

ANDERSON HENRIQUE DOS SANTOS ARAÚJO
DANIEL CAIXETA ANDRADE

QUÃO EXTRATIVISTA É O PAÍS DAS *COMMODITIES*? UM OLHAR BIOFÍSICO PARA A BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA (1971-2023)

Recebido em 30/09/2025

Aprovado em 09/06/2026

DOI: 10.69585/2595-6892.2026.1334

QUÃO EXTRATIVISTA É O PAÍS DAS COMMODITIES? UM OLHAR BIOFÍSICO PARA A BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA (1971-2023)

Resumo

O presente trabalho apresenta o perfil do comércio exterior brasileiro entre 1971 e 2023 com ênfase na balança comercial biofísica, dada pela diferença entre importações biofísicas e exportações biofísicas, categorizadas em biomassa, combustíveis fósseis, minerais metálicos e minerais não-metálicos. A análise compreendeu o período de 1971 a 2023, amplo o suficiente para incorporar diferentes ciclos de crescimento da economia brasileira. Partindo da perspectiva teórica do intercâmbio ecológico desigual e do neoextrativismo – e usando o arcabouço metodológico do metabolismo socioeconômico –, os resultados indicam que nas cinco décadas analisadas ocorreu um aumento significativo do déficit da balança comercial biofísica, reforçando a posição brasileira de fornecedor líquido de materiais. A intensidade material dos fluxos seguiu trajetórias opostas: enquanto a intensidade material das exportações aumentou, sinalizando a desvalorização por unidade de massa, a intensidade material das importações reduziu. Essa dinâmica de intensificação da carga material nas exportações em contraste com a relativa “desmaterialização” das importações é capturada pelo quociente π e indica uma piora do ponto de vista material e de sustentabilidade da inserção brasileira nos fluxos de comércio exterior, compatível com uma deterioração da desigualdade ecológica do comércio exterior do Brasil.

Palavras-chave: metabolismo socioeconômico; comércio ecologicamente desigual; balança comercial biofísica; intensidade material

ANDERSON HENRIQUE DOS SANTOS ARAÚJO

Professor da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Campus Arapiraca.

Email: anderson.henrique@arapiraca.ufal.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1461-4105>

DANIEL CAIXETA ANDRADE

Professor titular do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia (Ieri-UFU); pesquisador do CNPq.

Email: daniel.andrade@ufu.br

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5045-1913>

Abstract

This paper examines the profile of Brazil's foreign trade between 1971 and 2023, with a particular focus on the biophysical trade balance—defined as the difference between biophysical imports and biophysical exports—categorized into biomass, fossil fuels, metallic minerals, and non-metallic minerals. The analysis spans more than five decades, a time frame broad enough to capture distinct cycles of Brazilian economic growth. Grounded in the theoretical perspectives of unequal ecological exchange and neo-extractivism, and employing the methodological framework of socio-economic metabolism, the results indicate a significant increase in the deficit of the biophysical trade balance. This outcome underscores Brazil's persistent role as a net supplier of raw materials. The material intensity of trade flows followed divergent trajectories: while the material intensity of Brazilian exports increased—signaling a devaluation per unit of mass—the material intensity of imports declined. This dynamic, characterized by the rising material burden of exports in contrast to the relative “dematerialization” of imports, is captured by the ϖ ratio and highlights a deterioration in the material and sustainability dimensions of Brazil's integration into global trade flows, consistent with a worsening of the ecological inequality embedded in the country's foreign trade.

Keywords: socioeconomic metabolism; unequal ecological exchange; physical trade balance; material intensity

I. Introdução

Como é enfatizado em textos clássicos sobre a formação econômica do Brasil, o estoque natural das terras “descobertas” em 1500 suscitou a dilapidação indiscriminada dos recursos biofísicos ao longo das gerações subsequentes. O advento das inovações tecnológicas e as consequentes modificações nas estruturas produtivas não cessaram o fluxo de materiais extraídos, tornando-os, pelo contrário, mais intensos (Furtado, 2005).

Para Buescu (1970), os períodos de transformações são caracterizados como ciclos econômicos, nos quais despontaram os itens protagonistas das pautas exportadoras (sequencialmente: pau-brasil, açúcar, minérios e café), mas sem alterações substantivas na estrutura produtiva até o final do séc. XIX. Como destaca o autor (1970, p. 197): “[...] no que tange às relações econômicas internacionais, o Brasil permaneceu durante a segunda metade do século XIX país exportador de produtos primários, concentrados no café”.

A despeito da experiência de industrialização intensa entre os anos 1930 e o final da década de 1970, a economia brasileira mantém uma pauta extrativista, resultado da desindustrialização e da estagnação (Bresser-Pereira, 2022). Essa trajetória confirma a tese de Celso Furtado (2005) sobre a dependência estrutural de *commodities*: desde o período colonial, a inserção periférica do Brasil no comércio global privilegiou a exportação de recursos naturais de baixa complexidade, em detrimento de cadeias industriais com maior valor agregado.

O debate econômico sobre o perfil exportador brasileiro está intimamente ligado a variáveis de crescimento, tanto nas abordagens *mainstream* quanto nas heterodoxas. Nesse sentido, o crescimento econômico – entendido como o aumento da produção física de bens e serviços – depende da extração crescente de matéria e energia da natureza. Essa relação significa dizer que os fenômenos econômicos (e.g., crescimento) têm uma íntima conexão com alterações no mundo biofísico. Não obstante, a literatura ainda carece de análises biofísicas da evolução socioeconômica do Brasil.

Esse hiato é ainda mais relevante diante do panorama mundial contemporâneo, em que se observam modificações nos padrões de extração e consumo global a partir da década de 1970, expressas no aumento dos fluxos de materiais, especialmente biomassa, minerais metálicos, não metálicos e combustíveis fósseis (Singh *et al.*, 2021; Schandl *et al.*, 2018; West; Schandl, 2013).

Diante das lacunas existentes, o presente trabalho busca compreender a dinâmica sociometabólica do comércio exterior biofísico brasileiro entre 1971 e 2023. Parte-se da hipótese de que as diferentes fases do crescimento econômico brasileiro nos últimos cinquenta anos se refletem de forma distinta no metabolismo socioeconômico¹ (MSE) do comércio exterior brasileiro, cujo caráter de exportador líquido de materiais se aprofunda com a intensificação do chamado modelo “neoextrativista”. Para aferir essa afirmação, utiliza-se a análise de fluxos materiais (*material flow analysis*), método que quantifica os fluxos de materiais em um sistema econômico, desde os recursos domesticamente extraídos até os volumes exportados e importados.

A opção pela abordagem biofísica permite verificar as desigualdades econômicas e ambientais entre nações, à luz de duas perspectivas teóricas: a teoria das trocas ecológicas desiguais e o processo neoextrativista (Alonso-Fernández; Regueiro-Ferreira, 2022; Pinar, 2020; Dorninger, 2014; Rice, 2007).

O artigo está estruturado em cinco seções. Além desta introdução, a segunda seção apresenta os conceitos de intercâmbio ecológico desigual e neoextrativismo. A terceira detalha os métodos e fontes de dados. Na quarta, discutem-se os resultados dos fluxos biofísicos entre 1971 e 2023. Por fim, as considerações finais sintetizam as contribuições e implicações do estudo.

¹ O metabolismo socioeconômico (MSE) compreende como os sistemas econômicos e sociais funcionam de forma integrada com o meio ambiente e como isso pode afetar a sustentabilidade e a qualidade de vida das populações locais. Fischer-Kowalski e Weisz (1999) e Krausmann *et al.* (2017) observam que o MSE vai além do simples fluxo de materiais, permitindo uma conexão de processos físicos e econômicos, viabilizando uma aproximação entre as ciências naturais e o desenvolvimento sustentável. Do ponto de vista teórico, há uma clara convergência entre MSE e economia ecológica, cujas interfaces foram exploradas em Araújo *et al.* (2019).

2. Intercâmbio ecológico desigual e neoextrativismo

O intercâmbio ecológico desigual (*Unequal Ecological Exchange*) é um tema característico e frequente na ecologia política², campo teórico interdisciplinar adolecido na década de 1980, com ênfase no acesso, espólio e assimetrias no uso e usufruto dos territórios e seus respectivos recursos existentes (Carlo, 2013; Warlenius, 2016).

Os enormes intercâmbios de materiais e energia, ampliados com o crescimento populacional e o processo de intensificação tecnológica, passaram a ser exercidos entre países, ampliando as disparidades econômicas e ecológicas (sobretudo com a geração de emissões e resíduos). Nesse escopo, ganharam notoriedade estudos que relatam as modificações nos fluxos e estoques naturais, fruto de iniciativas privadas e governamentais, com impactos em grupos sociais geralmente mais vulneráveis. Isto é o que se pode chamar de intercâmbio ecológico desigual.

Peinado (2015; 2019) segmenta em duas correntes a teoria do intercâmbio ecológico desigual: (i) a economia política biofísica, que quantifica os fluxos metabólicos em torno do comércio internacional utilizando a linguagem básica da biologia e física; e (ii) a corrente “troiana”, que utiliza o sistema de preços para realizar a crítica a esse sistema, defendendo que os custos ambientais recebidos pelos países em desvantagem não são incorporados aos níveis de preço.

O segmento “troiano” é dividido em duas abordagens. Uma delas explica o intercâmbio ecológico desigual a partir do *link* da tese cepalina da

² A primeira menção ao termo é atribuída a Wolf (1972). A ecologia política constitui um campo interdisciplinar que investiga as interações entre questões ambientais e dinâmicas de poder econômico e político. Este campo crítico aborda a globalização capitalista e a mercantilização dos recursos naturais, evidenciando como tais práticas resultam em degradação ambiental e injustiça socioambiental. Conforme Martínez-Alier (2015), a ecologia política é fundamental para compreender o metabolismo social (os fluxos de energia e materiais que ocorrem entre a sociedade e a natureza) e os conflitos ecológicos distributivos, isto é, a forma como os benefícios e custos ambientais são distribuídos entre diferentes grupos sociais. Ademais, a ecologia política possui uma conexão intrínseca com a economia política, ao examinar como as relações de poder e as estruturas econômicas influenciam a distribuição de recursos e os conflitos socioambientais. Esta interseção é vital para entender os impactos do desenvolvimento econômico sobre o meio ambiente e as comunidades humanas, conforme discutido por Little (1999; 2006).

deterioração dos termos de troca, desenvolvida por Raul Prebisch³, e suas implicações econômico-ecológicas. Pérez-Rincón (2006) realiza um estudo específico, partindo de tais pressupostos e demonstrando que

[...] muitos países do Sul fornecem os materiais e a energia necessários para que os países do Norte desenvolvam seu metabolismo socioeconômico. Esse comércio é ecológico e economicamente desigual, pois, além de não reconhecer os custos ambientais e o esgotamento do patrimônio natural, os termos monetários do comércio são desfavoráveis para os países exportadores do Sul (Pérez-Rincón, 2006, p. 521, tradução nossa).

Pérez-Rincón (2006) utiliza indicadores de MSE para captar as movimentações físicas entre economia e meio ambiente, utilizando os dados da Colômbia entre os anos de 1970 e 2002. A conclusão corrobora a tese de Prebisch em tal período, com trocas ecológicas desiguais ao se observar os fluxos de materiais e os tipos de produtos comercializados entre a Colômbia e o resto do mundo, em particular os países do Norte. Em suas palavras, “a Colômbia exporta bens com uso intensivo de recursos naturais com um valor monetário baixo por tonelada e, paralelamente, importa bens com uso intensivo de capital com um valor mais alto” (Pérez-Rincón, 2006, p. 525, tradução nossa).

Já a segunda abordagem da corrente “troiana”, com um viés histórico, utiliza como arcabouço básico a clássica obra *As Veias Abertas da América Latina*⁴, de Eduardo Galeano (2010). Infante-Amate *et al.* (2022) partem

³ O autor supracitado parte do pressuposto que o intercâmbio comercial entre países ditos periféricos e centrais apresenta uma relação desigual. Como fornecedora de produtos primários e demandante de bens manufaturados, os efeitos negativos eram mais expressivos no rendimento do comércio internacional de economias de industrialização tardia, caso da América Latina. Isso era explicado pela baixa elasticidade-renda das exportações dos produtos primários, aliado ao grande potencial de substitutibilidade de alguns desses produtos. A consequência era a deterioração dos termos de intercâmbio para manutenção do equilíbrio entre nações centrais e periféricas, com desvantagens para essas últimas (Black, 2018; Prebisch, 2000).

⁴ Embora não faça referência explícita ao MSE e não utilize indicadores materiais, o próprio texto menciona as relações biofísicas entre nações: “[...]a América Latina continua exportando seu desemprego e sua miséria: as matérias-primas que o mercado mundial necessita, e de cuja venda depende a economia da região, e certos produtos industriais elaborados, com mão de obra barata, por filiais das corporações internacionais. O intercâmbio desigual funciona como sempre: os salários de fome da América Latina contribuem para financiar os altos salários dos Estados Unidos e da Europa” (Galeano, 2010, p. 146).

dos pressupostos teóricos de Galeano e utilizam os indicadores de fluxo de material para traçar as relações biofísicas comerciais de 16 países latino-americanos entre 1900 e 2016, concluindo que a relação é deficitária (portanto, desigual) para tais entes, os quais são exportadores líquidos de produtos primários com menor valor agregado e importadores de bens.

Um dos avanços teóricos recentes na análise das trocas ecologicamente desiguais na América Latina provém da chamada “Escola de Barcelona,” que reinterpreta os debates clássicos da região à luz da ecologia política e da economia ecológica. Como destaca Saes (2023), essa abordagem renova a crítica ao extrativismo ao integrar as contribuições de pensadores latino-americanos – como Celso Furtado e Eduardo Galeano – com ferramentas metodológicas modernas, como a análise de fluxos materiais (MFA, na sigla em inglês indicativa de *Material Flow Accounting*).

A Escola enfatiza que a assimetria biofísica não se limita à deterioração dos termos de troca (à la Prebisch), mas “reflete uma divisão internacional do trabalho que perpetua a transferência de recursos naturais e energia dos países periféricos para os centrais, muitas vezes sob a justificativa de um ‘desenvolvimento’ que mascara custos socioambientais” (Saes, 2023, p. 150, tradução nossa).

Esta forma de desenvolvimento baseada no neoextrativismo é uma estratégia focada nos recursos naturais, mesclando velhos (extração de bens primários *per se*) e novos atributos (políticas de distribuição de renda). Com ênfase no crescimento econômico, é focada em matérias-primas, com uma participação efetiva do Estado, que se apropria de parte de ganhos em troca de uma inserção internacional subordinada (Pinar, 2020; Svampa, 2019; Gudynas, 2012, 2013).

Um dos principais fatores que justificam esse aprofundamento no processo de intercâmbio de matérias-primas é o chamado “ciclo das *commodities*”, mais explícito em países da América Latina. No final da década de 1990, o aumento da demanda internacional por bens agropecuários, petrolíferos e

minerais gerou modificações nas pautas exportadoras de algumas nações, ampliando aqueles produtos primários já comumente intercambiáveis.

Para Svampa (2013; 2019), esse fenômeno é caracterizado como o “consenso das *commodities*”, isto é, a ruptura de alguns aspectos do Consenso de Washington, que orientou a política econômica com viés liberal nos países subdesenvolvidos, para um modelo focado na exportação de bens primários em grande escala e expansão do consumo. Em paralelo, a ascensão de governos progressistas na América Latina durante os primeiros anos do século XXI encontrou respaldo nesse modelo de exploração, uma vez que a rentabilidade do modelo propiciou a implementação de políticas desenvolvimentistas.

[...] o Consenso das Commodities parece estar associado à ação do Estado, bem como a uma série de políticas econômicas e sociais voltadas para os setores mais vulneráveis, com base na renda extraordinária associada ao modelo extrativista-exportador. No novo contexto, certas ferramentas e capacidades institucionais do Estado foram recuperadas, e o Estado voltou a ser um ator regulador e, em alguns casos, um agente de redistribuição (Svampa, 2013, p. 26, tradução nossa).

Os resultados foram ganhos financeiros para os países, com o neoextrativismo ganhando força na agenda progressista sob a justificativa que os avanços no consumo interno e na política de redistribuição de renda compensavam os gargalos gerados. Uma das consequências desse modelo político e econômico ampliado no ciclo progressista são os conflitos ambientais e territoriais, bem como a dívida ecológica não contabilizada nos balanços empresariais e governamentais (Martínez-Alier; Walter, 2016).

3. Métodos e fontes de dados

A análise de fluxo material tem como um dos principais fundadores Robert Ayres, que em sua definição de metabolismo industrial reivindicou o método do balanço de massa (conforme a primeira lei da termodinâmica) na

análise econômica em oposição às perspectivas puramente monetárias (Haberl *et al.*, 2019).

Além da investigação e mensuração dos fluxos de matéria e energia e os resíduos resultantes, as tendências mais recentes dentro da abordagem MFA (ou MEFA – *Material and Energy Flow Accounting*, quando se consideram os fluxos energéticos), compreendem a modelagem dinâmica dos estoques formados (*in-use stocks*) e os fluxos de materiais (entrada e saída) requeridos para o fornecimento de serviços físicos como transporte e habitação. A entrada de material no sistema deve sempre igualar a saída, considerando também as mudanças de estoque material (Krausmann *et al.*, 2017; Haberl *et al.*, 2019).

O presente trabalho foca exclusivamente nas transações externas em que as trocas comerciais são quantificadas na balança comercial biofísica, isto é, importações biofísicas menos exportações biofísicas, em toneladas), diferindo radicalmente, portanto, da balança comercial monetária usual, cujo resultado se obtém deduzindo as importações em dólar das exportações em dólar. Segundo Weisz *et al.* (2006), o *superávit* comercial biofísico implica importação líquida de materiais (nação recebedora de recursos, por exemplo), enquanto o *déficit* indica exportação líquida (nação fornecedora de recursos). Vale notar que o conceito aqui é o de Fluxo Direto de Materiais (FDM), que exclui os fluxos ocultos. De mensuração mais complexa, a análise de Material Incorporado inclui esses fluxos ocultos, os quais correspondem ao volume de materiais brutos mobilizados no país ou no exterior para a produção do bem, mas que não estão fisicamente contidos no produto final (por exemplo, os resíduos de mineração e o solo removido para extração).

Os fluxos de exportações e importações foram categorizados em biomassa, combustíveis fósseis, minerais metálicos e não metálicos. A biomassa corresponde à produção para o consumo humano e uso industrial, como pastagens, silvicultura e pesca. Os combustíveis fósseis são os derivados do petróleo, gás natural e carvão. Minerais metálicos correspondem à classe

de minerais metálicos, como ferro, alumínio e cobre. Minerais não metálicos são aqueles que não contêm metal em sua composição, a exemplo dos componentes utilizados na indústria e construção civil (areia, cimento, por exemplo).

Para estimar os fluxos de exportações e importações, as bases de dados utilizadas neste trabalho foram construídas por meio de dados e informações recolhidos de diferentes fontes para diferentes categorias de materiais (biomassa, combustíveis fósseis, minerais metálicos e não metálicos). A fonte de informação dos volumes de materiais exportados e importados tem como base os dados brutos (e estimados) do banco de estatísticas de comércio internacional das Nações Unidas (*UN COMTRADE*).

Vale reforçar que esses volumes representam, como já adiantado, os FDM, ou seja, o peso físico dos bens que cruzam as fronteiras. A distinção entre FDM e a análise de Material Incorporado é crucial, tendo sido o FDM adotado neste trabalho pela granularidade dos dados disponíveis e pela simplificação metodológica (Schandl *et al.*, 2018).

Por fim, os dados monetários foram extraídos do repositório do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). É crucial notar que todos os valores monetários de exportações e importações (US\$) foram deflacionados a preços constantes, utilizando-se o ano-base de 2015, de modo a eliminar o efeito da inflação e permitir a comparação histórica consistente.

Foram calculados também indicadores de intensidade material das exportações e das importações (IMexportações e IMimportações, respectivamente), ambas expressos em toneladas por dólar (t/US\$). A forma de cálculo é como segue:

$$IM_{exportações} = \frac{\text{exportações biofísicas (toneladas)}}{\text{valor das exportações (US\%)}}$$

$$IM_{importações} = \frac{\text{importações biofísicas (toneladas)}}{\text{valor das importações (US\%)}}$$

Calculou-se também a razão ϖ entre a intensidade material das exportações e importações de modo a comparar as trajetórias relativas de materialização ou desmaterialização das exportações e importações. O aumento de ϖ ao longo do tempo indica uma maior intensidade material das exportações vis-à-vis as importações, o que é compatível com uma piora em termos de sustentabilidade ambiental do comércio exterior brasileiro:

$$\varpi = \frac{IM_{exportações}}{IM_{importações}}$$

Quanto à descrição dos resultados, optou-se em segmentar a análise por ciclos econômicos recentes da economia brasileira. Desde 1970, o Brasil atravessou distintas conjunturas econômicas e transições governamentais, possibilitando dividir a análise em quatro períodos. Entre 1971-1980, o país atravessava um expressivo crescimento econômico (com taxa média de 11% a.a.)⁵, manutenção da exportação de bens primários, ampliação do consumo interno de bens e serviços, dois planos desenvolvimentistas (o primeiro e o segundo Plano Nacional de Desenvolvimento) e dois choques nos preços internacionais do petróleo, em 1973 e em 1979 (Abreu, 2014; Lacerda *et al.*, 2017).

O período compreendido entre 1981-1990 caracteriza-se por uma década com baixos níveis de crescimento, aumento no endividamento externo e problema inflacionário crônico galopante⁶. Como pontua Abreu (2014, p. 311): “Entre 1980 e 1989 o PIB cresceu apenas 2,9% ao ano em contraste com mais de 8% ao ano na década de 1970”. A partir de 1991, indo até 2002, o retorno democrático une-se à adoção do receituário liberal (abertura comercial, políticas de privatizações, juros altos e pressão na taxa de câmbio). Ainda nesse mesmo período, o Plano Real estabiliza a inflação, e ocorre a possibilidade de crescimento (Abreu, 2014).

⁵ Os dados sobre crescimento econômico presentes neste artigo são do IBGE e do Banco Central do Brasil (Bacen).

⁶ No campo político, consolida-se o retorno democrático, com as eleições diretas de 1989.

Tal situação é visível entre os anos de 2003 e 2014. No início dos anos 2000, o Brasil registra expressivas taxas de crescimento econômico⁷, motivadas pelo aumento nos preços das *commodities*, que permitiram expandir o ciclo de apropriação material e financiar o modelo (neo)desenvolvimentista, com ênfase na redução de pobreza e ampliação do consumo interno.

Por fim, no último período analítico (2015-2023) o cenário se reverte: o fim do *boom* nos preços internacionais das *commodities* e uma deterioração nas relações políticas internas culminaram com uma mudança na agenda econômica, trazendo uma gestão mais conservadora⁸. Nos anos seguintes, como argumentam Dweck e Rossi (2018), houve diminuição da participação do setor público na economia e afrouxamento de normativos jurídicos da seguridade social e proteção ambiental, via cortes orçamentários e diminuição de efetivo técnico.

4. Resultados e discussão

Esta seção apresenta os resultados obtidos e está organizada em duas partes. Na primeira subseção, analisam-se os saldos da balança comercial biofísica brasileira ao longo dos subperíodos definidos, buscando-se correlacionar as oscilações dos fluxos materiais com as principais conjunturas econômicas de cada fase. Na segunda subseção, procede-se à comparação entre os saldos monetários e biofísicos do comércio exterior, aprofundando a análise por meio da trajetória da intensidade material das exportações e importações. A razão ϖ — definida como a relação entre essas intensidades — é utilizada como métrica empírica para avaliar a evolução da desigualdade ecológica do comércio brasileiro ao longo das últimas cinco décadas.

⁷ À exceção do ano de 2001, em que houve problemas relacionados ao abastecimento de energia.

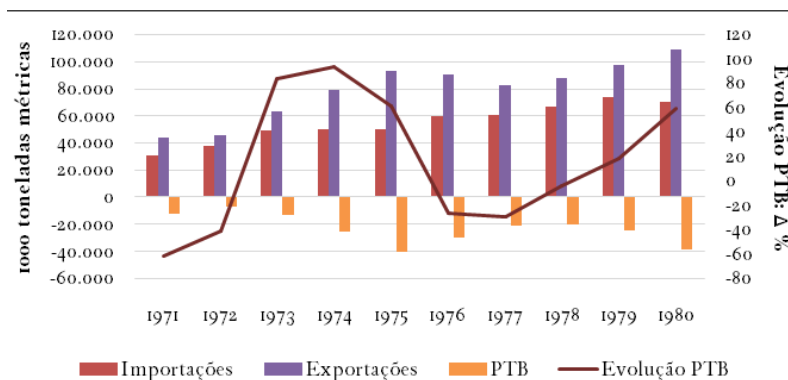
⁸ Em 2016, o vice-presidente eleito assume o controle do governo, com uma agenda antagônica à da antiga gestora.

4.1. Balança comercial biofísica por ciclos econômicos

O comércio exterior biofísico será analisado por meio dos Fluxos Diretos de Materiais (FDM), conforme detalhado na seção metodológica. Assim, o intercâmbio ecológico desigual pode ser confirmado quando a saída de materiais (exportação) é superior à entrada (importação).

Entre 1971 e 1980 (Figura 1), a balança comercial biofísica brasileira (PTB) apresentou exportações líquidas de materiais (isto é, exportações maiores que importações). As estratégias nacional-desenvolvimentistas adotadas culminaram num crescimento absoluto de materiais exportados, muito embora os níveis de importação também tenham se ampliado no período do II PND, justificados pela ampliação do consumo interno, aquisição de insumos básicos para as indústrias nacionais e o acréscimo na demanda por combustíveis fósseis.

Figura 1. Importação, exportação biofísicas e evolução da balança comercial biofísica: Brasil, 1971-1980



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Ao se desagregar os dados do comércio exterior biofísico (Anexo 1), é visível quais categorias são mais representativas. No tocante às exportações, os minerais metálicos (97,4% eram compostos por minério de ferro) mantiveram uma tendência de crescimento, dado o maior volume de empresas multinacionais exportadoras, em conjunto com o estabelecimento de acordos comerciais junto ao Japão e à Comunidade

Econômica Europeia⁹. A ressalva é para o período de 1975-1977, em que os impactos da substituição de produtos importados e os grandes projetos nacionais (constantes no II PND) ampliaram a demanda interna e, conseqüentemente, desaceleraram o volume físico exportado. Já nos anos seguintes, a tendência de crescimento das exportações foi retomada (Araújo; Mattos, 2021).

O desempenho das exportações de biomassa – segunda categoria mais exportada – pode ser explicado pelas políticas de estímulo à produção de soja (como a expansão do crédito rural)¹⁰, que resultaram em um crescimento médio de 114% no período analisado (chegando a 433% entre 1971 e 1972). Outras culturas, como cereais, frutas e cana de açúcar, também tiveram o volume exportado ampliado.

Em relação às importações, o grupo correspondente aos materiais/transportadores de energia fóssil apresentou o maior volume importado. Na análise desagregada, o petróleo manteve uma média de participação de 73% entre todos os materiais importados entre 1971-1980, apesar dos dois grandes choques de preços. Pode-se correlacionar a estratégia econômica adotada pelo regime ditatorial, que manteve a dependência mineral (inclusive subsidiando a gasolina), mesmo com o crescimento dos preços externos, ao mesmo tempo que não conseguiu ampliar uma produção interna que compensasse a dependência.

Outros produtos importados sentiram os efeitos das políticas industriais de desestímulo à importação (como o programa de insumos básicos), e não foram tão significativos na década em destaque. Contudo, é perceptível um crescimento no item “minerais químicos e fertilizantes” da categoria de minerais metálicos, com aumento médio de 9% no período. Como destaca

⁹ A análise por toneladas de metais subestima os impactos ambientais de materiais como o ouro, cuja extração — associada a desmatamento, contaminação por mercúrio e degradação do solo — é incomparavelmente mais impactante por unidade de peso do que a do minério de ferro, cujos principais efeitos concentram-se na alteração da paisagem e no consumo energético (Daly, 1996; Ayres, 1978).

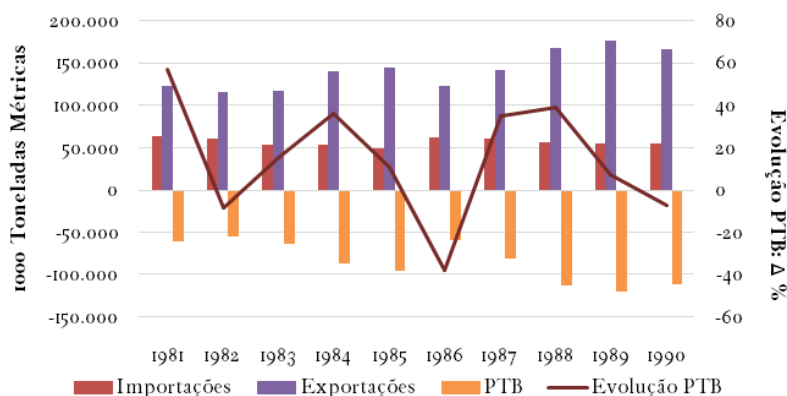
¹⁰ Além da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em 1973.

Abreu (2014), a partir de 1974 houve um esforço governamental para diminuição da dependência na indústria de metais não ferrosos, produtos petroquímicos e fertilizantes, mas os resultados biofísicos demonstram a ineficiência da política.

Assim, a balança comercial biofísica (PTB) é caracterizada por um superávit em energia fóssil (com importações superiores às exportações) e um déficit em minerais metálicos (com exportações inferiores às importações), conforme ilustrado no Anexo 1.

Entre 1981 e 1990, o comércio exterior biofísico (Figura 2) expõe mais claramente as estratégias adotadas durante os recorrentes desequilíbrios macroeconômicos. Entre 1982-84, a estratégia de combate à inflação via incentivo às exportações (Abreu, 2014) impactou diretamente a balança material brasileira. No biênio 1985-86, o descontrole inflacionário e o uso de políticas monetária e fiscal mais restritivas diminuem o quantitativo exportado em 15%, embora a importação tenha aumentado 29%. Entre 1987-89, a balança biofísica mais deficitária expõe um maior quantitativo exportado, atingindo uma média de -167.500 mil toneladas (contra -121.000 em 1981).

Figura 2. Importação, exportação biofísicas e evolução da balança comercial biofísica: Brasil, 1981-1990



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Uma análise desagregada da balança biofísica do comércio exterior brasileiro nesse subperíodo (Anexo 1) permite compreender a dinâmica sociometabólica na década de 1980. No tocante às exportações, a dinâmica do minério de ferro influenciou todo o segmento de minerais metálicos, conforme os já mencionados resultados econômicos favoráveis do setor. A maturação dos investimentos nesse segmento industrial de transformação (Fernandes; Araújo, 2016) ampliou o quantitativo exportado desse item (49,60% no período entre 1981 e 1989). Já a biomassa sentiu efeitos da expansão no cultivo de soja: segundo dados do IBGE, a produção avançou de cerca de 1,5 milhão para aproximadamente 15 milhões de toneladas entre 1970 e 1980, um crescimento em torno de 900%. Os dados de colheitas primárias (que compõem o item biomassa) indicam uma expansão do subitem “culturas oleaginosas” na década de 1980, superando os 121%. Em relação aos demais materiais exportados, vale destacar o crescimento dos subitens “outros transportadores de energia fóssil” e minérios não metálicos (subitem “sal”).

No quantitativo importado, o petróleo continuou a apresentar o maior resultado absoluto, apesar do decréscimo no volume total (-33,12% entre 1981 e 1990). O Proálcool¹¹, aliado à baixa dinâmica econômica do período e os ajustes estruturais, justifica os resultados (Abreu, 2014). As categorias de biomassa (liderada pelo grupo de cereais) e minerais não metálicos (com desaceleração no grupo “minerais químicos e fertilizantes”) também contribuíram para diminuição nas importações. Em níveis comparativos, a Balança Comercial Biofísica (PTB) da década de 1980 apresenta níveis semelhantes aos da década anterior, cujo crescimento do coeficiente mineral exportado foi sufocado pela queda no volume de importações.

O comércio exterior biofísico entre 1991-2002 (Figura 3) explicita as estratégias políticas e econômicas adotadas nos diferentes governos, que o

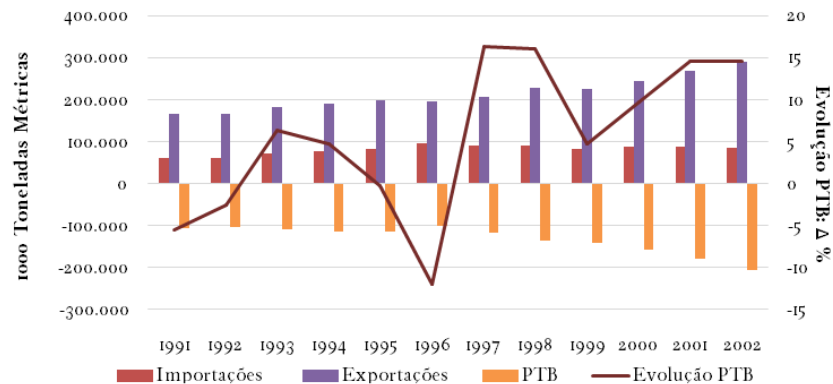
¹¹ Programa federal que visava substituir o consumo de gasolina dos veículos pelo álcool, combustível derivado da cana de açúcar.

tornaram mais deficitário ao fim de 2002, chegando a uma PTB 100% maior, quando comparado ao ano de 1991.

Entre 1991-98 a tendência no volume biofísico de importações foi de aumento (média anual de 8%), corroborando a tese de que a abertura comercial foi efetiva, apesar do restabelecimento das quotas tarifárias na primeira gestão FHC. O quadriênio seguinte apresentou resultados sazonais, por questões relativas ao câmbio¹² e às também já mencionadas crises externas (Abreu, 2014).

Já os níveis biofísicos de materiais exportados também indicam momentos distintos: sentindo o efeito da escalada inflacionária, o biênio 1991-92 é marcado por uma leve diminuição, seguido de uma alta desde o início da formulação do Plano Real e primeiro ano de gestão de Fernando Henrique Cardoso (crescimento médio anual de 3% entre 1993 e 1995). A partir de 1997, todos os anos registraram altas sucessivas, com crescimento médio anual de 6%.

Figura 3. Importação, exportação biofísicas e evolução da balança comercial biofísica: Brasil, 1991-2002



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

¹² Entre 1995-1999, a âncora cambial (um dos pilares do Plano real) entra em progressivo desgaste, culminando com a adoção do câmbio flutuante em 1999, influenciando a balança comercial biofísica.

O Anexo 1 permite uma melhor análise da balança biofísica desse subperíodo. No que se refere às exportações, a privatização da Vale do Rio Doce em 1997 estabelece uma nova dinâmica ao quantitativo mineral exportado (Rocha *et al.*, 2019). Vale salientar que o setor já apresentava resultados positivos (e crescentes) desde o ano de 1992, tendência mantida até o final da série.

Já a biomassa apresentou resultados de crescimento ininterrupto entre 1991-2002, puxada pela produtividade do grupo “culturas oleaginosas” (que inclui a soja)¹³ e carne bovina, que cresceram, em média anual, 19% e 16%, respectivamente. Outros destaques, embora em menor volume acumulado, estão relacionados às categorias “energias fóssil” (subitem outros transportadores de energia fóssil) e “minérios não metálicos” (subitem “sal” e materiais de construção).

No que se refere às importações desse subperíodo, o Brasil se mantém como grande demandante de energia fóssil, ampliando o volume de carvão e diminuindo sensivelmente o volume de derivados de petróleo, devido à maior especialização do parque produtivo (Rodrigues, 2000).

Em relação aos resultados mais expressivos das outras categorias, há uma tendência quase linear no volume de metais metálicos não ferrosos e um crescimento expressivo no item minerais não metálicos (fertilizantes), com um incremento de 96% entre 1991 e 2002. Assim, a tendência da Balança Comercial Biofísica (PTB) consolida o Brasil como grande exportador de minério de ferro e de produtos agropecuários.

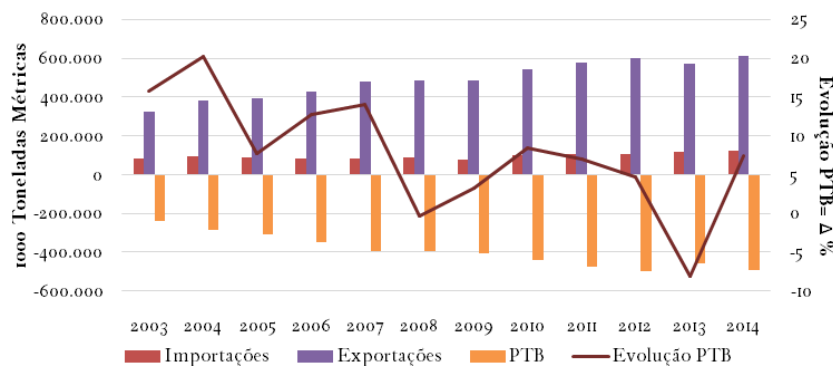
O auge do neoextrativismo é mais nítido nos dados do comércio exterior biofísico a partir de 2003, apresentados na Figura 4. A balança biofísica deficitária se amplia fortemente no período supracitado (chegando a quase triplicar ao longo da série histórica), sobretudo pela expansão das exportações de minerais metálicos e biomassa. A maior evolução no indicador de

¹³ Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), entre 1991-2002 a área plantada do grupo cereais, leguminosas e oleaginosas aumentou 4,48%.

PTB acontece no biênio 2018-19, quando os níveis de exportações crescem 151% em relação a 2002.

Entre 2003-2014 (Figura 4), houve uma forte expansão do quantitativo importado (com exceção de 2008-9), sobretudo no período 2009-2014, quando se registraram os maiores percentuais de crescimento, ultrapassando 120 milhões de toneladas. Analisando o comércio exterior biofísico desagregado (Anexo 1), é observável um crescimento nas exportações, o que confirma o megaciclo das *commodities*. No tocante aos minerais metálicos, o volume de minério de ferro exportado¹⁴ cresce ininterruptamente entre 2003-2011,

Figura 4. Importação, exportação biofísicas e evolução da balança comercial biofísica: Brasil, 2003-2014



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

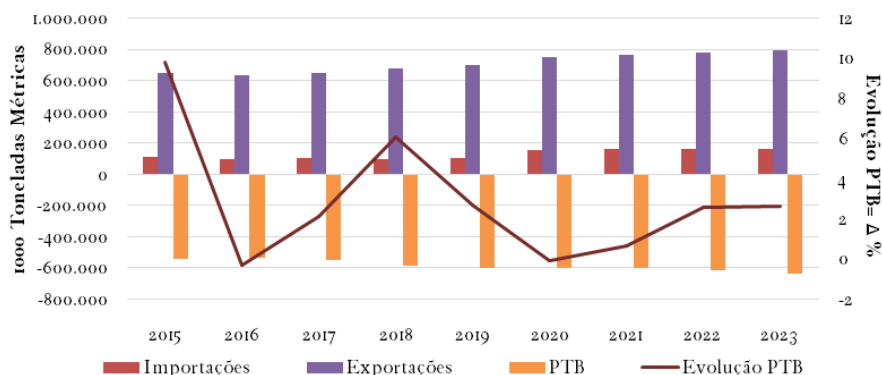
atingindo um crescimento médio de 8%. Em 2012¹⁵, uma retração nos preços internacionais diminui o volume exportado dos minérios, mas os resultados expansivos são retomados no biênio seguinte.

¹⁴ Para o período compreendido entre 2003-2014, o crescimento médio anual foi de 3%.

¹⁵ Conforme informes do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

¹⁶ A partir de 2016, a então presidente reeleita Dilma Rousseff (PT) sofre um processo de *impeachment*, assumindo seu vice Michel Temer (MDB), trazendo um amplo programa de austeridade e congelamento das despesas governamentais. Em 2018, é eleito o ex-oficial do exército com ideais conservadores e defensor da liberação econômica, Jair M. Bolsonaro (PSL), permanecendo no poder até 2022.

Figura 5. Importação, exportação biofísicas e evolução da balança comercial biofísica: Brasil, 2015-2023.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Apesar das mudanças na condução da política econômica¹⁶, o período de 2015-2023 também é caracterizado pela evolução das exportações (Figura 5), tendo a PTB brasileira apresentado índices deficitários em todos os anos. Os resultados desagregados (Anexo 1) indicam uma tendência de aumento no caráter deficitário da balança comercial biofísica.

No caso das importações, observa-se que os materiais cresceram entre 2015 e 2020, apesar de terem sido mais impactados pelas restrições da crise sanitária global. Todavia, a retomada nos anos seguintes foi intensa, uma vez que o Brasil foi na contramão das metas climáticas globais e ampliou os incentivos fiscais para setores importadores de óleo e gás¹⁷.

Já no caso das exportações, destaca-se o aumento da biomassa e dos combustíveis fósseis, que cresceram em todos os anos. O grupo de minérios metálicos, maior representante do setor exportador, apresentou recuo em 2020, influenciado pela pandemia de coronavírus, uma vez que houve restrições na aquisição de minério de ferro pela China, principal demandante¹⁸.

¹⁷ Segundo informações do Instituto de Estudos Econômicos (Inesc), em 2020 os subsídios ultrapassaram 123,9 bilhões de reais, 25% a mais que 2019.

¹⁸ Segundo dados e boletins da Secretaria de Comércio Exterior (Secex).

Quadro 1. Evolução do Déficit na Balança Comercial Biofísica e Crescimento das Principais Exportações: Brasil, 1971-2023.

Período	Déficit na Balança Biofísica(%)	Principais Exportações (%)
1971-1980	22%	Minérios Não Metálicos (1015%), Metálicos (183%), Biomassa (128%)
1981-1990	85%	Minerais Não Metálicos (805%), Metálicos (42%)
1991-2002	90%	Combustíveis Fósseis (504%), Biomassa (203%), Minerais Não Metálicos (249%), Minérios Metálicos (40%)
2003-2014	151%	Combustíveis Fósseis (239%), Biomassa (160%), Minerais Metálicos (102%)
2015-2023	15%	Minerais Não Metálicos (105%), Biomassa (36%)

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Os resultados sintetizados no quadro 1 evidenciam a condição persistente do Brasil como fornecedor líquido de materiais, trazendo implicações que extrapolam a esfera econômica. Essa posição não se limita a uma desvantagem nas trocas internacionais; implica também custos socioambientais significativos internalizados no território nacional. A extração intensiva de biomassa, minerais e combustíveis fósseis está associada ao desmatamento, à perda de biodiversidade, à poluição hídrica e atmosférica e à geração de passivos socioambientais de longo prazo.

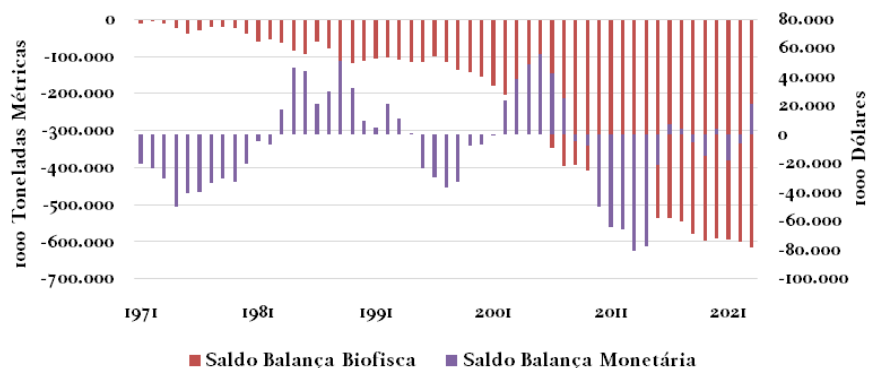
Como destaca Martínez-Alier (2015), tais externalidades não contabilizadas configuram a base de conflitos ecológico-distributivos, em que populações locais arcam com os danos enquanto os benefícios monetários se concentram em outros agentes. Do ponto de vista da economia ecológica, o déficit biofísico representa uma forma de dívida: transferem-se recursos naturais para o exterior sem incorporar, nos preços, os custos sociais e ambientais associados (Martínez-Alier; Walter, 2016).

4.2. Físico *versus* monetário: evidências do comércio ecologicamente desigual

A análise da evolução do comércio exterior brasileiro exige a diferenciação entre o valor monetário e o fluxo físico dos recursos, um passo metodológico essencial para quantificar a intensidade do modelo extrativo brasileiro. Esta abordagem é necessária porque a deterioração da balança comercial biofísica não é apenas um indicador ambiental, mas uma manifestação material de um padrão de acumulação que, conforme alertado pela literatura sobre dependência, perpetua a transferência líquida de recursos naturais e energia para o centro do sistema. O neoextrativismo, nesse sentido, emerge como a face contemporânea de um processo histórico que remonta aos ciclos coloniais, agora mediado pela financeirização dos recursos naturais (Alonso-Fernández; Regueiro-Ferreira, 2022).

A figura 6 ilustra a dissociação crítica entre os saldos monetário e biofísico para o período de 1971 a 2023:

Figura 6. Balança Comercial Brasileira: Persistência do Déficit Biofísico em Contexto de Superávit Monetário: Brasil, 1971-2023.

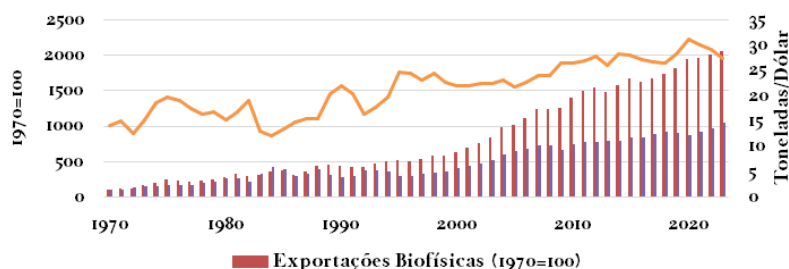


Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

O contraste visual confirma que, enquanto a Balança Comercial Monetária apresentou anos de *superávit* (valores positivos), o déficit na Balança Biofísica persistiu de forma ininterrupta ao longo de toda a série.

Analisando toda a série histórica de forma desagregada, percebe-se pela Figura 7 que em toda a série houve um crescimento mais rápido das exportações em termos monetários em relação às exportações biofísicas, mas este não foi suficiente para sustentar o valor dos fluxos. A intensidade material das exportações (IMexportações) em toneladas por dólar exportado aumentou de uma média 17 t/US\$ em 1971-79 para 28 t/US\$ em 2015-23. Trata-se, evidentemente, de um resultado significativo, demonstrando que o Brasil passou a exportar menos valor monetário por unidade de material, indicando uma desvalorização crônica dos recursos naturais em relação ao seu volume de massa.

Figura 7. Evolução das exportações biofísicas e monetárias (1970=100) e da intensidade material das exportações (toneladas/dólar): Brasil 1970-2023

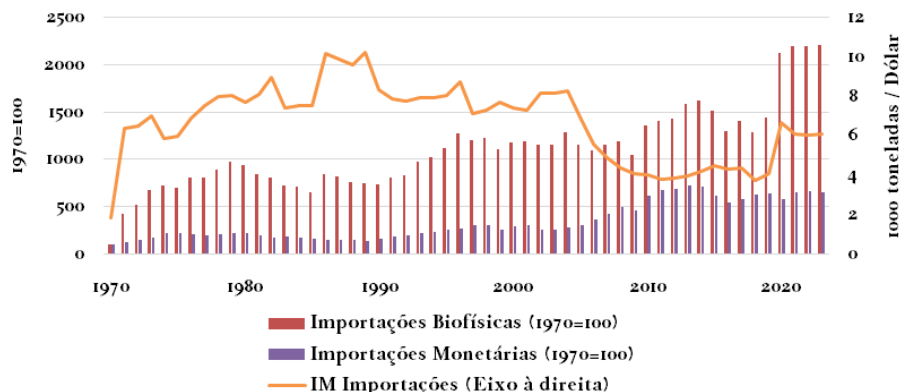


Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

A mesma análise anterior é feita do ponto de vista das importações. A Figura 8 abaixo mostra a dinâmica das importações biofísicas e monetárias em todo o período analisado, usando como base o ano inicial da série. Percebe-se que na década de 1970 e em quase toda a década de 1980 as importações biofísicas crescem mais rápido que as importações monetárias, sugerindo um aumento na intensidade material das importações.

Em meados da década de 1990, contudo, as importações monetárias passam a exibir um crescimento consideravelmente maior que as importações biofísicas, reduzindo o indicador de intensidade material das importações (IMimportações). A média da IMimportações foi de sete toneladas por dólar importado entre 1971-1979, caindo para cinco toneladas por dólar importado nos dez últimos anos da série (2015-2023).

Figura 8. Evolução das Importações biofísicas e monetárias (1970=100) e da intensidade material das importações (toneladas/dólar): Brasil 1971-2023



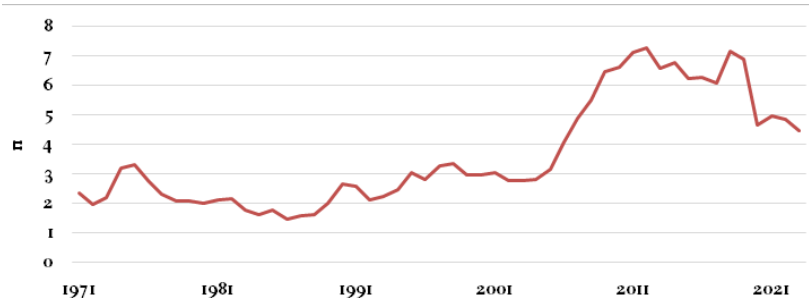
Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Ao se comparar a trajetória dos indicadores de intensidade material das exportações e das importações, percebe-se uma divergência nas trajetórias relativas de intensidade material dos fluxos. Isso pode ser comprovado por meio do quociente ϖ , que neste trabalho representa a razão entre a intensidade material das exportações e das importações ($\frac{IM_{exportações}}{IM_{importações}}$). A Figura 9 abaixo apresenta a trajetória dessa razão ao longo da série analisada.

Pode-se perceber uma relativa estabilidade da razão (entre os valores 1 e 3) durante quase toda as décadas de 1970 e 1980, sugerindo uma semelhança nas trajetórias na intensidade material das exportações e importações. A partir do início da década de 2000 verifica-se um crescimento intenso da razão ϖ , indicando que a intensidade material das exportações passa a ser cada vez maior vis-à-vis a intensidade material das importações.

A evolução dessa razão indica um descompasso crescente entre a intensidade material das exportações vis-à-vis a intensidade material das importações, sugerindo que as exportações brasileiras contêm maior volume de materiais quando comparadas às importações. Esse resultado indica uma deterioração dos termos biofísicos de troca, mostrando que há uma piora na inserção brasileira no comércio internacional também do ponto de vista biofísico.

Figura 9. Razão entre a intensidade material das exportações e intensidade material das importações (ϖ): Brasil 1971-2023



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

Dito de outra forma, os dados mostram que a partir do início do século XXI — período de consolidação do neoextrativismo na América Latina (Svampa, 2019), aprofundou-se a assimetria biofísica nas trocas comerciais do Brasil. A crescente divergência entre as intensidades material das exportações e importações reflete uma dinâmica histórica já antevista na crítica estrutural ao desenvolvimento periférico: a especialização em *commodities* de baixa complexidade, embora rentável no curto prazo, reproduz o padrão secular de inserção subordinada na economia global.

Esse quadro confirma a tese clássica sobre a armadilha da dependência de recursos naturais. A persistência de exportações com alta intensidade material (minério de ferro, soja, petróleo) e a dificuldade em transitar para produtos semiprocessados — agravada por barreiras comerciais externas — revelam a contradição central do modelo extrativista: mesmo com ganhos de produtividade setorial, a economia brasileira permanece refém de uma divisão internacional do trabalho que concentra os estágios mais intensivos em conhecimento e valor agregado nas economias centrais.

Os resultados biofísicos ilustram esse paradoxo: a redução da intensidade material nas exportações (84% entre 1971-2023) foi insuficiente para reverter o desequilíbrio estrutural, pois o crescimento do quociente ϖ (Figura 9) demonstra que as importações reduziram sua intensidade material num ritmo mais acelerado. Essa disparidade, que se ampliou especialmente após

2000, expõe os limites do desenvolvimento baseado em vantagens comparativas estáticas, onde o progresso técnico nos setores exportadores não se traduz em maior autonomia produtiva.

5. Considerações Finais

O presente trabalho analisou os fluxos do comércio exterior brasileiro a partir de uma perspectiva biofísica, examinando as relações entre ciclos econômicos e utilização de recursos materiais. Diferentemente das abordagens tradicionais — que enfatizam a dimensão monetária (valores das exportações/importações) — esta pesquisa inova ao categorizar os fluxos exportados e importados em biomassa, combustíveis fósseis, minerais metálicos e não metálicos, além de calcular a balança comercial biofísica. Nesta métrica, o déficit indica a condição de fornecedor líquido de materiais, enquanto o superávit sinaliza a posição de receptor líquido. O período analisado (1971-2023) abrange diferentes fases do desenvolvimento econômico brasileiro, permitindo uma avaliação abrangente dessa dinâmica.

Os resultados demonstram que nas últimas cinco décadas, independentemente de ciclos econômicos e governos de diferentes orientações ideológicas, consolidou-se um padrão de intercâmbio desigual de recursos materiais. A pauta exportadora concentrou-se progressivamente em *commodities* como soja, carne bovina, minério de ferro e petróleo, destinadas principalmente a economias desenvolvidas. Esse processo foi acompanhado por um aumento significativo do déficit na balança comercial biofísica, que praticamente triplicou no período — passando de cinco para sete vezes o volume de importações.

Como antecipado por Celso Furtado, a inserção periférica não decorre apenas de escolhas domésticas, mas de barreiras estruturais do sistema global. A dificuldade em expandir a produção de produtos semiprocessados limitou a agregação de valor e reforçou a reprimarização da economia, consolidando um metabolismo socioeconômico desigual. Os dados corroboram

essa tese: enquanto as exportações totais aumentaram mais de 1.000% entre 1971-2023, sua composição manteve-se predominantemente extrativista.

Complementando, enquanto o quantitativo enviado ao exterior correspondia a cinco vezes o volume de importações em 1971, em 2023 era sete vezes maior. No tocante aos resultados encontrados no estudo, a balança comercial biofísica obteve o maior crescimento relativo em 1974. Entre 1971 e 1980, também são registrados os maiores crescimentos no total geral de exportações (em 1973), exportações de minerais metálicos e minérios não metálicos (ambos em 1973). Na exportação de combustíveis fósseis, os efetivos do choque do petróleo foram visualizados na década seguinte, uma vez que 1981 registra o maior crescimento dessa categoria. Já o pico de biomassa exportada é registrado no ciclo neoextrativista (2003-2019), mais precisamente em 2015.

Em relação às importações, o ciclo 1971-1980 registra o maior crescimento no total importado (1971), importação de biomassa (em 1978) e combustíveis fósseis (em 1973). Já o ciclo 1981-1990 indica os maiores volumes de minerais metálicos e não metálicos (ambos em 1986).

Os dados demonstram que a trajetória da intensidade material dos fluxos comerciais do Brasil seguiu direções opostas: a intensidade das exportações aumentou drasticamente, enquanto a das importações diminuiu. Essa dinâmica, que indica uma piora do ponto de vista material, reflete a consolidação do modelo neoextrativista no país.

Tal cenário expõe uma contradição no desenvolvimento brasileiro, onde mesmo períodos de superávit monetário coincidiram com o aprofundamento do déficit biofísico. A deterioração da intensidade material sinaliza uma desvalorização crônica da inserção brasileira no comércio exterior, o que evidencia a essência do intercâmbio ecológico desigual. Esse modelo funcionou como um pacto político que concentrou passivos ambientais em áreas periféricas e impediu reformas estruturais em direção a uma economia circular, reforçando a urgência de políticas que internalizem os custos ambientais.

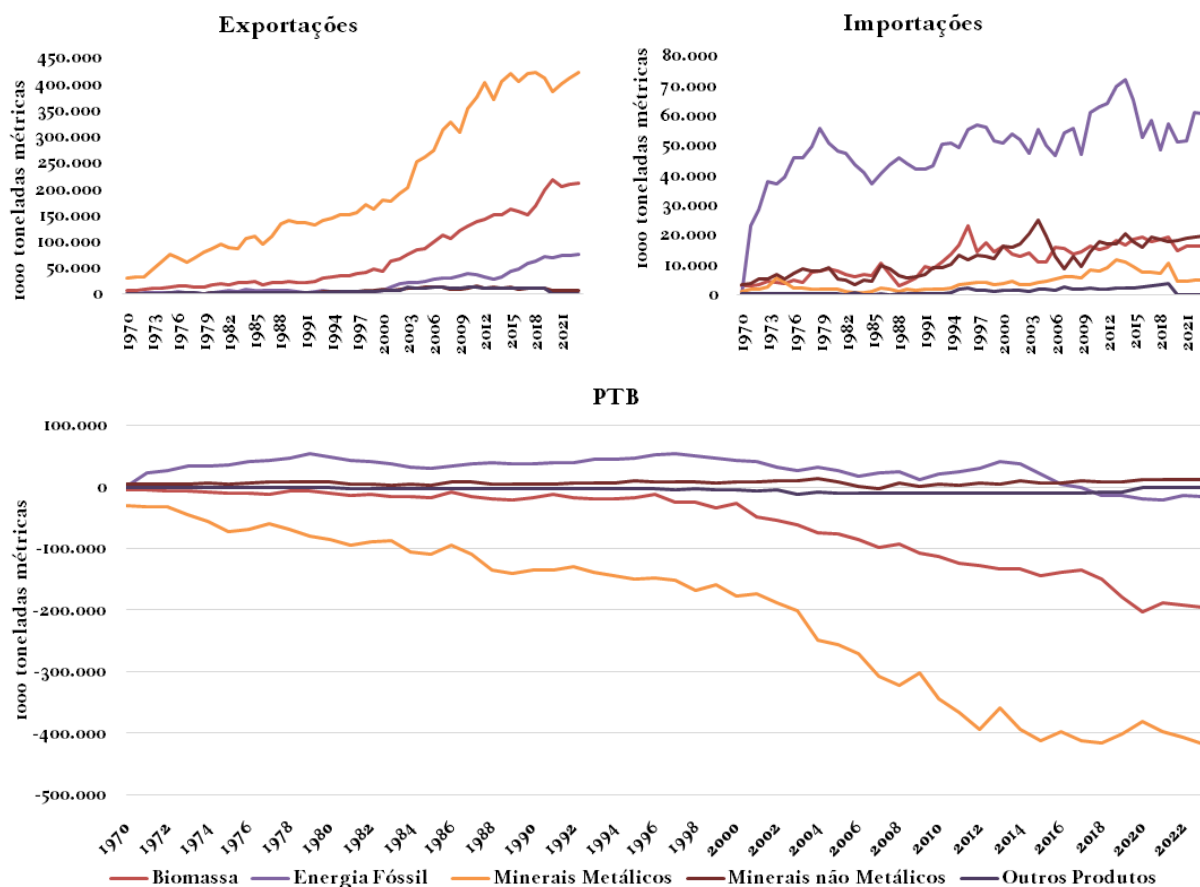
É importante salientar que o presente estudo apresenta limitações inerentes à abordagem metodológica adotada, particularmente pela não incorporação de fluxos indiretos (e.g., pegada ecológica de processos produtivos) e externalidades socioambientais localizadas. Futuras pesquisas poderiam avançar ao: (i) integrar métricas de custo ambiental territorializado, investigando a correlação entre o aumento das exportações de *commodities* e indicadores como taxas de desmatamento, emissões de gases de efeito estufa e a escalada de conflitos socioambientais; (ii) analisar as sinergias entre a reprimarização da economia e a intensificação de riscos climáticos; e (iii) modelar cenários de diversificação produtiva com base em critérios de sustentabilidade biofísica. Tais desenvolvimentos contribuiriam para uma avaliação mais robusta dos *trade-offs* entre crescimento econômico e sustentabilidade em economias dependentes de recursos naturais.

Referências

- ABREU, M. P. (org.). *A Ordem do Progresso: Dois Séculos de Política Econômica no Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014
- ALONSO-FERNÁNDEZ, Pablo; REGUEIRO-FERREIRA, Rosa María. Extractivism, ecologically unequal exchange and environmental impact in South America: A study using Material Flow Analysis (1990–2017). *Ecological Economics*, v. 194, p. 107351, 2022
- ARAÚJO, A. H. S.; ANDRADE, D. C.; SOUZA, H. F. Metabolismo socioeconômico (mse): construção conceitual e convergência com a economia ecológica (ee). *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 31, n. 1, p. 127-143, 2019
- ARAÚJO, V. L.; MATTOS, F. A. M. (org.). *A economia brasileira de Getúlio a Dilma: Novas interpretações*. São Paulo: Hucitec, 2021
- AYRES, R. *Resources, environment, and economics: applications of the materials/energy balance principle*. New York: Wiley, 1978
- BLACK, C. Termos de troca e crescimento econômico no Brasil. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 45, n. 4, p. 27-40, 2018
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Quase estagnação no Brasil e o novo desenvolvimentismo. *Revista de Economia Política*, v. 42, n. 2, p. 503-531, 2022
- BUESCU, M. *História econômica do Brasil*. 1. ed. São Paulo: Apec, 1970
- CARLO, G. ¿Por qué es importante la ecología política? *Nueva sociedad*, v. 244, p. 47-60, 2013
- DALY, H. E. *Beyond growth: the economics of sustainable development*. Boston: Beacon Press, 1996
- DORNINGER, C. *Bio-physical North-South trade as an unequal ecological exchange*. Tese de Doutorado. Institute for Social Ecology-AAU, Viena, 2014
- DWECK, E.; OLIVEIRA, A. L. M.; ROSSI, P. (org.). *Austeridade e retrocesso: impactos sociais da política fiscal no Brasil*. São Paulo: Brasil Debate; Fundação Friedrich Ebert, 2018
- FERNANDES, F. R. C.; ARAUJO, E. R. *Mineração no Brasil: crescimento econômico e conflitos ambientais*. 2016. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf>. [Acesso em: 06/02/2022]
- FISCHER-KOWALSKI, M.; WEISZ, H. Society as a hybrid between material and symbolic realms. Toward a theoretical framework of society-nature interaction. *Advances in Human Ecology*, p. 215-251, 1999
- FURTADO, C. *Formação econômica do Brasil*. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005
- GALEANO, E. *As veias abertas da América Latina*. Tradução de Sergio Faraco. Porto Alegre: L&PM, 2010
- GUDYNAS, E. Estado compensador y nuevos extractivismos: Las ambivalencias del progresismo sudamericano. *Nueva sociedad*, n. 237, p. 128-146, 2012
- GUDYNAS, E. Extracciones, extractivismos y extrahecciones. Un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. *Observatorio del desarrollo*, v. 18, p. 1-18, 2013
- HABERL, H. et al. Contributions of sociometabolic research to sustainability science. *Nature Sustainability*, v. 2, n. 3, p. 173-184, 2019
- INFANTE-AMATE, J.; URREGO-MESA, A.; PINERO, P.; TELLO, E. The open veins of Latin America: Long-term physical trade flows (1900–2016). *Global Environmental Change*, v. 76, p. 102579, 2022
- KRAUSMANN, F. et al. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 114, n. 8, p. 1880-1885, 2017
- LACERDA, A. C. et al. (org.). *Economia brasileira*. 5. ed. São Paulo: Saraiva Educação AS, 2017

- LITTLE, P. E. Environments and environmentalisms in anthropological research: facing a new millennium. *Annual Review of Anthropology*, v. 28, p. 253-284, 1999
- LITTLE, P. E. Ecologia política como etnografia: um guia teórico e metodológico. *Horizontes antropológicos*, v. 12, p. 85-103, 2006
- MARTÍNEZ-ALIER, J. Ecología política del extractivismo y justicia socio-ambiental. *Interdisciplina*, v. 3, n. 7, p. 57-73, 2015
- MARTÍNEZ-ALIER, J.; WALTER, M. Social metabolism and conflicts over extractivism. In: CASTRO, Fabio de; HOGENBOOM, Barbara; BAUD, Michiel (orgs.). *Environmental governance in Latin America*. Basingstoke: Palgrave Macmillan, p. 58-85, 2016
- PEINADO, G. Intercambio ecológicamente desigual e Intercambio desigual en Oscar Braun: nexos, puntos en común y especificidades. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, v. 24, p. 187-202, 2015
- PEINADO, G. *Inserción internacional e intercambio ecológicamente desigual: el desarrollo de un subdesarrollo desigual e insustentable en Argentina*. Dissertação de Mestrado em Economia. FLACSO, Buenos Aires, 2019
- PÉREZ-RINCÓN, M. A. Colombian international trade from a physical perspective: towards an ecological "Prebisch thesis". *Ecological Economics*, v. 59, n. 4, p. 519-529, 2006
- PINAR, E. P. *El neoextractivismo en América Latina*. 2020. Disponível em: <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/108389>>. [Acesso em: 02/12/2021]
- PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. In: BIELSCHOWSKY, Ricardo (org.). *Cinquenta anos de pensamento na Cepal*. Rio de Janeiro: Record/Cepal, v. 1, p. 69-136, 2000
- RICE, J. Ecological unequal exchange: Consumption, equity, and unsustainable structural relationships within the global economy. *International Journal of Comparative Sociology*, v. 48, n. 1, p. 43-72, 2007
- ROCHA, J. S.; OLIVEIRA, N. A.; NOLASCO, L. G. Breve análise da evolução técnico-científica da Vale. *Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça*, v. 6, n. 8, 2019
- RODRIGUES, D. A. *Os investimentos no Brasil nos anos 90: cenários setorial e regional*. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2000
- SAES, B. M. Ecologically unequal exchange: the renewed interpretation of Latin American debates by the Barcelona School. In: VILLAMAYOR-TOMAS, Sergio; MURADIAN, Roldan (orgs.). *The Barcelona School of Ecological Economics and Political Ecology: a companion in honour of Joan Martínez-Alier*. Cham: Springer International Publishing, p. 147-155, 2023
- SCHANDL, H. et al. Global material flows and resource productivity: forty years of evidence. *Journal of Industrial Ecology*, v. 22, n. 4, p. 827-838, 2018
- SINGH, S. J.; TALWAR, S.; SHENOY, M. Why Socio-metabolic Studies are Central to Ecological Economics. *Ecology, Economy and Society—the INSEE Journal*, v. 4, n. 2, p. 21-43, 2021
- SVAMPA, M. N. *Consenso de los Commodities y lenguajes de valoración en América Latina*. 2013. Disponível em: <<http://nuso.org/articulo/consenso-de-los-commodities-y-lenguajes-de-valoracion-en-america-latina/>>. [Acesso em: 02/07/2023]
- SVAMPA, M. N. *As fronteiras do neoextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências*. Tradução de Lígia Azevedo. São Paulo: Elefante, 2019
- WARLENIUS, R. Linking ecological debt and ecologically unequal exchange: stocks, flows, and unequal sink appropriation. *Journal of Political Ecology*, v. 23, n. 1, p. 364-380, 2016
- WEISZ, H. et al. The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption. *Ecological Economics*, v. 58, n. 4, p. 676-698, 2006
- WEST, J.; SCHANDL, H. Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean. *Ecological Economics*, v. 94, p. 19-27, 2013
- WOLF, E. Ownership and political ecology. *Anthropological quarterly*, v. 45, n. 3, p. 201-205, 1972

Anexo I. Importações, exportações e PTB por categorias de materiais em 1000 toneladas métricas: Brasil, 1970-2023.



Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.