais importantes no desenvolvimento capitalista” (Markusen, 2005, p. 63). Segundo a autora, existe um equívoco comum no campo da “nova geografia econômica”, descrito como uma “ausência de ênfase no comportamento microeconômico da firma e da organização industrial”, de forma “que a atenção se desvia das teorias da localização e migração, que modelam a maneira pela qual as firmas decidem onde se localizar e os trabalhadores onde viver” (Markusen, 2005, p. 61).

Cantwell (1989) argumenta que a globalização e o acirramento da competição internacional conduzem ao fortalecimento acumulativo de certos espaços subnacionais preferidos pelas empresas multinacionais, o que, para ele, contribui para a desintegração crescente dos sistemas nacionais de produção e inovação menos atrativos. Por outro lado, a OCDE entende que os espaços subnacionais que reúnem a melhor combinação de atributos nessa escala se situam na interface entre os mecanismos interativos e os processos cumulativos de competitividade. Sua importância reside no papel integrador dos sistemas nacionais de inovação, estando a competitividade estrutural dependente da economia, do número, da natureza e do grau de interações entre eles (OECD, 1992).

As limitações supracitadas conduzem à produção de análises que falham em fundamentar adequadamente a investigação acerca da interação entre inovação, aprendizagem, conhecimento, instituições e regiões (Mackinnon et al., 2002, p. 294). Por conseguinte, os esforços para superá-las não devem prescindir da investigação das bases empíricas sobre as quais se desdobram tensões e divisões presentes em distintas escalas e entre agentes e as dinâmicas mais gerais e sistêmicas que medeiam a produção e a reprodução da vida social. É a apreensão dessas complexas interações e mediações que permitirá dimensionar tanto a abrangência quanto a extensão dos esforços e dos arranjos institucionais necessários para a reversão das tendências e dinâmicas históricas de desenvolvimento que caracterizam determinadas regiões.

A metodologia utilizada para realizar uma aproximação empírica capaz de dar relevo à localização e à articulação de agentes, das capacidades e a variedades de fontes de inovação, da dimensão territorial e dos principais agentes da economia em escala subnacional e aos agentes econômicos mais relevantes na região de Carajás são indicadas no item seguinte.

3. Metodologia

3.1 Identificando padrões espaciais relativos à capacidade e à variedade de fontes de inovação em escala subnacional

Para o deslindamento de padrões subnacionais que envolvem a conjunção de e a combinação de capacidades, fontes de inovação, aprendizagem e desenvolvimento em escala subnacional recorreu-se a tipologia elaborada por Robinson et al. (2003), derivada da classificação de padrões de inovação para a produção industrial desenvolvida por Pavitt (1990) e da tipologia sobre inovação em serviços elaborada por Van Ark et al. (2003). Trata-se de uma classificação que considera a “crucial dependência da relação entre os insumos (relacionamento com o fornecedor), a empresa cliente ou consumidor final (relacionamento com o cliente) e a natureza da inovação processada dentro da própria empresa” (Robinson et al., 2003, p. 62). A tipologia se baseia na caracterização dos grupos de atividade econômica e do papel desempenhado por cada um deles como fontes de inovação, envolvendo a identificação de atividades que comportam capacidades distintas para impulsionar a

interação e a cumulatividade na relação entre processos produtivos e inovações. Esta tipologia comporta nove grupos de atividades econômicas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número de pessoas ocupadas no Brasil por grupos de atividades econômicas relacionadas às capacidades e variedades de fontes de inovação em 2019.

Cód.	Grupos	Correspondência com as divisões Cnae 2.0	Número de pessoas
BDF	Atividades nas quais as inovações são amplamente dependentes de produtos dominados pelo fornecedor	1 a 3, 13 a 18, 31 a 33 e 41 a 43	5.752.396
IIE	Atividades nas quais as inovações são baseadas, sobretudo, na intensificação da escala	5 a 12, 19, 22 a 25, 29, 30 e 35 a 39	4.438.189
IPE	Atividades que fornecem bens industriais especializados	26 e 28	444.854
IBC	Atividades nas quais as inovações são baseadas, sobretudo, na ciência	20, 21 e 27	564.527
SDF	Serviços dominados pelo fornecedor	47, 50 e 53	6.948.671
FSE	Atividades nas quais predominam fornecedores de serviços especializados	62, 63 e 69 a 75	1.644.349
SBI	Serviços nos quais se destacam inovações organizacionais	49, 51, 58 a 61, 64, 65 e 68	3.264.503
CDS	Atividades nas quais as inovações são impulsionadas por demandas de clientes	46, 45, 52, 55, 56, 66, 77 a 82 e 90 a 99	11.020.805
SNM	Serviços de organização tipicamente não mercantil	84 a 88	13.442.009
Total			47.520.303

Nota: A base de dados utilizada para a preparação da tabela está disponível em Monteiro (2023a).

Fonte: Robinson et al. (2003) e Brasil (2021). Elaborada pelo autor.

Adotou-se a variável “número de pessoas ocupadas” como *proxy* para se inferir a dimensão das combinações espaciais entre essas atividades. As informações relativas ao número de pessoas ocupadas são dos microdados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) relativas ao ano de 2019, sendo elas identificadas nos termos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae versão 2.0) (Brasil, 2021) foi possível agregá-las em nove tipologias para cada um dos 5.568 municípios nos termos apresentados na Tabela 1.

A partir da classificação municipal da variável em grupos, recorreu-se ao cálculo do quociente de localização, QL_k^i para inferir a dimensão da especialização municipal em relação às capacidades e variedades de fontes de inovação. A forma como este cálculo é realizado é amplamente difundida na literatura, como em Delgado e Godinho (2011, p. 25). Mediante ao cálculo do QL_k^i para cada grupo de atividades econômicas, foi possível alcançar em que medida uma unidade espacial i é especializada em cada um dos K grupos, comparando a importância relativa do grupo k no município i com a relevância que o mesmo grupo tem no Brasil. Organizada a matriz com os valores dos nove coeficientes locacionais para cada um dos 5.568 municípios brasileiros, ela foi submetida às técnicas de análise estatística capazes de captar o relacionamento espacial entre os indicadores de especialização municipal atinente a cada um dos nove grupos de atividades econômicas (Tabela 1).

Após o agrupamento municipal da variável nos nove grupos indicados, procedeu-se ao cálculo do Quociente de Localização (QL_k^i) (Haig, 1926) de cada grupo, o que permitiu avaliar em que medida uma unidade espacial, i , é especializada em cada um dos K grupos, comparando a importância relativa do grupo k no município i com a que o mesmo grupo tem no Brasil.

Após organizar a matriz contendo os valores dos nove QL_k^i para cada um dos municípios, ela foi submetida a técnicas de análise estatística capazes de captar o relacionamento espacial entre os indicadores de especialização municipal relativos às capacidades e às variedades de fontes de inovação. Esses indicadores de cada município foram associados a um “geo-objeto” (Câmara e Monteiro, 2001, p. 14) por meio de um vetor de atributos y ($QL_1^i \dots QL_9^i$), tomado como base para inferir o grau de similaridade entre cada geo-objeto i .

A organização dos dados nesse formato permitiu que se recorresse à topologia do conjunto para extrair as relações entre os geo-objetos, a fim de agrupá-los de modo que o grau de similaridade fosse alto entre os membros de um mesmo agrupamento e baixo entre os membros de agrupamentos diferentes (Anderberg, 2014). Para tanto, organizou-se um grafo de conectividade G , com um conjunto de vértices V , e um conjunto de arestas L . Como o interesse deste estudo se dirige simultaneamente às relações de proximidade e às de similaridade, caso os geo-objetos i e j sejam adjacentes, há uma aresta no grafo conectando os vértices v_i e v_j , e a essa aresta foi atribuído um custo representativo da similaridade entre os vértices.

Para realizar a partição do grafo de forma que dele resultassem unidades espaciais contíguas com elevado grau de similaridade entre os vetores de atributos y , recorreu-se ao algoritmo SKATER (*Spatial 'K'uster Analysis by Tree Edge Removal*) (Assunção et al., 2006). Como parte dessa estratégia heurística, o grafo G foi convertido em uma árvore geradora. Para que os vetores de atributos y_i e y_j , (QL_k^i) se encontrem em escalas comparáveis, eles foram padronizados (Hair et al., 2009, p. 445). Foram sendo retiradas arestas da árvore geradora, em função da avaliação dos maiores custos entre os geo-objetos i e j – representativos da dissimilaridade entre os vetores de atributos y_i e

y_j expressa pela aresta –, inferidos mediante a distância entre os vetores de atributos dos geo-objetos, cujo cálculo é formalizado como:

$$d(y_i, y_j) = \sum_{l=1}^n (y_{il} - y_{jl})^2 \quad (2)$$

Onde:

y_i é o valor dos atributos y_i e

y_j é o valor dos atributos y_j .

A retirada das arestas mais caras permitiu que se construísse outra árvore, a árvore geradora mínima (AGM), que apresenta a menor soma das dissimilaridades em todas as arestas (Assunção et al., 2006, p. 801). Nela, quaisquer dois vértices estão conectados por um caminho único. Assim, o número de arestas em AGM é de $n-1$, e a remoção de qualquer aresta de AGM resulta em dois sub-grafos desconectados, que são candidatos a recortes espaciais.

Para realizar o agrupamento de n geo-objetos em z árvores, o algoritmo de particionamento recorre a procedimentos de divisão hierárquica e ao método divisivo (Hair et al., 2009, p. 445). A cada interação a AGM é examinada e é retirada uma aresta, a dividindo em novas árvores. A seleção da aresta que será retirada recai naquela que trouxer o maior aumento na qualidade geral dos agrupamentos resultantes, o que é medido pela soma dos desvios quadrados dentro dos agrupamentos, sendo formalmente descrita como:

$$Q(\Pi) = \sum_{i=0}^K SSD_i \quad (3)$$

Onde:

Π é uma partição de objetos em Z árvores;

$Q(\Pi)$ é um valor associado à qualidade de uma partição Π ;

SSD_i é a soma dos desvios quadrados no agrupamento i .

Agrupamentos mais homogêneos têm menores valores de SSD. Assim, quanto menor $Q(\Pi)$, melhor será a partição. O SSD de desvio quadrado dentro dos agrupamentos é:

$$SSD_z = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_z} (y_j^i - \underline{y}_j)^2 \quad (4)$$

Onde:

n_z é o número de geo-objetos na árvore z ;

y_j^i é o j -ésimo atributo do geo-objeto i ;

m é o número de atributos considerados na análise;

\underline{y}_j é o valor médio do j -ésimo atributo para todos os geo-objetos na árvore z .

A cada vez que se “poda” a AGM, cria-se uma árvore desconectada, ensejando um novo recorte espacial contendo municípios vizinhos com maior grau de similaridade entre os atributos. Como a “poda” gera alteração na composição da árvore, para obter melhores resultados, a atribuição de custos às arestas é modificada a cada vez que uma é removida, o que requer sucessivas comparações de

soluções para melhor subdividir uma árvore. Sendo a solução ótima estabelecida mediante a função objetivo:

$$f_1(S_l^A) = SSD_A - (SSD_{Aa} + SSD_{Ab}) \quad (5)$$

onde:

S_l^A é o arranjo produzido pelo corte da aresta l da árvore A e

A_a e A_b são as duas árvores produzidas a partir de A após a eliminação da aresta l .

À medida que se removem as arestas da AGM, um conjunto de árvores desconectadas aparece até que seja atingido o número de agrupamentos previamente estipulado a partir da avaliação, a cada partição, da variação dentro dos agrupamentos da soma de quadrados dos desvios. Dessa forma, o espaço nacional passa a ser apresentado em agrupamentos disjuntos e complementares que contam com o maior grau de homogeneidade interna possível.

Assim, o espaço nacional pode então ser apresentado em agrupamentos disjuntos e complementares que contam com o maior grau de homogeneidade interna possível, revelando padrões espaciais que captam manifestações aparentes de diferentes arquétipos relativos às articulações espaciais entre agentes, capacidades e fontes de inovação, além de explicitar os potenciais de inovação endógenos e a existência de grandes diferenças entre eles (Figura 1).

Para identificação dos principais agentes e setores econômicos da região recorreu-se a aos resultados da regionalização da matriz insumo produto do estado Pará (MIP) em escala compatível a da região de Carajás região (MIP) apresentados por Monteiro (2023b). Para a avaliação do comportamento de agentes e estruturas que fundamentam a dinâmica agrária da região utilizou-se os resultados apresentados em Monteiro (2023c) que, recorrendo estratégia metodológica desenvolvida por Costa (2021) e utilizando os dados dos Censos agropecuários de 1995/6, 2006 e 2017 (IBGE, 1998, 2009, 2019a), identificou e avaliou a evolução de seis trajetórias tecnológicas na economia agrária da região de Carajás.

3. Resultados

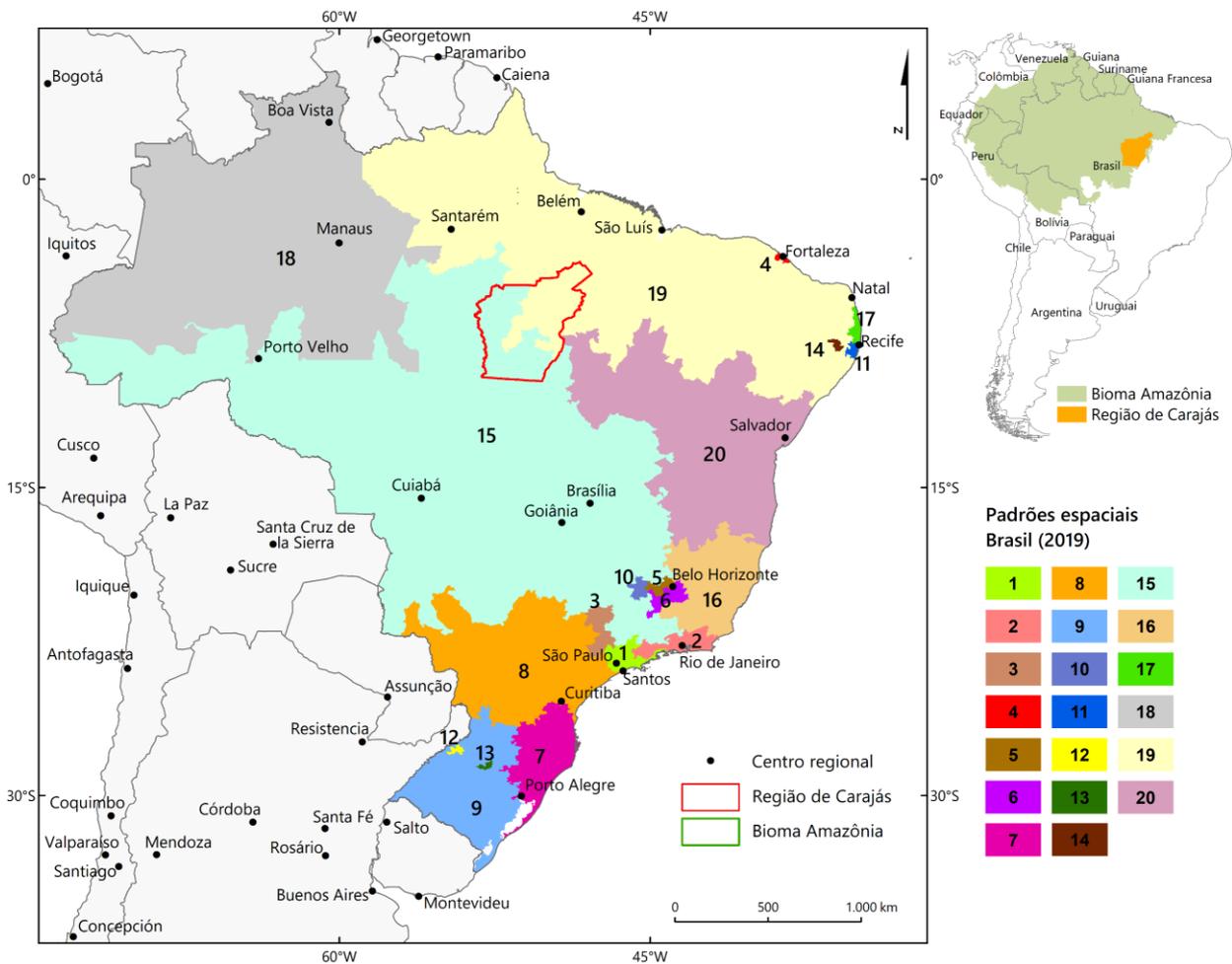
3.1 A região de Carajás e os padrões subnacionais relativos à capacidade e à variedade de fontes de inovação

Ao sobrepor os limites da região de Carajás aos recortes dos padrões espaciais revelados é possível, a partir das interseções, traçar uma associação entre as características desses padrões. Evidencia-se, portanto, que a região comporta dois padrões, o 15 e o 19 (Figura 1). As combinações expressas por esses padrões, quando comparadas às de outros, evidenciam uma dissimilaridade de variados graus em relação às demais combinações (Tabela 2).

Uma primeira aproximação em relação à extensão das diferenças entre os padrões espaciais presentes na região de Carajás é viável quando os atributos desses padrões são comparados com o padrão espacial 1, que representa uma das melhores combinações no Brasil e abarca 96 municípios,

quase todos pertencentes às regiões intermediárias de Campinas, Pouso Alegre e São José dos Campos (IBGE, 2017) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa com os padrões espaciais relativos à capacidade e variedade de fontes de inovação no Brasil com destaque para a região de Carajás, 2019.



Nota: A base de dados utilizada para a preparação da figura está disponível em Monteiro (2023a).

Fonte: Elaborada pelo autor.

O cotejamento do padrão espacial 19 com o 1 evidencia que o valor médio conferido aos 8 atributos, dentre os 9 adotados, apresenta um comportamento diametralmente oposto. O valor médio do atributo referente às CDS do primeiro é de -0,44, enquanto, no padrão espacial 1, o valor médio desse atributo é 1,46. Esse resultado expressa a tendência que as firmas com esse perfil têm de se manterem nas cercanias de clientes demandantes de bens e serviços cujo nível de exigência é elevado, impulsionando processos inovativos. É coerente que também se registre nesse espaço (Padrão 1) a elevada concentração tanto das IPE (1,01) quanto das IBC (1,03) e que nele se destaquem as FSE (0,61). De forma oposta, esses três atributos do padrão 19 são fragilíssimos e apresentam um desempenho contrário: -0,22, -0,16 e -0,13, remetendo, respectivamente, aos padrões IPE, IBC e FSE (Tabela 2).

Tabela 2 – Valor médio do atributo relativo à capacidade e variedade de fontes de inovação em cada padrão espacial subnacional, 2019.

Padrão espacial	Valor médio do atributo no padrão espacial								
	BDF	IIE	IPE	IBC	SDF	FSE	SBI	CDS	SNM
1	-0,31	0,37	1,01	1,03	0,52	0,61	0,58	1,46	-0,95
2	-0,32	-0,01	-0,01	0,46	0,71	0,27	0,5	0,87	-0,43
3	0,32	0,69	1,14	1,31	0,15	0,3	0,53	0,41	-1,01
4	-0,31	0,3	0,27	2,53	-0,1	0,42	0,55	1,77	-0,88
5	0,39	0,82	0,23	0,28	0,04	0,29	0,67	0,58	-1,02
6	-0,29	0,99	-0,04	0,05	0,32	0,5	0,81	0,49	-0,73
7	0,62	0,47	0,52	0,15	0,07	0,23	0,62	0,37	-0,92
8	0,37	0,32	0,12	0,06	0,17	0,04	0,15	0,31	-0,58
9	0,05	0,15	0,19	0,01	0,19	0,14	0,94	0,27	-0,42
10	-0,18	0,54	-0,14	4,44	-0,03	0,25	0,5	0,7	-0,8
11	-0,53	1,64	0,07	0,16	-0,17	-0,06	0,19	0,53	-0,65
12	-0,43	-0,12	6,83	-0,18	0,67	0,73	0,89	0,44	-0,79
13	-0,43	-0,22	7,38	-0,19	-0,09	0,01	0,49	0,89	-0,63
14	0,35	-0,48	-0,22	-0,19	0,02	3,28	-0,41	0,27	-0,22
15	0,64	0,09	-0,13	-0,05	-0,03	0,06	-0,04	0,05	-0,42
16	-0,05	-0,11	-0,16	-0,11	0,48	0,2	0,06	-0,01	-0,04
17	0,04	0,55	-0,16	-0,06	-0,27	-0,26	0,15	-0,02	-0,2
18	-0,9	-0,43	-0,2	-0,21	-0,6	-0,36	-0,63	-0,72	1,33
19	-0,61	-0,34	-0,22	-0,16	-0,31	-0,29	-0,51	-0,44	0,9
20	-0,2	-0,35	-0,19	-0,13	-0,1	-0,06	-0,32	-0,3	0,5
BDF	Atividades nas quais as inovações são amplamente dependentes de produtos dominados pelo fornecedor								
IIE	Atividades nas quais as inovações são baseadas na intensificação da escala								
IPE	Atividades que fornecem bens industriais especializados								
IBC	Atividades nas quais as inovações são baseadas, sobretudo, na ciência								
SDF	Serviços dominados pelo fornecedor								

FSE	Atividades nas quais predominam fornecedores de serviços especializados
SBI	Serviços nos quais se destacam inovações organizacionais
CDS	Atividades nas quais as inovações são impulsionadas por demandas de clientes
SNM	Serviços de organização tipicamente não mercantil

Nota: A base de dados utilizada para a preparação da tabela está disponível em Monteiro (2023a).

Fonte: Elaborada pelo autor.

A disparidade também é salientada na análise do atributo relativo aos SNM, que envolvem atividades cujos agentes têm um potencial de indução de inovações muito menor que o dos demais grupos. No padrão 19 o valor é de 0,9, antípoda do padrão 1, que, em relação aos SNM, registra -0,95. No que se refere às IIE, o valor do padrão 19 é de -0,34, mais uma vez dessemelhante do padrão 1, cujo valor é 0,37. A dissimilaridade deste comportamento é registrada também no atributo relativo aos SDF: -0,31 para o padrão 19 e 0,52 para o padrão 1. Similarmente, há uma disparidade no que diz respeito aos SBI: -0,32 é o valor médio do atributo no padrão 19, enquanto o valor do padrão 1 é 0,58. O padrão 15, que abarca a porção sul da região de Carajás, apresenta uma combinação em relação às IPE, às IBC, aos SDF e aos SBI que se alinha com as tendências registradas no padrão 19, com diferenças relevantes de gradação. Já em relação às IIE, às FSE e aos SNM, apresenta comportamento oposto ao do padrão 19, nesses aspectos, os valores médios do padrão 15 seguem uma direção similar à dos valores do padrão 1, também com grandes diferenças de nuances. A maior especificidade do padrão 15 se encontra no grupo atinente às BDF, cujo valor médio é o maior dentre todos os recortes subnacionais: 0,64. Trata-se de um reflexo da maciça presença de produção agrícola e da pecuária bovina, amplamente dependentes de insumos e de implementos dominados por agentes externos à região e ao país (Tabela 2).

3.2. As trajetórias tecnológicas no agrário de Carajás

No caso das atividades agropecuárias, é importante destacar os fundamentos da reprodução social dos agentes locais e da articulação deles com os padrões espaciais, devido à importância regional tanto econômica quanto social dessas atividades que foram responsáveis, em 2017, por 8,6 % do valor adicionado na região (IBGE, 2019) e, em 2010, por 29% das pessoas que se encontravam ocupadas nessas atividades (IBGE, 2012). Merecem destaque também pelo fato de que as trajetórias tecnológicas trilhadas envolvem, majoritariamente, laços sociais com processos produtivos responsáveis pela degradação ambiental nessa região do bioma Amazônia (Figura 1).

No caso da concorrência entre as formas de produção na região de Carajás, tomando como referência o VBP da produção agropecuária, há uma significativa retração da predominância espacial da forma de produção camponesa.

Considerando as trajetórias tecnológicas baseadas no trabalho assalariado, há uma dedicada quase que exclusivamente à pecuária de corte, outra centrada na produção de lavouras temporárias (especialmente soja e milho), e outra na qual há presença considerável de lavouras permanentes (sobretudo o açaí - *Euterpe oleracea*). Dentre as trajetórias mais relevantes baseadas no trabalho familiar existe uma na qual há relevo de lavouras permanentes (mormente a banana e o cacau - *Theobroma cacao*), uma com preeminência em culturas temporárias (principalmente o abacaxi e a mandioca - *Manihot esculenta*), e outra com a preponderância da pecuária de corte (Figura 2).

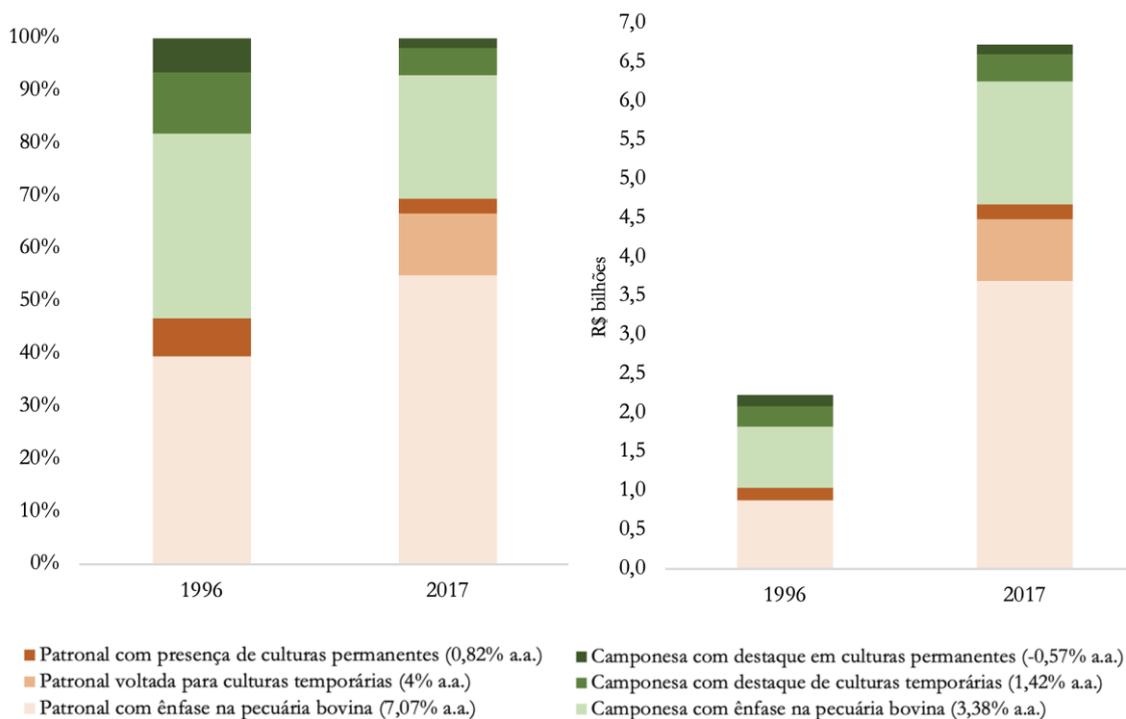
Regionalmente, entre as trajetórias sustentadas pelo trabalho assalariado, aquela vinculada à pecuária bovina de corte é amplamente dominante. Em 2017, foi responsável por 52,7% do VBP da agropecuária da região. Entre 1996 e 2017, contou com uma taxa de crescimento médio de 7% a.a. Em 2017, a trajetória centrada na produção de culturas anuais alcançou 11,7% da participação no VBP da agropecuária, resultado de um elevadíssimo crescimento ocorrido no último intervalo censitário (entre 2006 e 2017), já que, em 1996, sequer tinha presença na região. Se distinguindo das demais pela importância das culturas perenes, a terceira trajetória é justamente a mais compatível com uma “alternativa às trajetórias de alto impacto entrópico” (Costa, 2012, p. 170), se mantendo pouco expressiva em termos regionais e representando, em 2017, 2,86% do VBP da agropecuária, participação resultante de um crescimento oscilante no período, quando se registrou a ampliação da produção do açaí (Figura 2).

No segmento que congrega as trajetórias majoritariamente baseadas na força de trabalho familiar houve, entre 1995 e 2017, a redução da importância absoluta da trajetória liderada pelas culturas temporárias e por sua crescente especialização na produção de mandioca, abacaxi e milho. Em outra trajetória, diferenciada pela importância das culturas permanentes e dinâmicas agroflorestais, houve decréscimo de 0,6% a.a., que só não foi mais expressivo pela ampliação da produção do cacau, de forma que sua participação se tornou menos expressiva em relação ao VBP da agropecuária regional, alcançando 1,91% naquele ano. Por fim, a trajetória caracterizada pela predominância do gado bovino de corte registrou o maior crescimento do período entre a produção camponesa (3,38% a.a.), marcado pela crescente especialização na pecuária de corte, sendo a trajetória camponesa a mais relevante regionalmente e representando aproximadamente 1/4 do VBP da agropecuária (Figura 2).

De forma que, na região de Carajás, o conjunto das trajetórias sustentadas pelo trabalho assalariado obtiveram uma ampliação da participação relativa no valor bruto da produção (VBP) agropecuária regional de 46,7% em 1996, para 69,5% em 2017, representando uma taxa de crescimento de 7,41% a.a., ampliação vinculada ao incremento do número de estabelecimentos, que passaram de 2,28 mil para 11,24 mil, assim como das terras apropriadas por essas trajetórias que saltaram de aproximadamente 5,6 milhões de ha para 8 milhões de ha, ou seja, com taxas de

crescimento médio de 7,95% a.a. e 1,7% a.a., respectivamente (Tabela 3). Em relação às trajetórias baseadas no trabalho familiar, a área total dos estabelecimentos foi reduzida em aproximadamente 300 mil hectares, ocupando 2,6 milhões de ha em 2017, o que se deu conjuntamente com a retração da participação relativa deste segmento para 30,5% do VPB agropecuário.

Figura 2 – Evolução do valor bruto da produção das trajetórias tecnoprodutivas do agrário da região de Carajás, 1996-2017.



Nota: 1) Valores de dezembro de 2022, corrigidos pelo IGP-M. 2) A base de dados utilizada para a preparação da figura está disponível em Monteiro e Silva (2023).

Fonte: Elaborada pelo autor.

Por conseguinte, uma parcela do elevado crescimento do produto social da região se deve à consolidação e ao rápido incremento de trajetórias sustentadas tanto por culturas temporárias quanto por bovinos de corte que se afirmam como amplamente dominantes no agrário regional, encontrando o contraponto residual de trajetórias baseadas em sistemas agroflorestais e culturas permanentes. A ampliação do valor da produção associado às trajetórias tecnoprodutivas camponesas se encontra vinculada à ampliação da quimificação na produção, houve, entre 1996 e 2017, acréscimo anual médio de 9,1%, e 14,1% no valor das despesas tanto com a aquisição de adubos e corretivos por hectare quanto de agrotóxicos, respectivamente. Aumentos muito superiores à taxa de crescimento médio anual do VBP que, no período, foi de 2,64%. Nas trajetórias patronais, a tendência de significativa ampliação na quimificação da produção também foi observada. Enquanto a taxa de incremento médio anual do VBP dessas trajetórias no período foi de 7,41% a.a., as taxas relativas às despesas com adubos e corretivos químicos e agrotóxicos cresceram ao ritmo de 25,8% a.a. e 14,4% a.a., respectivamente (Tabela 3).

As dinâmicas de ampliação da quimificação e do avolumamento da dependência de combustíveis fósseis registrados nas trajetórias tecnoprodutivas do agrário da região de Carajás guardam grande aderência ao que foi inferido em relação à combinação de capacidades e de variedades de fontes de inovação que caracterizam a região, sobretudo a representada pelo padrão 15 (Tabela 2). Isto se dá porque as trajetórias majoritárias e que se fortalecem no agrário são ampla, crescente e excessivamente dependentes de insumos químicos e mecânicos de origem extrarregional.

Tabela 3 – Atributos selecionados da produção tanto patronal quanto camponesa, e suas respectivas taxas de crescimento médio anual entre 1996 e 2017.

Atributo	Unidade	2017		Δ1996-2017 (a.a.)	
		Patronal	Camponesa	Patronal	Camponesa
Número de estabelecimentos	Estabel.	11.243	39.481	7,9%	1,1%
Valor bruto da produção	R\$ milhões	2.596	1.139	7,4%	2,6%
Área total dos estabelecimentos	Ha milhares	8.036	2.637	1,7%	-0,5%
Área das terras agricultadas	Ha milhares	5.353	2.118	3,0%	1,6%
Proporção terras agricultadas	Proporção	0,67	0,8	1,2%	2,1%
Pessoal ocupado	Pessoas	47.484	106.275	4,2%	0,2%
Intensidade química - adubos e corretivos	R\$ mil/ha	0,0450	0,0090	25,8%	9,1%
Intensidade química - agrotóxicos	R\$ mil/ha	0,0396	0,0288	14,4%	14,1%

Em valores de dezembro de 2022, corrigidos pelo IGP-M. A base de dados utilizada para a preparação da tabela está disponível em Monteiro e Silva (2023).

Fonte: Elaborada pelo autor.

A fabricação e a inovação ligadas ao maquinário agrícola do qual dependem tais trajetórias são altamente concentradas em pouquíssimas corporações com liderança setorial e presença global – um segmento industrial que oferece enormes barreiras para a entrada de concorrentes (Safdar e Gevelt, 2020). Assim como a produção e a inovação dos insumos químicos. Em 2017, 74% do mercado mundial de defensivos agrícolas eram comandados por cinco corporações que também estão ampliando rapidamente o controle do mercado de sementes (Tsolomyti et al., 2021, p. 294).

Um problema adicional é que se trata de uma dependência conflitante com o uso sustentável dos recursos naturais do bioma Amazônia, no qual a região está inserida (Figura 1). Com efeito, para sustentar os crescentes plantios de pastagens e de culturas anuais, recorre-se a insumos mecânicos e químicos que envolvem riscos e mudanças ambientais, uma vez que o peso das máquinas provoca degradação física do solo, erosão e outros problemas (Osman, 2014), o uso de pesticidas causa danos à microflora (Meena et al., 2020), à microfauna dos solos (Prashar e Shah, 2016) e à vida selvagem (Enserink et al., 2013), com grande impacto sobre insetos polinizadores (Vogel, 2017), o que degrada

todo o ecossistema a longo prazo. Além disso, microrganismos, insetos e ervas daninhas desenvolvem resistência aos pesticidas (Sparks e Lorsbach, 2017), e as culturas passam a requerer cargas adicionais.

Para solucionar os problemas com que se defrontam, os agentes que comandam as trajetórias tecnológicas amplamente dominantes no agrário regional não se aproximam de novas estratégias, que inclusive podem ser ambientalmente sustentáveis, e não o fazem porque a prática anterior apresenta resultados com retornos econômicos crescentes. De forma que o aprendizado cotidiano promove a consolidação das convicções destes agentes, e cria uma dependência a este caminho, já que recorrem a sua base de conhecimento, criada a partir de experiências do passado (Arthur, 1994, p. 133).

Assim, agentes regionalmente relevantes no agrário se tornam obstáculos para a introdução de um novo paradigma de desenvolvimento na região, promovendo uma “fuga para frente” onde recorrem a novos equipamentos mecânicos diferentes, a sementes, formulações de agroquímicos, tecnologias de adubação e de fixação do nitrogênio no solo etc., tudo vinculado ao paradigma no qual são referenciados de maneira refratária à adoção de paradigmas alternativos.

3.3 Repercussões econômicas da exploração mineral na região

Os padrões espaciais inferidos refletem a manifestação aparente de diferentes arranjos sociais que envolvem a conjugação de empresas, de força de trabalho, enfim, de uma organização institucional de base territorial. Na interpretação dessas inter-relações e desses arranjos institucionais em relação às possibilidades e aos limites associados a dinâmicas de desenvolvimento regional, dentre os agentes envolvidos merece atenção especial a análise do papel desempenhado pelas grandes corporações (Markusen, 2005, p. 63).

No caso da região de Carajás, a relevância da corporação na configuração de dinâmicas regionais ganha maior magnitude, uma vez que 42,77% do valor adicionado regionalmente em 2017 foi derivado da indústria extrativa, e a quase totalidade dele provindo de atividades da Vale S.A. Essa participação tão expressiva resulta do fato de que as operações da Vale em Carajás representaram 53% da receita operacional líquida da mineradora em 2020 e 75% do volume da venda do seu principal produto, o minério de ferro (Tabela 4).

Em que pese a expressividade da indústria extrativa na economia regional, ela tem apresentado uma limitada capacidade de impulsionar dinâmicas endógenas de desenvolvimento, o que se vincula aos diversos mecanismos sociais que envolvem a apropriação social do valor adicionado pela atividade, contexto no qual o padrão de alocação dos lucros corporativos tem destaque. Já que a destinação dos lucros das operações da Vale está vinculada a um modelo de governança corporativa, como quase todas as empresas de capital aberto, baseia-se, presentemente, no princípio de maximização do valor do acionista. Trata-se do princípio de gestão de corporações que impôs mudanças significativas na lógica predominante até a segunda metade do século XX relativa à

alocação de recursos e retornos das atividades das grandes corporações, uma transmutação que resultou do abandono do ditame “reter e reinvestir” para se pugnar o de “reduzir e distribuir” (Lazonick e O'Sullivan, 2000, p. 18). Portanto, a diretriz geral da corporação renuncia à possibilidade de reter lucros e trabalhadores e alocá-los em novos empreendimentos, para prestigiar estratégias de redução de efetivos (downsizing), especialização, recompras de ações, pagamento de dividendos e de juros sobre o capital próprio (Lazonick e O'Sullivan, 2000, p. 28).

Tabela 4 – Estimativa do volume de vendas, receita e resultados operacionais da Vale em 2020, totais e relativos à região de Carajás.

Produto	Volume de vendas (10 ⁶ toneladas)		Receita operacional líquida (R\$ milhões)		Resultado operacional ^{1,2} (R\$ milhões)	
	Totais	Carajás ³	Totais	Carajás ³	Totais	Carajás ³
Minério de ferro ⁴	254,01	192,3	149.669,1	117.085,9	100.322,5	80.789,0
Demais produtos	NA	0,2	69.845,6	164,6	20.104,0	115,2
Totais	NA	192,5	219.514,7	117.250,4	120.426,5	80.904,2

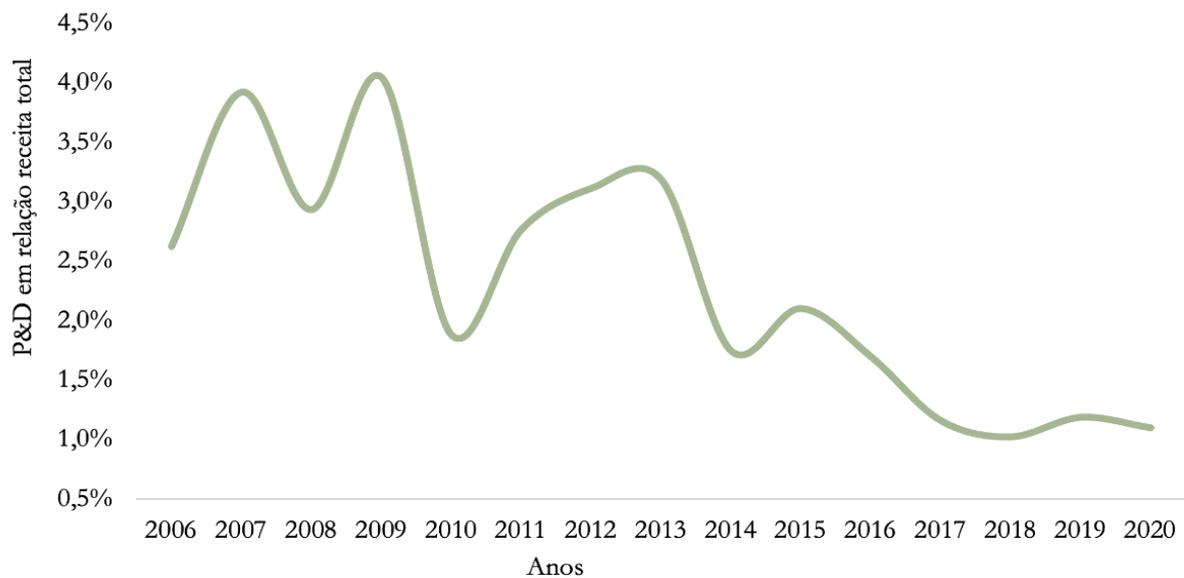
Notas: ¹ Excluindo depreciação, exaustão e amortização; ² Excluindo despesas com evento de Brumadinho e com a Covid-19; ³ Estimativas do autor; ⁴ Excluindo pelotas de minério de ferro.

Fonte: Elaborada pelo autor com base Relatório Vale Form 20-F de 2021.

Tal procedimento se encontra evidenciado nos relatórios da corporação, como no intitulado “Desempenho da Vale em 2020”, elaborado pelo Departamento de relações com investidores da empresa, no qual se lê: “a continuação da política de dividendos visa devolver aos acionistas da Companhia uma parcela relevante da geração de caixa da Vale, em um padrão previsível e alinhado com o pilar estratégico da Companhia de “Disciplina na Alocação de Capital” (Vale, 2021, p. 6). Desta forma, a gestão corporativa busca o maior “fluxo de caixa livre” possível, fazendo com que os lucros gerados sejam distribuídos aos acionistas, estes sim que devem, então, alocá-los da maneira que lhes parecer mais eficiente (Lazonick e O'Sullivan, 2000, p. 28).

Lazonick e O'Sullivan (2000), Stockhammer (2005), Mazzucato (2013), dentre outros, demonstram que a generalização da estratégia corporativa de maximização do valor do acionista tem tido vinculações diretas com a desaceleração das taxas de investimento em economias nacionais. Em termos das economias regionais, as implicações são mais relevantes, em decorrência da redução na alocação de recursos, na realização de re-investimentos e na efetivação gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) na própria região. No que se refere à Vale, quando se considera a proporção dos gastos com P&D em relação ao valor da receita total, evidencia-se uma tendência de retração destes gastos não só em termos regionais, mas nas operações como um todo. Em 2020, essa razão (ratio) equivaliu a um ínfimo 1,1% (Figura 3).

Figura 3 – Percentual de investimentos em P&D em relação à receita da Vale no quinquênio 2006-2020.



Fonte: Relatórios Vale Form 20-F relativos aos anos 2008, 2010, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021). Elaborada pelo autor.

No caso da Vale, o resultado de tal padrão de gestão corporativa é também observável ao se inferir a razão entre a somatória de dividendos e juros sobre o capital próprio distribuídos aos acionistas e o lucro líquido da Vale que, em 2020, alcançou 70% (Vale, 2021). Por conseguinte, os acionistas se apropriam de quase todo o valor gerado nesse processo de valorização mercantil e podem, em função da elevada liquidez do mercado financeiro, realocá-lo para qualquer alternativa escolhida. Possibilidade esta que não existe para a miríade de agentes, trabalhadores, moradores etc., regionalmente envolvidos nessas atividades e nos arranjos institucionais delas resultantes, condição que conduz Mazzucato (2013) a indicar que há, portanto, uma relação assimétrica.

Tanto que a Vale, ao ser fortemente pressionada pelo governo federal, anunciou em 2008 a implantação da Aços Laminados do Pará em Marabá, Pará, siderúrgica que representaria um investimento de US\$ 5 bilhões. Posteriormente, porém, em consonância com a diretriz estratégica de especialização, de não reter lucros e de não os realocar em novos negócios, a diretoria da corporação apontou a necessidade de o grupo aprofundar a expertise corporativa para se “tornar a maior empresa de mineração do mundo” e “aumentar a diversificação geográfica e de produtos” oriundos da mineração (Vale, 2021, p. 17), de forma que o projeto da siderúrgica foi abandonado.

Evidencia-se, portanto, o limitado poder das frações de classes com uma maior presença regional se valerem das especificidades que envolvem a rigidez locacional da valorização de recursos minerais, tanto no que se refere à alocação regional de parcela dos lucros auferidos pela atividade quanto em relação à possibilidade de se estabelecer políticas tributárias capazes de “ampliar a parcela do valor adicionado captada pela sociedade por meio de tributos” (Monteiro, 2005, p. 201).

Ademais, as aglomerações que se formam em torno dessas corporações não resultam necessariamente na organização de “meios inovadores” que se tornam repositórios de conhecimentos locais tácitos e especializados (Lawson et al., 1997). Diferentemente da possibilidade de a corporação estabelecer regionalmente vínculos sinérgicos com o sistema educacional, com a infraestrutura tecnológica e com o aparato institucional público e privado, a mineração industrial tem resultado em uma “grande concentração de capitais e pouca difusão de tecnologias” (Monteiro, 2005, p. 201).

Assim, mesmo diante da expressividade e da ampliação da participação no valor regionalmente adicionado pela mineração industrial, este processo não decorre do aprofundamento da integração com as dinâmicas sociais e econômicas em bases territoriais. Tanto que os vínculos das corporações mineradoras são extremamente tênues com a incipiente infraestrutura tecnológica regional e com um sistema educacional da região que se mantém como um dos mais frágeis do Brasil a despeito do crescimento das vendas de minérios que na primeira década do século registraram taxas de crescimento médio anuais superiores a dois dígitos, e de a região ter registrado um aumento de intensidade e severidade da pobreza, na contramão das dinâmicas nacionais (IBGE, 2002; 2012).

4. Considerações finais: crescimento sustentado por competitividade espúria

As indicações apresentadas expõem a complexidade e as limitações da instauração de dinâmicas inovativas endogenamente impulsionadas mediante o estabelecimento de vínculos sinérgicos entre os agentes econômicos e um sistema social territorialmente referenciado, nos termos das recomendações dirigidas à implementação de agendas de desenvolvimento orientadas por novos conceitos de competitividade (Brasil, 2008a; Cepal, 1990).

Os padrões subnacionais de articulações espaciais entre agentes, capacidades e fontes de inovação aqui revelados explicitam os obstáculos para a promoção de impulsos inovativos de base endógena. As dissimilaridades dos padrões expõem as lacunas cuja superação é bastante abstrusa, pois, como já indicado, o progresso tecnológico envolve processos que demandam interatividade e feedbacks complexos que dependem de conhecimentos e de habilidades tácitas, razão pela qual a tecnologia e a inovação não podem ser reduzidas a informações ou a projetos livres ou facilmente transferíveis de uma região para outra (Capello, 1999; Freeman, 1994; Lawson e Lorenz, 1999; Nelson e Winter, 1982). Por isso, há uma margem limitadíssima para a gestação de impulsos endógenos com dimensão e capacidade de promover alterações significativas nos padrões tecnológicos que matizam a ampla maioria da produção social na região de Carajás.

No agrário regional, tanto a conformação quanto a evolução das trajetórias tecnológicas e a maneira como os agentes regionais se articulam com as capacidades e fontes de inovação ressaltam as razões da consolidação, dentre os principais agentes econômicos, de práticas sociais dependentes do caminho trilhado e do aprisionamento tecnológico criados a partir de experiências do passado. Trata-se de um percurso e de bases tecnoprodutivas que têm resultado, entre outros importantes

aspectos, na prevalência de dinâmicas de reprodução social e ambientalmente deletérias, marcadas pelo uso extensivo, predatório e pouco qualificado dos recursos naturais, pela ampliação da quimificação da produção e da dependência de combustíveis fósseis, pela externalização de custos sociais e ambientais, e pela utilização de tecnologias inadequadas às realidades sociais e ambientais do bioma Amazônia (Figura 1).

No que tange à atividade de mineração industrial, responsável pela maior parte do PIB regional, quando se adota uma abordagem mais abrangente, nos termos sugeridos por Fajnzylber (1988, p. 13), é possível afirmar que a ampliação da competitividade internacional desse segmento nas últimas décadas, como o da agropecuária, também tem base espúria, uma vez que ocorre na presença de um sistema educacional fragilíssimo, da ampliação da pobreza, da diminuição dos coeficientes de investimento, e da redução dos gastos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Desse modo, a dinâmica vigente está na contramão das alternativas otimistas de desenvolvimento, inspiradas na abordagem evolucionária da mudança econômica que advoga a necessidade da incorporação dinâmica do progresso técnico, de forma que no ambiente concorrencial de caráter internacional as corporações empresariais e os agentes econômicos se constituam como componentes profundamente integrados ao sistema social e econômico envolvente (Cepal, 1990, p. 14).

As trajetórias tecnológicas de milhares de agentes econômicos, as relações entre eles e as instituições, bem como a qualidade delas, como foi evidenciado no presente estudo, ensejam inércias, aprisionamentos tecnológicos, obstáculos e tendências contra-arrestantes à emergência de novos paradigmas tecnológicos que sustentem dinâmicas alternativas de desenvolvimento em bases social e ambientalmente sustentáveis. Há, por conseguinte, um limitadíssimo fundamento empírico para a implementação de orientações estratégicas voltadas à transformação produtiva com equidade social, já que o confronto com o padrão reprodutivo e inovativo, com a práxis e as condutas de sujeitos da produção material, do quadro institucional bem como de atitudes predominantes de agentes regionalmente relevantes, dentre eles as grandes corporações, revelam uma vinculação aos paradigmas e trajetórias que mantêm rendimentos crescentes, no entanto, derivados de ganhos espúrios de competitividade.

5. Referências

Anderberg, M. R. (2014). *Cluster Analysis for Applications: Probability and Mathematical Statistics: A Series of Monographs and Textbooks*. Cambridge: Academic Press.

Ark, V., Broersma, L. e Hertog, P. d. (2003). *Services innovation, performance and policy: a review, synthesis report in the framework of the project structural information provision on innovation in services*. Den Haag: Strategy, Research & International Co-operation Department Directorate-General for Innovation.

- Arthur, W. B. (1994). *Increasing Returns and Path Dependence in the Economy*. Michigan: University of Michigan Press. Disponível em: <https://doi.org/10.3998/mpub.10029>
- Assunção, R. M., Neves, M. C., Câmara, G. e Da Costa Freitas, C. (2006). Efficient regionalization techniques for socio-economic geographical units using minimum spanning trees. *International Journal of Geographical Information Science*, 20 (7), 797-811.
- Brasil (2008). Presidência da República. *Plano Amazônia Sustentável: diretrizes para o desenvolvimento sustentável da Amazônia brasileira*. Brasília: MMA, 2008.
- Brasil. Presidência da República. *MacroZEE da Amazônia Legal: estratégias de transição para a sustentabilidade*. Brasília: MMA, 2010.
- Brasil (2021). *Relatório Anual de Informações Sociais (Banco de dados)*. Brasília: Secretaria do Trabalho.
- Câmara, G. e Monteiro, A. M. V. (2001). Conceitos básicos em ciência da geoinformação. In G. Câmara, C. Davis e A. M. V. Monteiro (Eds.), *Introdução a Ciência da Geoinformação* (pp. 2.1-2.35). São José dos Campos: INPE.
- Cantwell, J. (1989). *Technological Innovation and Multinational Corporations*. Oxford: Basil Blackwell.
- Capello, R. (1999). Spatial Transfer of Knowledge in High Technology Milieux: Learning Versus Collective Learning Processes. *Regional Studies*, 33 (4), 353-365.
- Cepal. (1990). *Transformación productiva con equidad: la tarea prioritaria del desarrollo de América Latina y el Caribe en los años noventa*. Santiago: Naciones Unidas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Costa, F. d. A. (2021). Structural diversity and change in rural Amazonia: a comparative assessment of the technological trajectories based on agricultural censuses (1995, 2006 and 2017). *Nova Economia*, 31, 415-453.
- Delgado, A. P. e Godinho, I. M. (2011). Medidas de localização das actividades e de especialização regional. In J. S. Costa, P. Nijkamp e T. P. Dentinho (Eds.), *Compêndio de economia regional* (Vol. 2, pp. 15-35). Cascais: Princípia.
- 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.
- Dosi, G., Pavitt, K. e Soete, L. (1990). *The Economics of Technical Change and International Trade*. Londres: Harvester Wheatsheaf. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(82\)90016-6](https://doi.org/10.1016/0048-7333(82)90016-6)
- Enserink, M., Hines, P. J., Vignieri, S. N., Wigginton, N. S. e Yeston, J. S. (2013). The Pesticide Paradox. *Science*, 341 (6147), 728-129.
- Fajnzylber, F. (1988). Competitividad internacional: evolución y lecciones. *Revista de la Cepal* (36), 7-24.

- Florida, R. (1995). Toward the learning region futures. *Futures*, 27 (5), 527-536.
- Forbes, N. e Wield, D. (2000). Managing R&D in technology-followers. *Research Policy*, 29 (9), 1095-1109.
- Freeman, C. (1994). The economics of technical change. *Cambridge Journal of Economics*, 18 (5), 463-514.
- Haig, R. M. (1926). Toward an understanding of the metropolis: I. Some speculations regarding the economic basis of urban concentration. *The Quarterly Journal of Economics*, 40 (3), 421-433.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., Black, W. C., Tatham, R. L., Sant'Anna, A. S. e Babin, B. J. (2009). *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Bookman.
- Harvey, D. (1982). *The Limits to Capital*. Oxford: Basil Blackwell.
- Hodgson, G. M. (1996). *Economics and Evolution: Bringing Life Back Into Economics*. Ann Arbor: University of Michigan Press.
- IBGE. (1998). *Censo agropecuário 1995-1996 - Pará (banco de dados) (Vol. 5)*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- IBGE. (2009). *Censo agropecuário 2009 - segunda apuração*. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE. (2012). *Censo demográfico 2010 - Microdados da amostra (Banco de dados)*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- 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 agropecuário 2017. Resultados definitivos*. Rio de Janeiro: IBGE.
- IBGE. (2023). *Produto Interno Bruto dos Municípios, 2002 - 2023 (Referência 2010)*. IBGE.
- Jessop, B. (2000). The Crisis of the National Spatio-Temporal Fix and the Tendential Ecological Dominance of Globalizing Capitalism. *International Journal of Urban and Regional Research*, 24 (2).
- Keeble, D., Lawson, C., Moore, B. e Wilkinson, F. (1999). Collective Learning Processes, Networking and 'Institutional Thickness' in the Cambridge Region. *Regional Studies*, 33 (4), 319-32.
- Lawson, C. e Lorenz, E. (1999). Collective Learning, Tacit Knowledge and Regional Innovative Capacity. *Regional Studies*, 33 (4), 305-317.
- Lawson, C., Moore, B., Keeble, D. e Lawton Smith, H. (1997). *Inter-firm links between regionally clustered high-technology SMEs: a comparison of Cambridge and Oxford innovation networks*. Cambridge: ESRC Centre for Business Research, Univ. of Cambridge.
- Lazonick, W. e O'Sullivan, M. (2000). Maximizing Shareholder Value: A New Ideology for Corporate Governance. *Economy and Society*, 29 (1), 11-35.
- Lovering, J. (1999). Theory Led by Policy: The Inadequacies of the 'New Regionalism' (Illustrated from the Case of Wales). *International Journal of Urban and Regional Research*, 23 (2), 379-395.

- Lundvall, B. (1988). Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation. In G. Dosi e C. Freeman (Eds.), *Technical Change and Economic Theory* (pp. 349-369). Pisa: LEM.
- Mackinnon, D., Cumbers, A. e Chapman, K. (2002). Learning, Innovation and Regional Development: A Critical Appraisal of Recent Debates. *Progress in Human Geography*, 26 (3), 293.
- MacLeod, G. (2001). New Regionalism Reconsidered: Globalization and the Remaking of Political Economic Space. *International Journal of Urban and Regional Research*, 25 (4), 804-829.
- Malmberg, A. e Maskell, P. (1997). Towards an explanation of regional specialization and industry agglomeration. *European Planning Studies*, 5 (1), 25-41.
- Markusen, A. (2005). Mudança econômica regional segundo o enfoque centrado no ator. In C. C. Diniz e M. B. Lemos (Eds.), *Economia e território* (pp. 57-75). Belo Horizonte: UFMG
- Maskell, P., Eskelinen, H., Hannibalsson, I., Malmberg, A. e Vatne, E. (2002). *Competitiveness, Localised Learning and Regional Development: Specialization and Prosperity in Small Open Economies*. Londres: Routledge.
- Massey, D. (1991). A Global Sense of Place. *Marxism Today*, 56 (38), 24-29.
- Mazzucato, M. (2013). Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. *Industrial and Corporate Change*, 22 (4), 851-867.
- Monteiro, M. A. (2023a). Distribuição espacial das atividades e de grupos relacionados a capacidades e a variedades de fontes de inovação no Brasil em 2019. *figshare. Dataset*.
- Monteiro, M. A. (2023b). 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.
- Monteiro, M. A. (2023c). 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.
- Monteiro, M. A. e Silva, A. (2023). Dados do agrário amazônico classificados por trajetória tecnológica: região de Carajás, 2017. *figshare. Dataset*.
- Monteiro, M. A., Silva, R. P. d. (2021). Expansão geográfica, fronteira e regionalização: a região de Carajás. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, (49).
- Nelson, R. R. (2008). Economic development from the perspective of evolutionary economic theory. *Oxford development studies*, 36 (1), 9-21.
- Nelson, R. R. e Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Belknap Press.
- OECD. (1992). *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

- Osman, K. T. (2014). *Soil Degradation, Conservation and Remediation*. Dordrecht: Springer Netherlands.
- Paasi, A. (1991). Deconstructing Regions: Notes on the Scales of Spatial Life. *Environment and Planning A*, 23 (2), 239-256.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (6), 343-373.
- Porter, M. E. (1996). *Competitive Advantage, Agglomeration Economies, and Regional Policy*. *International Regional Science Review*, 19 (1-2), 85-90.
- Powell, W. (1990). Neither Market Nor Hierarchy: Network Forms of Organization. In L. L. Cimmings e S. B. M (Eds.), *Research in Organizational Behaviour* (Vol. 12, pp. 295-336). Londres: Elsevier, JAI Press.
- Prashar, P. e Shah, S. (2016). Impact of Fertilizers and Pesticides on Soil Microflora in Agriculture. In E. Lichtfouse (Ed.), *Sustainable Agriculture Reviews* (pp. 331-361). Cham: Springer International Publishing.
- Quandt, R. E. e Baumol, W. J. (1964). Rules of Thumb and Optimally Imperfect Decisions. *The American Economic Review*, 54 (2), 23-46.
- Robinson, C., Stokes, L., Van Ark, B. e Stuivenwold, E. (2003). Industry Structure and Taxonomies. In M. O'Mahony e B. Van Ark (Eds.), *EU productivity and competitiveness: an industry perspective: can Europe resume the catching-up process?* (pp. 37-72). Luxemburgo: Office for Official Publications of the European Communities.
- Rosenberg, N. (1982). *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University press.
- Safdar, M. e Gevelt, T. v. (2020). Catching up with the 'core': the nature of the agricultural machinery sector and challenges for Chinese manufacturers. *The Journal of Development Studies*, 56 (7) 1349.
- Sparks, T. C. e Lorsbach, B. A. (2017). Perspectives on the agrochemical industry and agrochemical discovery. *Pest management science*, 73 (4), 672-677.
- Stockhammer, E. (2005). Shareholder value orientation and the investment-profit puzzle. *Journal of Post Keynesian Economics*, 28 (2), 193-215.
- Storper, M. (1997). *The regional world: territorial development in a global economy*. Nova York: Guilford.
- Tsolomyti, G., Magoutas, A. e Tsoulfas, G. T. (2021). Global corporate concentration in pesticides: agrochemicals industry. In D. P. Sakas, D. K. Nasiopoulos e Y. Taratuhina (Eds.), *International Conference on Business Intelligence & Modelling* (pp. 289-297). Springer.
- Vogel, G. (2017). Where have all the insects gone? *Science*, 356 (6338), 576-579.