

# QUÃO EXTRATIVISTA É O PAÍS DAS *COMMODITIES*? UM OLHAR BIOFÍSICO PARA A BALANÇA COMERCIAL BRASILEIRA (1970-2019)

**Anderson Henrique dos Santos Araújo**

Universidade Federal de Alagoas. Campus Arapiraca  
anderson.henrique@arapiraca.ufal.br

**Daniel Caixeta Andrade**

Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Economia e Relações Internacionais  
daniel.andrade@ufu.br

## **Resumo:**

O presente trabalho traça o perfil biofísico brasileiro entre 1970 e 2019, com ênfase na balança comercial biofísica e no consumo material de biomassa, minérios metálicos, minérios não metálicos e combustíveis fósseis. Para esse propósito são utilizados os indicadores disponibilizados pela Análise de Fluxo Material (MFA): extração doméstica (ED) entrada direta de material (DMI) consumo de material doméstico (DMC) e balança comercial biofísica (PTB). Partindo da perspectiva teórica do intercâmbio ecológico desigual e do neoextrativismo, os resultados indicam um aumento no quantitativo extraído e domesticamente consumido ao longo de quatro ciclo econômicos: 1970-1980, 1981-1990, 1991-2002 e 2003-2019. No tocante a balança comercial biofísica, os resultados quantificam o volume material da exportação de *commodities* e ampliação da importação de materiais específicos, que crescem em todos os quatro períodos analisados e consolidam o caráter deficitário do Brasil. Portanto, políticas econômicas e ambientais devem levar em consideração a dependência na exportação de produtos primários, e seus impactos para a gerações futuras.

**Palavras-chave:** Balança comercial biofísica; Análise de Fluxo material; Consumo doméstico de material; Brasil

## **Abstract:**

This paper traces the Brazilian biophysical profile between 1970 and 2019, emphasizing the biophysical trade balance and material consumption of biomass, metallic minerals, non-metallic minerals, and fossil fuels. For this purpose, the indicators provided by the Material Flow Analysis (MFA) are used: domestic generation (ED), direct material input (DMI), domestic material consumption (DMC), and biophysical trade balance (PTB). Based on the theoretical perspective of unequal ecological exchange and neoextractivism, the results indicate an increase in the amount extracted and domestically consumed over four economic cycles: 1970-1980, 1981-1990, 1991-2002, and 2003-2019. Concerning the biophysical trade balance, the results quantify the material volume of commodities exports and some materials imports, which have increased in four analyzed periods, consolidating Brazil's deficit character. Therefore, economic and environmental policies must take into account dependence on the export of primary products, and their impacts on future generations.

**Keywords:** Physical Trade Balances, Material Flow Analysis, Domestic material consumption, Brazil

## 1. Introdução

Como é enfatizado em textos clássicos que relatam a formação econômica do Brasil, o estoque natural das terras recém “descobertas” em 1500 suscitou na dilapidação indiscriminada dos recursos biofísicos ao longo das gerações subsequentes. O advento das inovações tecnológicas e as consequentes modificações nas estruturas produtivas não cessou o fluxo de materiais extraídos, tornando-os, pelo contrário, mais intensos (FURTADO, 2005; JUNIOR, 1978).

Para Buescu (1970), os períodos de transformações são caracterizados como ciclos econômicos, nos quais modificaram-se os itens protagonistas das pautas exportadoras (sequencialmente: pau-Brasil, açúcar, minérios e café), mas não foram observadas grandes alterações estruturais na economia até o final do Séc. XIX. Ainda para autora (1970, p. 197): “[...] no que tange às relações econômicas internacionais, o Brasil permaneceu durante segunda metade do século XIX país exportador de produtos primários, concentrados no café”.

A despeito da experiência de industrialização intensa entre os anos 1930 ao final da década de 1980, período conhecido como nacional-desenvolvimentista, a economia brasileira ainda mantém uma pauta econômica que enfatiza o extrativismo (ou neoextrativismo), resultado direto de uma veloz etapa de desindustrialização e quase estagnação (BRESSER-PEREIRA, 2022). Vale salientar que a produção agrícola, pecuária e de extração mineral ainda se mantém como relevantes atividades mercantis até os dias atuais.

O debate econômico sobre o papel exportador do Brasil está intimamente ligado a variáveis de crescimento, tanto nas abordagens *mainstream*, quanto na heterodoxia. O crescimento econômico, por seu turno, nada mais é do que o aumento da produção física de bens e serviços por meio da maior extração de matéria e energia da natureza. Significa dizer que os fenômenos econômicos (crescimento) têm uma íntima conexão com alterações no mundo biofísico. Não obstante, são raras análises biofísicas da evolução socioeconômica do Brasil.

Outro ponto em destaque é o panorama mundial, em que são observadas modificações nos padrões de extração e consumo mundiais a partir da década de 1970, visíveis no aumento nos fluxos de materiais extraídos, exportados e importados, sobretudo os ligados à biomassa, minerais metálicos, não metálicos e combustíveis fósseis (SINGH et al., 2021; OECD, 2019; 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 1970 e 2019. Por hipótese, as diferentes fases do crescimento econômico brasileiro nos últimos 50 anos se refletem de forma distinta no metabolismo socioeconômico<sup>1</sup> (MSE) do comércio exterior brasileiro, cujo caráter de exportador líquido de materiais se aprofunda com a intensificação do chamado modelo “neoextrativista”. Para se verificar tal hipótese, utiliza-se a análise de fluxos materiais (*material flow analysis*, em inglês), método utilizado para quantificar e analisar os fluxos de materiais em um sistema econômico ou social: os recursos domesticamente extraídos, seguido do consumo biofísico nacional, e por último, os volumes exportados e importados, ou seja, os fluxos biofísicos do comércio exterior.

Ao se optar pela abordagem biofísica, em contraponto ao fluxo financeiro de produtos, serviços e demais indicadores econômicos, é possível verificar as desigualdades econômicas e ambientais entre nações, como explicitado em duas abordagens comumente utilizadas: a teoria das trocas ecológicas desiguais e o paradigma neoextrativista (ALONSO-FERNÁNDEZ E REGUEIRO-FERREIRA, 2022; PINAR, 2020; DORNINGER E HORNBERG, 2015; RICE, 2007).

Partindo dessa construção teórico-metodológica, o artigo está estruturado da seguinte forma: além dessa introdução, a segunda seção define os conceitos de intercâmbio (ou trocas) ecológicas desiguais e alguns aspectos do paradigma neoextrativista. A terceira seção descreverá os materiais, métodos e fonte de dados utilizados. Na sequência, são apresentados alguns elementos acerca do sociometabolismo brasileiro e o comércio exterior biofísico entre 1970 e 2019 (seções 4 e 5, respectivamente). Por fim, as considerações finais encerram o artigo.

## **2. Intercâmbio ecológico desigual e Neoextrativismo**

O intercâmbio ecológico desigual (*Unequal Ecological Exchange*) é um tema característico e frequente na ecologia política<sup>2</sup>, campo teórico interdisciplinar adolecido na década de 1980, com ênfase no acesso, espólio, uso e usufruto dos territórios e seus respectivos recursos existentes (CARLO, 2013; WARLENIUS, 2016).

---

<sup>1</sup> O Metabolismo Socioeconômico (MSE) compreende como os sistemas econômicos e sociais funcionam de forma integrada com o meio ambiente e como isso podem 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.

<sup>2</sup> A primeira menção ao termo é atribuída a Wolf (1972).

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 duas correntes de pensamento que contemplam 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”, pois utiliza a linguagem econômica neoclássica (moeda e 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 deterioração dos termos de troca, desenvolvida por Raul Prebisch<sup>3</sup>, e suas implicações econômico-ecológicas. Perez Rincón (2006) realiza um estudo específico, partindo de tais pressupostos, demonstrando que:

*[...] many Southern countries provide the material and energy requirements for Northern countries to develop their socioeconomic metabolism. This trade is ecologically and economically unequal, as apart from not recognising environmental costs and natural heritage exhaustion, monetary terms of trade are unfavourable for the Southern exporting countries (PEREZ RINCÓN, 2006, p. 521).*

Perez 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 a 2002. A conclusão é que a Tese de Prebisch é corroborada em tal período, com trocas ecológicas desiguais ao se observar os fluxos de materiais e os tipos de produtos

---

<sup>3</sup> 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 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).

comercializados entre a Colômbia e o resto do mundo, em particular os países do norte. Em suas palavras, “*Colombia exports natural resource-intensive goods with a low monetary value per ton and, in parallel, imports capital intensive goods with a higher value* (PEREZ RINCÓN, 2006, p. 525).

Já outra abordagem histórica utiliza como arcabouço básico a clássica obra “*As Veias Abertas da América Latina*”<sup>4</sup>, de Eduardo Galeano (1999). Infante-Amate et al. (2020) partem 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 a 2016, concluindo que a relação é deficitária (portanto, desigual) para tais entes, exportadores líquidos de produtos primários com menor valor agregado e importadores de bens.

Esta forma de desenvolvimento baseado 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 focado 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 ou ampliaram 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

---

<sup>4</sup> 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, 1999, p. 197)

vez que a rentabilidade do modelo propiciou a implementação de políticas desenvolvimentistas.

*[...] el Consenso de los commodities aparece asociado a la acción del Estado, así como a una batería de políticas económicas y sociales dirigidas a los sectores más vulnerables, cuya base fue la renta extraordinaria asociada al modelo extractivo-exportador. En el nuevo contexto, se recuperaron ciertas herramientas y capacidades institucionales del Estado, el cual volvió a erigirse en un actor regulador y, en ciertos casos, en un agente de redistribución (SVAMPA, 2013, p. 26).*

Os resultados foram ganhos financeiros para os países, e o neoextrativismo passou a ganhar 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 (MORA ET. AL, 2013; MARTÍNEZ-ALIER E WALTER, 2010).

Levando em consideração as particularidades do modelo neoextrativista, os indicadores MFA são adequados para dimensionar esse fenômeno em economias globalizadas, caso do Brasil.

### **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 1ª 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, quando se considera 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 abrigo. 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).

Quanto aos indicadores de fluxo de material, estes são definidos como medidas quantitativas que apontam, informam e descrevem as características dos fluxos e uso de recursos materiais (Quadro 1). Em síntese, descrevem o uso de materiais em uma

determinada economia em toda cadeia de fluxo: desde a extração de matéria-prima até a geração de resíduos. Para Haberl et al. (2019, p. 3-4), “*studies of long-term trends in resource use as well as comparative cross-country datasets investigate the potentials for decoupling the use of materials and energy from economic growth and well-being*”.

**Quadro 1. Indicadores biofísicos advindos da análise de fluxo de materiais (MFA).**

TIPO	SIGLA <sup>1</sup>	NOME E IDENTIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Entradas ( <i>Input</i> )	DE	Extração doméstica	Uso socioeconômico de materiais extraídos domesticamente
	DMI	Entrada Direta de Material (DE+ material importado)	Materiais que entram na produção nacional e no processo produtivo
Trocas comerciais	PTB	Balança comercial biofísica (Importação-Exportação) <sup>2</sup>	Balança comercial física
Consumo	DMC	Consumo doméstico de materiais (DE+PTB)	Materiais utilizados na economia nacional (denota o consumo aparente, não o final) <sup>4</sup>

Fonte: Krausmann et al. (2017). 1) As siglas refletem a nomenclatura em inglês. 2) Na balança comercial física, se as exportações são maiores que importações significa que o país é um fornecedor líquido de recursos.

Os indicadores de fluxo metabólico partem da extração doméstica de materiais (biomassa, minerais metálicos, não metálicos e combustíveis fósseis)<sup>5</sup>, o qual segmenta todos os insumos do ambiente natural utilizados na economia, ou seja, as matérias-primas (excetuando água e ar) que foram extraídas do ambiente natural na região geográfica selecionada.

Outro indicador de entrada, o DMI, mensura as entradas diretas para uso na economia originários da produção, ou importados do resto do mundo. Isso implica em todos os materiais que são de valor econômico (excluindo os fluxos de água e ar) disponíveis no sistema de produção nacional, que serão utilizados na produção e no consumo.

As trocas comerciais são quantificadas na balança comercial biofísica (importações – exportações)<sup>6</sup>, que é inverso da balança comercial monetária (exportações-importações). Segundo Weisz et al. (2007), o *superávit* comercial biofísico implica em uma importação líquida de materiais (Nação recebedora de recursos, por exemplo), enquanto o *déficit* indica uma exportação líquida (Nação fornecedora de recursos).

<sup>5</sup> Biomassa: corresponde à produção para a produção humana, pastagens, silvicultura e pesca. Combustíveis fósseis são os derivados do Petróleo, gás natural e carvão. Minerais metálicos: corresponde à classe de minerais metálicos, como ferro, alumínio e cobre. Minerais não metálicos: que não contém metal em sua composição, a exemplo dos componentes utilizados na indústria e construção civil.

<sup>6</sup> Excluindo os fluxos ocultos.

Já o DMC mensura o total de material utilizados diretamente na economia, isto é, soma a extração doméstica e importações físicas, subtraindo as exportações físicas (excluindo a extração doméstica não utilizada e os fluxos ocultos originários do processo de exportação e importação, isto é, os bens intermediários semiprocessados e finais).

Para a construção dos indicadores, diferentes fontes de dados foram usadas para diferentes categorias de materiais. Em relação à biomassa extraída, os dados são oriundos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): pesquisa agropecuária municipal. Os itens não disponíveis nesta fonte foram coletados da base disponibilizada pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAOSTAT): *food & agriculture organization FAOSTAT database*.

Para os minérios de metal e não metálicos domesticamente extraídos, optou-se prioritariamente pelos boletins do Anuário Mineral Brasileiro (AMB). No caso de lacunas, recorreu-se às informações do IBGE e estimativas do *US Geological Survey*. Em relação aos combustíveis fósseis, a fonte que apresentou uma série histórica mais robusta foi disponibilizada pela *International Energy Agency* (IEA).

Os resultados da balança comercial biofísica (exportação e importação) tem como base de informações os dados brutos (e estimados) do banco de dados de estatísticas de comércio internacional das Nações Unidas (*UN COMTRADE*). Já os dados para energia fóssil têm como referência o IEA.

Quanto a 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, que possibilitam dividir a análise em quatro períodos:

Entre 1970-1980, o país atravessava um expressivo crescimento econômico (com taxa média de 11% a.a.)<sup>7</sup>, 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, 2015; LACERDA et al., 2017).

No período compreendido entre 1981-1990, caracteriza-se uma década com baixos níveis de crescimento, aumento no endividamento externo e inflação galopante<sup>8</sup>. Como

---

<sup>7</sup> Os dados sobre crescimento econômico presentes no capítulo utilizarão os dados do IBGE e Banco Central do Brasil (BACEN).

<sup>8</sup> No campo político, consolida-se o retorno democrático, com as eleições diretas de 1989.



pontua Abreu (2015, 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 (em conjunto com a abertura comercial) une-se ao receituário liberal (políticas de privatizações, juros altos e pressão na taxa de câmbio). Ainda no mesmo período, o plano Real estabiliza a inflação, e o crescimento é retomado (ABREU, 2015).

Por fim, o último período analítico compreende os anos 2003 e 2019. Em 2003, o Brasil registra expressiva taxa de crescimento econômico, motivado pelo aumento nos preços das *commodities*, que permitiram expandir o ciclo de apropriação material e financiar o modelo desenvolvimentista, com ênfase na redução de pobreza e ampliação do consumo interno.

A partir de 2014, o cenário se reverte: o fim do *boom* nos preços internacionais das *commodities* e uma deterioração nas relações políticas culminaram com uma mudança na agenda econômica, trazendo uma gestão mais conservadora<sup>9</sup>. Nos anos seguintes, houve uma diminuição da participação do setor público na economia, e afrouxamento de normativos jurídicos da seguridade social e proteção ambiental, via cortes orçamentários e diminuição do efetivo técnico.

#### **4. O consumo de materiais no Brasil (1970-2019)**

Os últimos cinquenta anos de extração material brasileira se confundem com o próprio processo de colonização da América Latina e, como aponta Galeano (1999, p. 197), a região “[...]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”.

Tendo se consolidado como uma economia agrária-exportadora, o Brasil se industrializa tardiamente, no terceiro decênio do século XX. Após forte indução desenvolvimentista, sobretudo nos anos que sucedem o fim da segunda Guerra mundial, edifica um parque industrial que foi se expandindo (ABREU, 2015).

A partir da década de 1970, esse novo modelo industrializante tem forte auxílio do rendimento de bens primários, situação que foi permanecendo e se ampliando, mesmo com as inovações tecnológicas. Esse modelo repaginado mantém a essência do

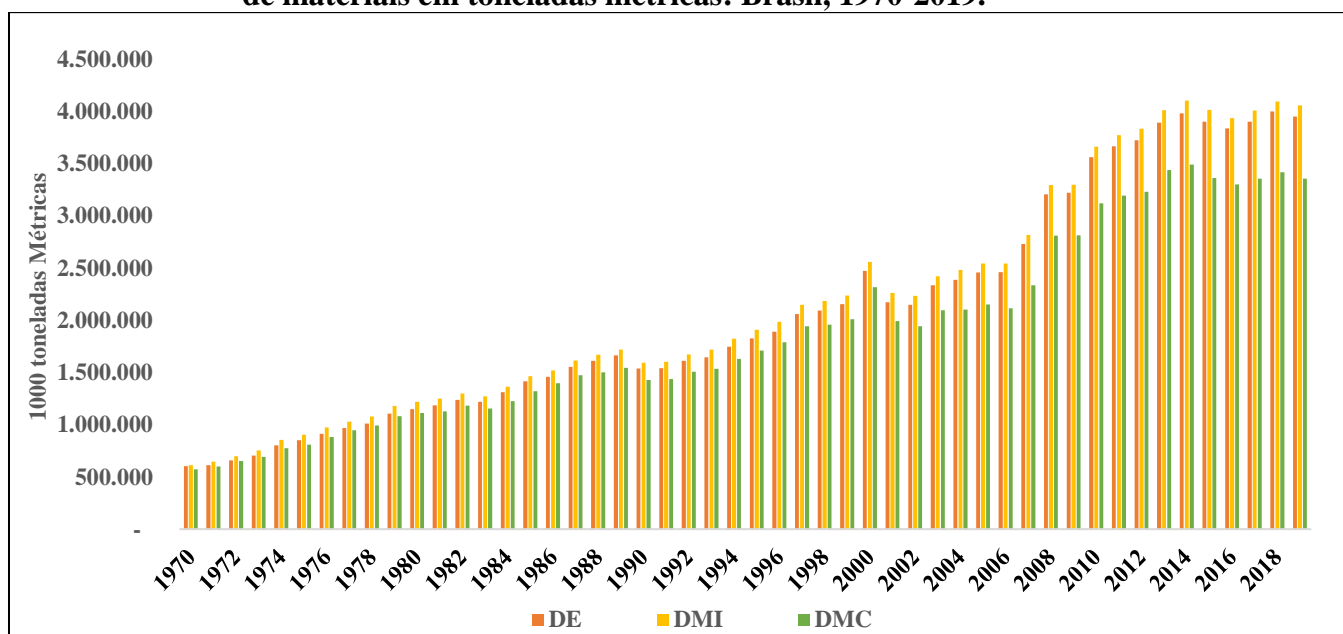
---

<sup>9</sup> Em 2015, o vice presente eleito assume o controle do governo, com uma agenda antagônica da antiga gestora.

extrativismo colonial, dentro do qual o intercâmbio ecológico desigual de matérias-primas financia a desigualdade social (MARTÍNEZ-ALIER, 2015).

Sob a ótica biofísica, os dados de DE, DMI e DMC corroboram com tais pressupostos (Figura 1). Os indicadores selecionados para o Brasil demonstram um crescimento no fluxo de matéria, com períodos de retração seguido de novos acréscimos. Vale ressaltar que a ampliação da extração doméstica ocorre mais expressamente na década 2000.

**Figura 11. Extração doméstica, entrada direta de materiais e consumo doméstico de materiais em toneladas métricas: Brasil, 1970-2019.**



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

A partir da Tabela 1, é possível observar um crescimento médio superior a 5% para as três variáveis em destaque.

**Tabela 1. Taxas médias de crescimento anual da extração doméstica (DE), entrada direta de material (DMI) e consumo doméstico de materiais (DMC): Brasil, 1970-2019.**

VARIÁVEL (em %)	1970-2019	1970-1980	1981-1990	1991-2002	2003-2019
Taxa de crescimento anual DE	5,88%	2,63%	2,80%	3,14%	3,80%
Taxa de crescimento anual DMI	5,97%	2,46%	2,81%	3,09%	3,75%
Taxa de crescimento anual DMC	5,75%	2,39%	2,55%	2,80%	3,50%

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados do IBGE e *World Bank*.

Dividindo os cinquenta anos nos quatro ciclos, é possível identificar cenários distintos:

1. 1970-1980: O período do milagre, aliado as políticas nacionais desenvolvimentistas (em resposta aos choques do Petróleo) ampliaram os níveis de biomassa, minério de ferro, minerais e combustíveis fósseis consumidos. Contudo, quando se confronta os dados de fluxo material com o crescimento econômico, ocorre um leve desacoplamento<sup>10</sup>, resultando em uma expansão material foi relativamente menor crescimento econômico, o que explica os menores resultados dentre os quatro ciclos analisados.
2. 1981-1990: os inexpressivos resultados econômicos não resultaram em uma diminuição do consumo material, tendo o período apresentado acréscimos nas três óticas analisadas. Considerando os materiais consumidos (DMC), houve acoplamento<sup>11</sup>, que implicou em um acréscimo no consumo de materiais proporcionalmente maior que o PIB.
3. 1991-2002: a abertura comercial, em conjunto com a estabilidade econômica ampliaram os níveis de extração/ consumo de materiais, sobretudo os ligados a biomassa e minerais não metálicos. Assim, um novo acoplamento é registrado, justificando os maiores resultados já apresentados.
4. 2003-2019: Nos anos do auge do ciclo neoextrativista, são registradas as maiores taxas médias de crescimento desde 1970. Retomando a tabela 1, em conjunto com uma maior extração material (ED E entrada material (DMI), houve crescimento no consumo doméstico (DMC), sobretudo nos grupos “minério de ferro” e “minerais químicos”. Mesmo com o declínio do modelo neoextrativista a partir de 2014, esse ciclo é marcado pelo acoplamento.

## **5. O comércio exterior biofísico brasileiro (1970-2019)**

O comércio exterior biofísico expressa os fluxos materiais associados à produção, transporte e uso desses bens e serviços. Assim, o intercâmbio ecológico desigual pode ser confirmado quando a saída de materiais (exportação) é superior a entrada (importação).

Entre 1970 e 1980 (vide figura 2), a Balança comercial biofísica brasileira expõe tal caráter exportador da economia brasileira (isto é, exportações maiores que

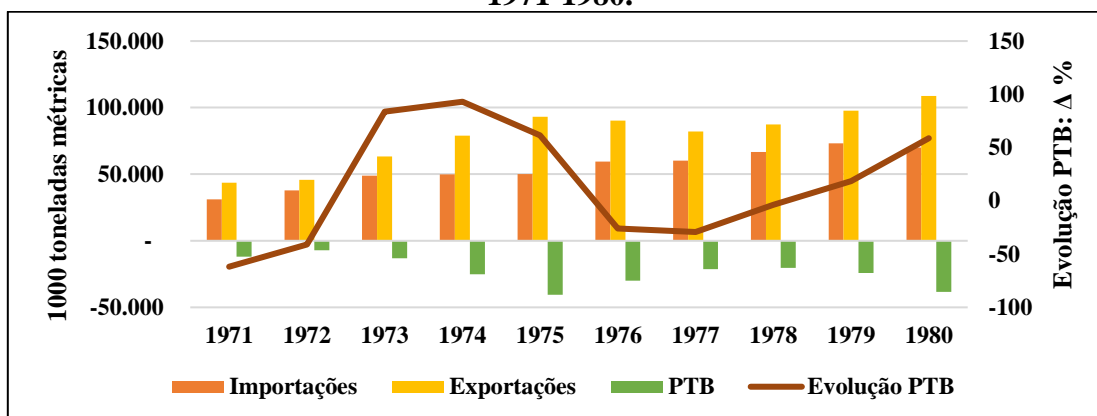
---

<sup>10</sup> De acordo com a UNEP (2011), o desacoplamento pode ser caracterizado como o rompimento entre danos ambientais oriundos da produção de bens econômicos, sendo que essa relação pode ocorrer de maneiras distintas: via recursos, quando ocorre diminuição absoluta ou relativa no uso de recursos em relação a uma unidade produzida de produto econômico medida em unidades monetárias e; de impacto, quando ocorre aumento na produção e diminuição absoluta ou relativa da poluição ambiental (impacto ambiental).

<sup>11</sup> Relação inversa ao desacoplamento, ou seja, o crescimento econômico está se tornando mais intensivo em recursos materiais

importações). As estratégias nacionais-desenvolvimentistas adotadas culminaram num crescimento absoluto de materiais exportados, muito embora os níveis de importação também se ampliaram no período que segue o II PND, justificadas pela ampliação do consumo interno, aquisição de insumos básicos para as indústrias nacionais e o acréscimo na demanda por combustíveis fósseis.

**Figura 2. Importação, exportação e evolução do PTB em dados biofísicos: 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% dos minerais metálicos 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 Comunidade Econômica Europeia. A ressalva é para o período de 1975-1977, onde os impactos da substituição de produtos importados e os grandes projetos nacionais (constantemente no II PND) ampliaram a demanda interna e, conseqüentemente, desaceleraram o volume físico exportado. Já nos anos seguintes, a tendência de crescimento 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)<sup>12</sup>, que resultou em um crescimento médio de 114% no período analisado (chegando a 433% entre 1971 e 1972), embora outras culturas também tiveram o volume exportado ampliado (cereais, frutas e cana de açúcar).

Em relação às importações, o grupo correspondente aos materiais/transportadores de energia fóssil apresentaram o maior volume importado. Na análise desagregada, o

<sup>12</sup> Além da criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em 1973.

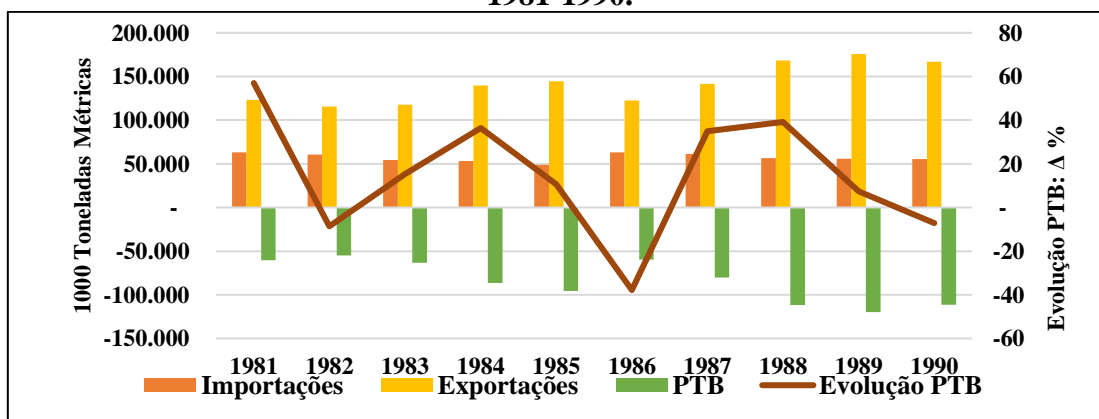
petróleo manteve uma média 73% de todos os materiais importados entre 1971-1980, apesar dos dois grandes choques de preços. Pode-se correlacionar a estratégia econômica adotada pelo regime ditatorial, que manteve a dependência mineral (inclusive subsidiando a gasolina), mesmo com o crescimento dos preços 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 Abreu (2015), 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 como superavitária em energia fóssil (importações) e deficitária para minerais metálicos (exportações), como ilustrado no anexo 1.

Entre 1980 a 1990, o comércio exterior biofísico (Figura 3) 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,2015) impactou diretamente na balança material brasileira. No biênio 1985-86, o descontrolado 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 3. Importação, exportação e evolução do PTB em dados biofísicos: Brasil, 1981-1990.**



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

Analisando a balança biofísica desagregadamente (Anexo 2), é possível 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 (88.642 mil toneladas em 1981 para 132.652 em 1989). Já a biomassa sentiu efeitos da expansão no cultivo de soja: segundo informações do IBGE, a produção avançou de 1,9 milhão de toneladas na década de 1970 para 15 milhões no decênio seguinte. 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 (42.260 toneladas em 1981 para 28.260 em 1990). O PROÁLCOOL<sup>13</sup>, aliado à baixa dinâmica econômica do período e os ajustes estruturais justificam os resultados (ABREU, 2015). As categorias de biomassa (liderado 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 4) explicita as estratégias políticas e econômicas adotadas nos diferentes governos, que a tornaram mais deficitária ao fim de 2002, chegando a um 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 com a tese que abertura comercial foi efetiva, apesar do reestabelecimento das quotas tarifárias na I gestão FHC. O quadriênio seguinte

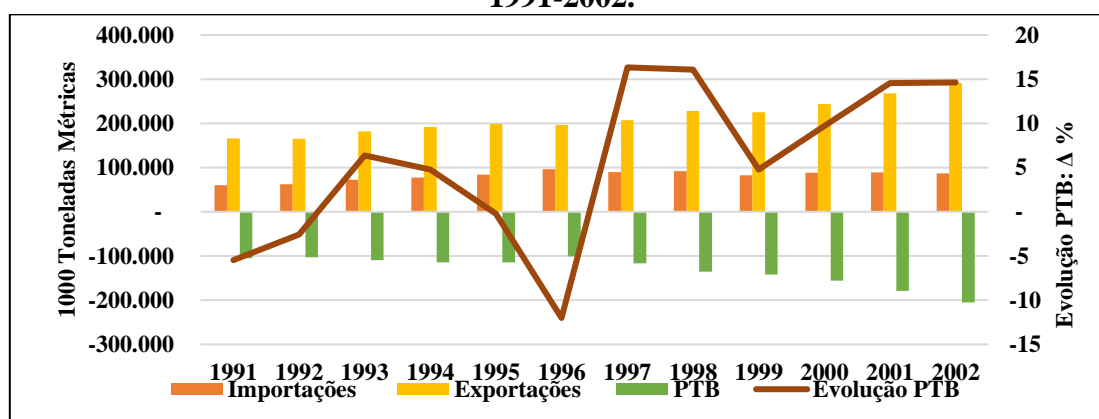
---

<sup>13</sup> Programa federal que visava substituir o consumo de gasolina dos veículos pelo álcool, combustível derivado da cana de açúcar.

apresentou resultados sazonais, por questões relativas ao câmbio<sup>14</sup> e as também já mencionadas crises externas (ABREU, 2015).

Já os níveis biofísicos de materiais exportados também indicam momentos distintos: sentindo o efeito da escalada inflacionária, o período 1991-92 é marcado por uma leve diminuição, seguindo 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 4. Importação, exportação e evolução do PTB em dados biofísicos: Brasil, 1991-2002.**



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

O anexo 3 permite uma melhor análise da balança biofísica, em paralelo aos resultados monetários anteriormente descritos. 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 1991-02, puxada pela produtividade do grupo “culturas oleaginosas” (que inclui a soja)<sup>15</sup> 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).

<sup>14</sup> Entre 1995-1989, a âncora cambial (um dos pilares do Plano real) entra em progressivo desgaste, culminando com adoção do câmbio flutuante em 1999, influenciando a balança comercial biofísica.

<sup>15</sup> Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), entre 1991-2002 a área plantada do grupo cereais, leguminosas e oleaginosas aumentou 4,48%.

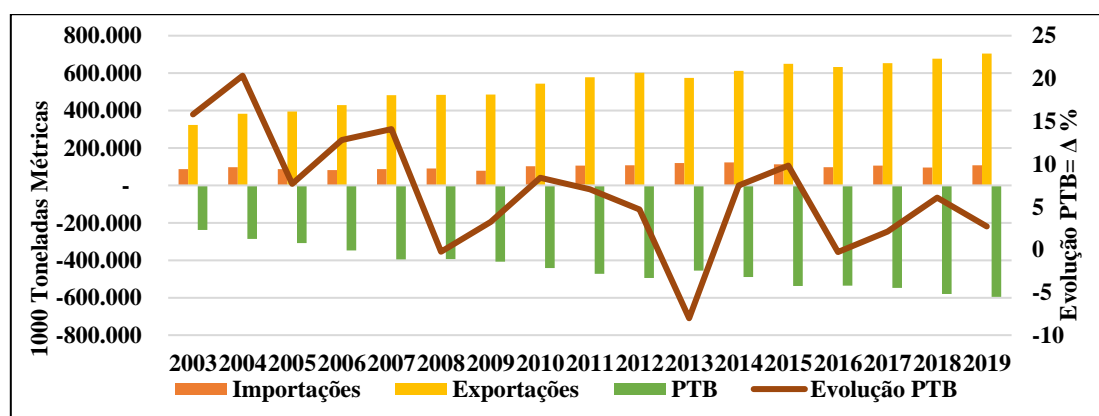
No quantitativo importado, o Brasil se mantém como grande demandante de energia fóssil, ampliando o volume de carvão e diminuindo sensivelmente o volume de derivados de petróleo, devido a maior especialização do parque produtivo (RODRIGUES, 2000).

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), de 6,59 mil toneladas em 1991 para 12,92 em 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, expostos na Figura 5. A balança biofísica deficitária se amplia fortemente no período supracitado (chegando a quase triplicar ao longo da série histórica), sobretudo pela expansão nas exportações materiais. A maior evolução no indicador de PTB acontece entre 2018-19, quando os níveis de exportações crescem 151% em relação a 2002.

Outro destaque está relacionado aos maiores níveis de importações, que inicia a série impactada pela “pânico” dos mercados com o novo governo progressista, que fizeram o câmbio subir em 2002<sup>16</sup> e diminuíram o volume total no anuênio seguinte (ABREU, 2015; GIAMBIAGI et al., 2011).

Nos anos seguintes, 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 as 120 milhões de toneladas.

**Figura 5. Importação, exportação e evolução do PTB em dados biofísicos: Brasil, 2003-2019.**



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

<sup>16</sup> Segundo dados oficiais, em 4/1/2002 a taxa câmbio oficial média (compra e venda) foi de R\$2,30/US\$1,00, atingindo R\$3,53/ US\$1,00 em 31/12/2002.



Analisando o comércio exterior biofísico desagregado (Anexo 4), é observável um crescimento nas exportações, que confirma o megaciclo das *commodities*. No tocante aos minerais metálicos, o volume de minério de ferro exportado<sup>17</sup> cresce ininterruptamente entre 2003-2011, atingindo um crescimento médio de 8%. Em 2012<sup>18</sup>, uma retração nos preços internacionais diminui o volume exportado dos minérios, que retoma nos anos seguintes e se amplia até 2018, atingindo o patamar histórico de 405.515 mil Ton.<sup>19</sup>.

Em relação à biomassa, o quantitativo exportado manteve a tradição no segmento de grãos (em especial, soja)<sup>20</sup>. Assim, o grupo “culturas oleaginosas” cresceu, em média anual, 8% entre 2003 e 2019.

Já a produção de carne bovina consolidou o Brasil como um dos maiores exportadores mundiais em 2003 (RUBIN et al., 2008), onde no mesmo ano foram ofertadas 1,3 milhão de toneladas, chegando a 1,8 milhão em 2019<sup>21</sup>. A análise sociometabólica indica que o grupo “carne e preparados de carne” cresceu, em média anual, 27% entre 2003 e 2019.

Em relação à categoria energia fóssil, a ampliação do volume de petróleo exportado é outro fator em destaque, cujo crescimento médio anual foi de 22% entre 2003 e 2019. Com a maturação dos investimentos no segmento (como as obras do PAC para prospecção petrolífera em águas profundas)<sup>22</sup>, os resultados absolutos foram significativos a partir de 2014, batendo recorde em 2019, quando foram exportadas cerca de 62.000 mil toneladas do produto fóssil (um crescimento de 416%, quando comparado aos dados de 2003).

No campo das importações, o destaque é a expansão na demanda do grupo materiais/ transportadores de energia fóssil, resultando em um crescimento médio anual de 2% entre 2003 e 2019. O maior poder de compra pela classe média gerou aumento da frota automotiva<sup>23</sup>, bem como dos modais de transporte, como viagens áreas (CARDOSO; NAVARRO,2016).

---

<sup>17</sup> Para o período compreendido entre 2003-2019, o crescimento médio anual foi de 4%.

<sup>18</sup> Conforme informes do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC)

<sup>19</sup> Conforme informes da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), o crescimento mais expressivo neste último ano é fruto da expansão da maior empresa do segmento no Estado do Pará.

<sup>20</sup> Segundo dados da SECEX, entre 2003-2019 o volume de grãos de soja exportado saltou de 19,8 milhões de toneladas para 85,6 milhões.

<sup>21</sup> Dados da Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes.

<sup>22</sup> Machado (2021) e Morais (2013)

<sup>23</sup> Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP), houve expansão no consumo de gasolina e Diesel nos anos de 2009,2010 e 2014

Em relação aos minerais não metálicos importados, se observa uma tendência declinante na demanda por fertilizantes (sobretudo após um acréscimo de 200% nos preços internacionais, em 2007)<sup>24</sup> e, um aumento por produtos de biomassa, em especial o grupo de cereais primários e processados, resultando em um crescimento médio anual de -6% e 2%, respectivamente.

Destarte, a Balança biofísica brasileira expressa a consolidação do modelo neoextrativista: o Brasil se posicionando como grande exportador de minerais metálicos, biomassa e energia fóssil. Em virtude dos fatos mencionados, é possível verificar que as transformações políticas e econômicas a partir da década de 1970 ampliaram o caráter deficitário da balança biofísica brasileira. O destaque é o grande fluxo de materiais exportados e importados a partir da década de 1990, os resultados mais expressivos de toda a série histórica

## 6. Considerações Finais

O presente trabalho pretendeu analisar os fluxos metabólicos do comércio exterior brasileiro em uma perspectiva biofísica, isto é, como as conduções econômicas interferiram na utilização dos recursos materiais. Diferentemente das tradicionais análises econômicas (que enfatizam o fluxo financeiro), a ênfase biofísica aqui proposta partiu do pressuposto que as decisões econômicas e ambientais em diferentes ciclos exploraram os estoques naturais finitos e ampliaram a produção material renovável, mas não criaram um ambiente econômico-ecológico sustentável, uma vez que períodos de crise econômica não são acompanhados de redução na extração material.

Mesmo em diferentes regimes políticos e ideologias econômicas, os últimos cinquenta anos foram progressivamente ampliando o crescimento no intercâmbio desigual de recursos materiais (exportação de soja, carne bovina, minério de ferro e petróleo) para outras economias.

Vale destacar que nas cinco décadas analisadas, também ocorreu um aumento significativo na balança comercial biofísica. Tradicional exportador material, o Brasil viu ampliar-se consideravelmente a pauta de *comodities* direcionada a países desenvolvidos, gerando um déficit cada vez maior no PTB. Como destacam Alonso-Fernández e Regueiro-Ferreira (2022), aprofundou-se a especialização extrativista dos países sul-americanos, ocorrendo a especialização produtiva dessas nações. Corroborando com tal

---

<sup>24</sup> Disponível em <https://brasil.mongabay.com/2008/03/os-precos-dos-fertilizantes-do-mundo-sobrem-200-em-2007/>. Acesso em 20 de fevereiro de 2022.

hipótese, constatou-se um aumento superior a 1000% nos volumes exportados e importados entre 1970-2019.

Todavia, enquanto o quantitativo enviado ao exterior correspondia a cinco vezes o volume de importações em 1970, em 2019 era sete vezes maior. No tocante aos resultados biofísicos encontrados no estudo, o PTB obteve o maior crescimento relativo<sup>25</sup> em 1974. Entre 1970 a 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 2001.

Em relação as importações o ciclo 1970-1980 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).

Já a análise por ciclos econômicos indica que:

1. No ciclo 1970-1980, o déficit do PTB cresce 22%, influenciado pelo aumento nas exportações de minérios não metálicos (1015%), metálicos (183%) e biomassa (128%)<sup>26</sup>.
2. Entre 1981-1990, o crescimento do saldo negativo do PTB é de 85%, influenciado pelo crescimento nas exportações de minerais não metálicos (805%) e metálicos (42%)<sup>27</sup>.
3. No terceiro período (1991-2002), o déficit do PTB cresce de 90%, dado o aumento no volume exportado de combustíveis fósseis (504%), biomassa (203%), minerais não metálicos (249%) e minérios metálicos (40%).
4. No último ciclo (2003-2019), ocorre o maior aumento no déficit da balança biofísica, com 151%. O incremento no volume de combustíveis fósseis exportados (239%), foi seguido pelo grupo de biomassa (160%) e minerais metálicos (102%)<sup>28</sup>.

Assim, os dados biofísicos também indicam que os ciclos econômicos apresentaram ampliação nos níveis de trocas ecológicas desiguais, consolidando a

---

<sup>25</sup> Variação percentual de um ano(n) em relação ao ano anterior (n-1).

<sup>26</sup> Percentuais não significativos para os outros grupos

<sup>27</sup> Percentuais não significativos para os outros grupos

<sup>28</sup> Percentuais não significativos para os outros grupos

dependência das exportações materiais. Diante de tais constatações, tanto a proposição de políticas econômicas e ambientais no Brasil, quanto o estabelecimento de estratégias ecológicas em acordos multilaterais, devem levar em consideração a dependência nos fluxos de exportações materiais e seus impactos para as gerações futuras, sobretudo ampliando as tarifas comerciais, estabelecendo regras mais rígidas para atividades de cunho degradador e uma maior consideração dos impactos ambientais .

## 7. Referências

- ABREU, M. P. (Org.). **A Ordem do Progresso Edição Atualizada: Dois Séculos de Política Econômica no Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 453 p.
- 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**, Amsterdam, v. 194, p. 107351, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107351>
- ARAÚJO, V. L.; MATTOS, F. A. M. (Org.). **A economia brasileira de Getúlio a Dilma-Novas interpretações**. São Paulo: Hucitec, 2021. 539 p.
- BLACK, C. Termos de troca e crescimento econômico no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 45, n. 4, p. 27-40, 2018.
- BRESSER-PEREIRA, L.C. Quase estagnação no Brasil e o novo desenvolvimentismo. **Revista de Economia Política**, Niterói, v. 42, n. 2, p. 503-531, 2022.
- BUESCU, M. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Apec, 1970. 505 p.
- CARDOSO JR, J. C.; NAVARRO, C. A. O planejamento governamental no Brasil e a experiência recente (2007 a 2014) do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Texto para discussão, **IPEA**, Brasília, v. 2174, 2016.
- CARLO, G. ¿Por qué es importante la ecología política? **Nueva sociedad**, Buenos Aires, v. (244), p. 47-60, 2013.
- DORNINGER, C. **Bio-physical North-South trade as an unequal ecological exchange**. Tese de Doutorado. Vienna: Institute for Social Ecology-AAU. Vienna. 2014
- 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](http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1909/1/conflitos_ambientais_cap.2%20p65.pdf). Acesso em: 6 de fev. 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** 8, United Kingdom, p. 215–51, 1999.
- FURTADO, C. **Formação econômica do Brasil**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005. 238 p.
- GALEANO, E. **As veias abertas da América Latina**. 12. Edição. São Paulo: L&PM, 1999. 400 p.
- GIAMBIAGI, F. et al. (Org.). **Economia Brasileira Contemporânea: 1945-2010**. Rio de Janeiro. Campus, 2011. 290 p.
- GUDYNAS, E. Estado compensador y nuevos extractivismos: Las ambivalencias del progresismo sudamericano. **Nueva sociedad**, Buenos Aires, n. 237, p. 128-146, 2012.
- \_\_\_\_\_. Extracciones, extractivismos y extrahecciones. Un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. **Observatorio del desarrollo**, San Pedro, v. 18, p. 1-18, 2013.

HABERL, H. et al. Contributions of sociometabolic research to sustainability science. **Nature Sustainability**, Berlin, v. 2, n. 3, p. 173-184, 2019. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0225-2>

INFANTE-AMATE, J.; URREGO MESA, A.; TELLO ARAGAY, E. Las venas abiertas de América Latina en la era del antropoceno: un estudio biofísico del comercio exterior (1900-2016). **Diálogos Revista Electrónica de Historia**, Costa Rica, v. 21, n. 2, p. 177-214, 2020. <https://doi.org/10.15517/dre.v21i2.39736>

JÚNIOR, Caio Prado. **História econômica do Brasil**. São Paulo: Editora brasiliense, 1978. 280 p.

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**, EUA, v. 114, n. 8, p. 1880-1885, 2017. <https://doi.org/10.1073/pnas.1613773114>

LACERDA, A. C. et al. (Org.). **Economia brasileira**. 5ª edição. São Paulo: Saraiva Educação AS, 2017. 424 p.

MACHADO, J. D. D. O. A.; DE CARVALHO, R. A. Exploração de Petróleo no Brasil e Estados Unidos: história e relevância. **Brazilian Journal of Development**, Paraná, v. 7, n. 5, p. 52499-52515, 2021.

MARTINEZ ALIER, J. Ecología política del extractivismo y justicia socio-ambiental. **Interdisciplina**, [S.l.] v. 3, n. 7, 2015. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7.52384>

MARTINEZ-ALIER, J.; WALTER, M. **Social metabolism and conflicts over extractivism**. In: Environmental Governance in Latin America. London: Palgrave Macmillan. p. 58-85, 2016. [https://doi.org/10.1007/978-1-137-50572-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-137-50572-9_3)

MORAIS, J. M. **Petróleo em águas profundas: uma história tecnológica da Petrobras na exploração e produção offshore**. Brasília: Ipea, 2013. 424 p.

MORAN, D. D., LENZEN, M., KANEMOTO, K., & GESCHKE, A. . Does ecologically unequal exchange occur?. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 89, p. 177-186. 2013

PEINADO, G. Intercambio ecológicamente desigual e Intercambio desigual en Oscar Braun: nexos, puntos en común y especificidades. **REVIBEC-Revista Iberoamericana de Economía Ecológica**, Rio de Janeiro, v.: 24. p. 187-202, 2015.

\_\_\_\_\_. **Inserción internacional e intercambio ecológicamente desigual: el desarrollo de un subdesarrollo desigual e insustentable en Argentina**. 2019. 118 f. Dissertação de Mestrado. Buenos Aires: FLACSO. Sede Académica Argentina. Buenos Aires. 2019.

PEREZ RINCÓN, M.; VARGAS-MORALES, J.; CRESPO-MARÍN, Z. Trends in social metabolism and environmental conflicts in four Andean countries from 1970 to 2013. **Sustainability Science**, Berlin, v. 13, n. 3, p. 635-648, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11625-017-0510-9>

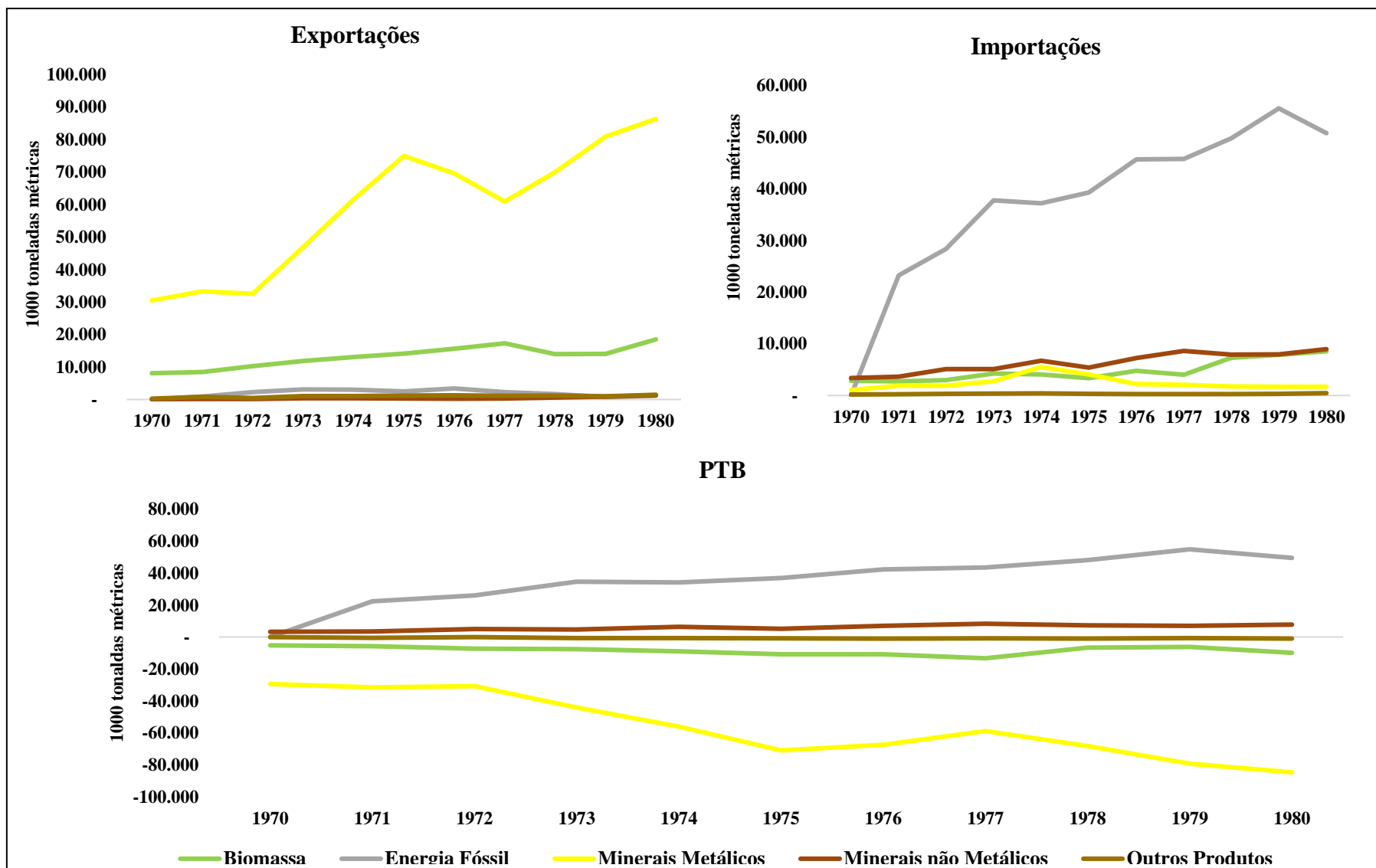
PINAR, E. P. **El neoextractivismo en América Latina**. 2020. Disponível em: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/108389>. Acesso em 2 out. 2021.

PREBISCH, R. O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus problemas principais. Cinquenta anos de pensamento na CEPAL-Rio de Janeiro: Record/CEPAL, 2000-v. 1, p. 69-136, 2000. 516 p.

RICE, J. Ecological unequal exchange: Consumption, equity, and unsustainable structural relationships within the global economy. **International Journal of Comparative Sociology**, Thousand Oaks, v. 48, n. 1, p. 43-72, 2007. <https://doi.org/10.1177/0020715207072159>

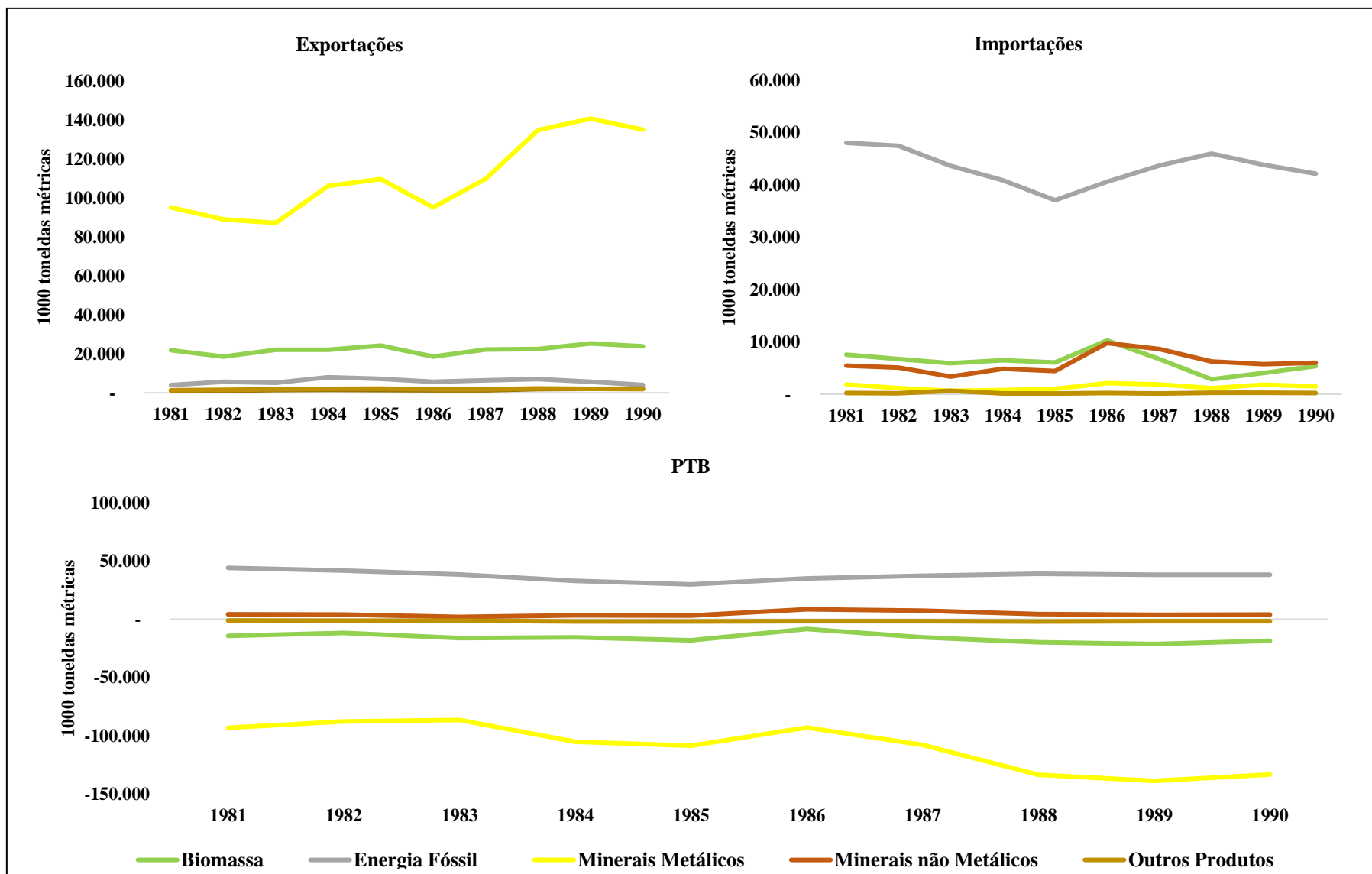
- ROCHA, J. S.; DE OLIVEIRA, N. A.; NOLASCO, L. G. Breve análise da evolução técnico-científica da Vale. **Revista Jurídica Direito, Sociedade e Justiça**, Mato Grosso do Sul, v. 6, n. 8, 2019.
- RODRIGUES, D. A. **Os investimentos no Brasil nos anos 90: cenários setorial e regional**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2000. p. 134-135.
- RUBIN, L. D. S.; ILHA, A. D. S.; WAQUIL, P. D. O comércio potencial brasileiro de carne bovina no contexto de integração regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Brasília, v. 46, n. 4, p. 1067-1093, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032008000400007>
- SCHANDL, H. et al. Global material flows and resource productivity: forty years of evidence. **Journal of Industrial Ecology**, New Haven, v. 22, n. 4, p. 827-838, 2018. <https://doi.org/10.1111/jiec.12626>
- SINGH, S. J.; TALWAR, S.; SHENOY, M. Why Socio-metabolic Studies are Central to Ecological Economics. **Ecology, Economy and Society—the INSEE Journal**, [S.l.] v. 4, n. 2, p. 21-43, 2021. <https://doi.org/10.37773/ees.v4i2.461>
- 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 2 jul. 2021
- \_\_\_\_\_. **As Fronteiras Do Neoxtratativismo Na América Latina. Conflitos Socioambientais, Giro Ecoterritorial E Novas Dependências**. São Paulo: Elefante. 2019. 150 p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth, A Report of the Working Group on Decoupling to the International Resource Panel**. Fischer Kowalski, M. et al. United Nations Environment Programme. 2011. 174 p. Disponível em: <https://www.resourcepanel.org/file/400/download?token=E0TEjf3z>. Acesso em: 08 dez. 2021.
- WEISZ, H. et al. The physical economy of the European Union: Cross-country comparison and determinants of material consumption. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 58, n. 4, p. 676-698, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.08.016>
- WEST, J.; SCHANDL, H. Material use and material efficiency in Latin America and the Caribbean. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 94, p. 19-27, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.06.015>
- WIRSENIUS, S. **Human use of land and organic materials: modeling the turnover of biomass in the global food system**. Gotemburgo: Chalmers University of Technology, 2000. 279 p.
- WOLF, E. Ownership and political ecology. **Anthropological quarterly**, Washington, v. 45, n. 3, p. 201-205, 1972. <https://doi.org/10.2307/3316532>

Anexo 1. Importações, exportações e PTB por categorias de materiais em 1000 toneladas métricas: Brasil, 1970-1980.



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

**Anexo 22. Importações, exportações e PTB por categorias de materiais em 1000 toneladas métricas: Brasil, 1981-1990.**

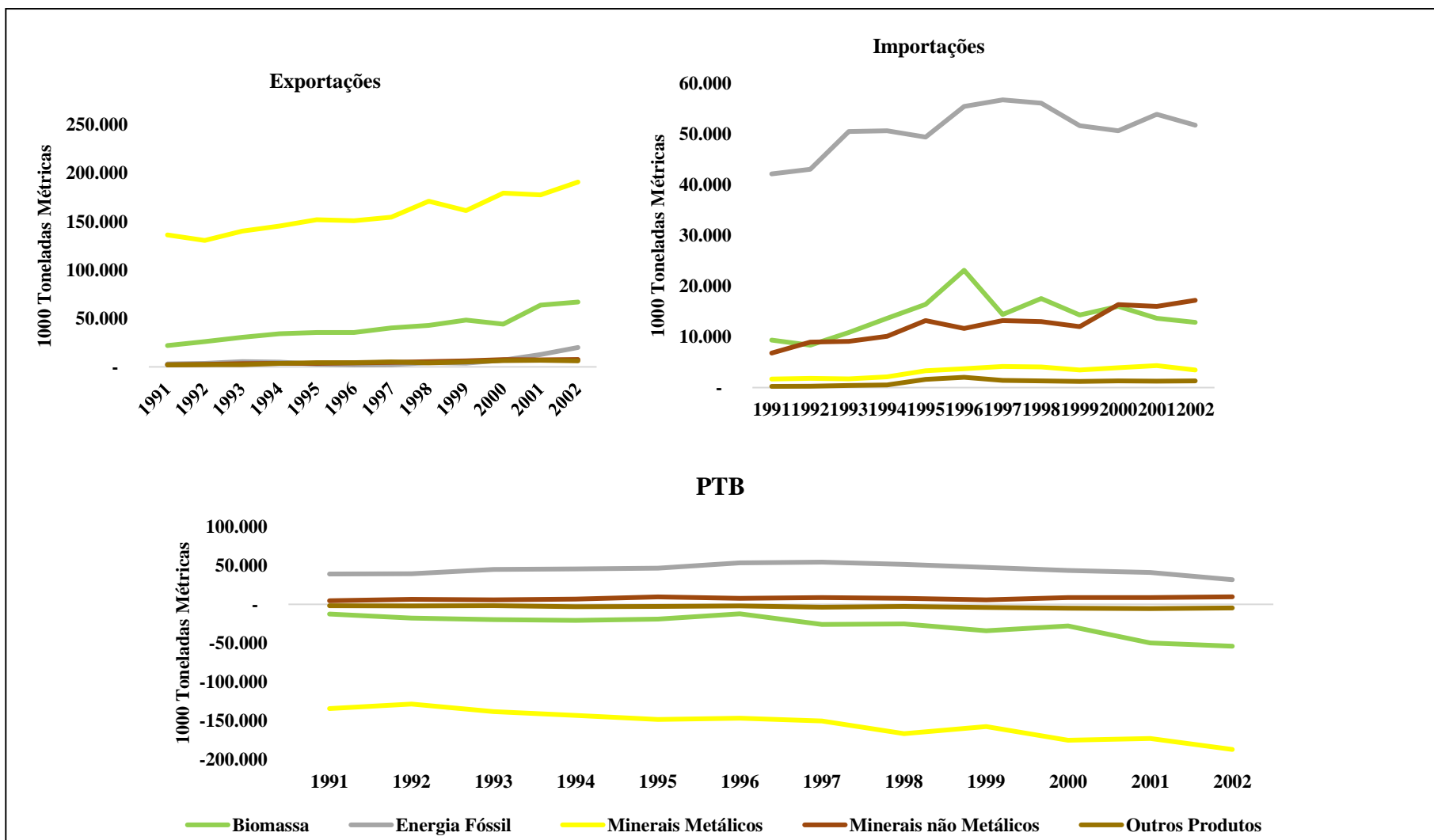


Fonte:

Elaboração própria, a partir dos dados levantados na pesquisa.

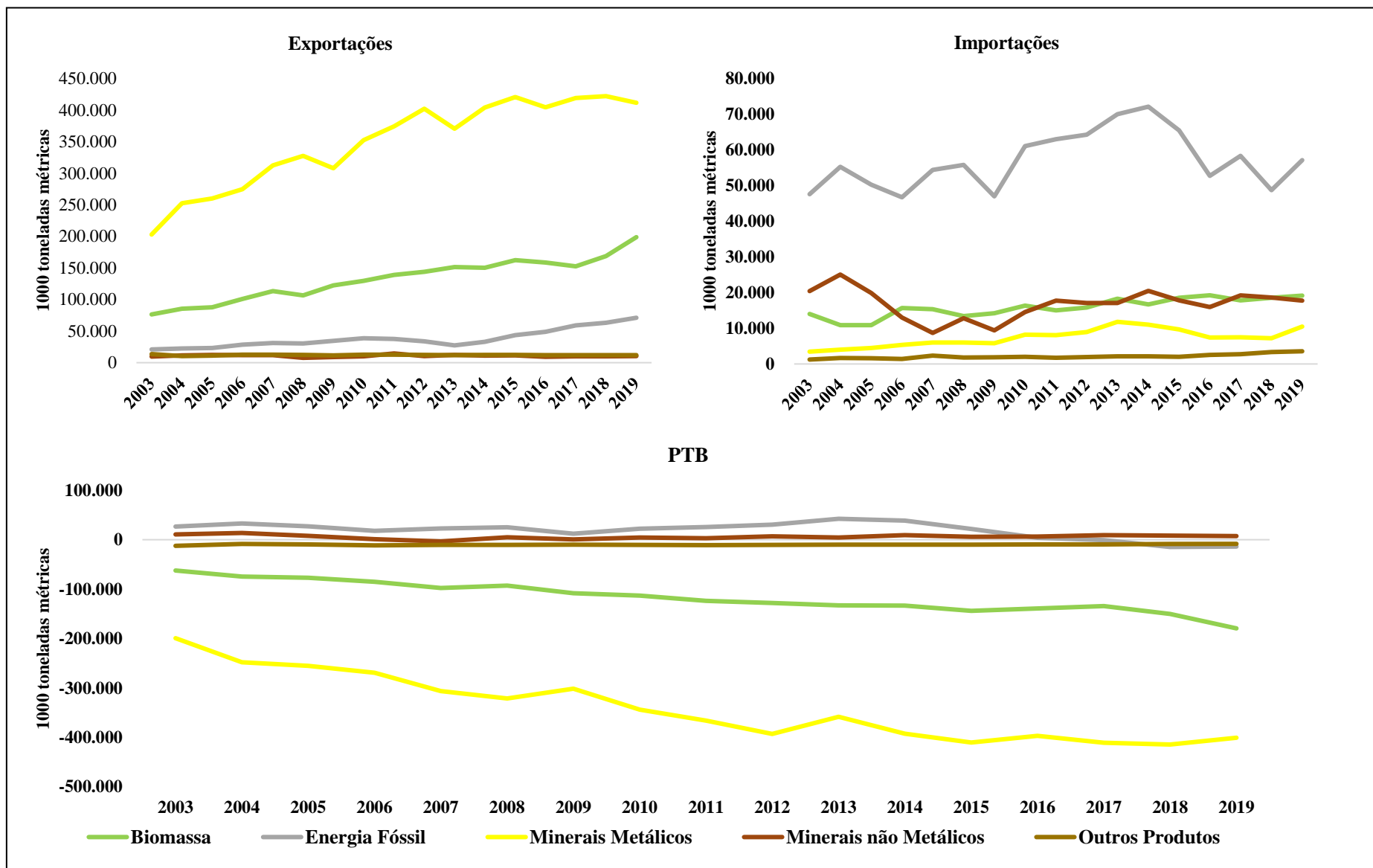
**Anexo 3. Importações, exportações e PTB por categorias de materiais em 1000 toneladas métricas: Brasil, 1991-2002.**





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

Anexo 4. Importações, exportações e PTB por categorias de materiais em 1000 toneladas métricas: Brasil, 2003-2019.



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