

Padrões sociometabólicos, vulnerabilidade climática e comércio ecologicamente desigual na América Latina

Projeto de Pesquisa - Bolsa de Produtividade em Pesquisa do CNPq

Daniel Caixeta Andrade (2026-2029)

Apresentação

As mudanças climáticas constituem um desafio estrutural ao desenvolvimento econômico, com efeitos sobre a produção, a infraestrutura, o comércio e a estabilidade macroeconômica. Na América Latina, esses efeitos se combinam com estruturas produtivas especializadas na exploração e exportação de recursos naturais, intensivas no uso de materiais e energia.

O projeto investiga Brasil, Argentina, México, Chile e Colômbia, economias que ocupam posição central nos fluxos regionais de materiais, energia e comércio. A análise parte da Economia Ecológica e do estruturalismo latino-americano para compreender como padrões sociometabólicos, vulnerabilidade climática e inserção externa se articulam e condicionam as possibilidades de transição ecológica.

A hipótese norteadora é que estruturas produtivas especializadas e padrões de uso de recursos intensivos em materiais e energia estão associados a maior vulnerabilidade climática física e econômica. Além disso, esses padrões podem apresentar elevada persistência e ajuste lento, configurando um lock-in sociometabólico reforçado por uma inserção comercial historicamente marcada por exportações com alto conteúdo material e energético.

A pesquisa está vinculada ao Grupo de Estudos em Macroeconomia Ecológica - GEMAECO e articulada ao projeto CNPq “Macroeconomia ecológica para países em desenvolvimento: dinâmica econômica e meio ambiente na América Latina”. Essa convergência fortalece uma agenda empírica dedicada às relações entre desenvolvimento, estrutura produtiva e restrições ambientais na região.

Problema de pesquisa:

De que forma os padrões sociometabólicos de uso de materiais e energia, a vulnerabilidade climática e a inserção comercial internacional - especialmente no que se refere ao conteúdo material e energético do comércio - se articulam para produzir e reproduzir barreiras estruturais que tornam a transição ecológica mais difícil nos países da América Latina?

Objetivo geral:

Analisar a associação entre padrões sociometabólicos, vulnerabilidade climática e inserção comercial na América Latina, investigando de que maneira estruturas produtivas intensivas em recursos naturais e a participação assimétrica nos fluxos internacionais de comércio contribuem para a persistência desses padrões e para a formação de mecanismos de dependência e rigidez estrutural (*lock-in* sociometabólico), que podem reforçar a vulnerabilidade ecológica e econômica da região diante da emergência climática e dificultar a transição ecológica dessas economias.

Objetivos específicos

- Caracterizar e comparar os padrões sociometabólicos dos países selecionados, com base em indicadores de uso de materiais e energia, e avaliar a existência de sinais de desacoplamento entre crescimento econômico e pressão ambiental.
- Sistematizar e comparar indicadores de vulnerabilidade climática, considerando exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa.
- Investigar se economias com maior intensidade material e energética tendem a apresentar níveis mais elevados de vulnerabilidade climática física e econômica.
- Analisar a inserção comercial dos países selecionados por meio de indicadores de intensidade material das exportações e importações.
- Examinar se a persistência de padrões sociometabólicos e comerciais está associada a mecanismos de *lock-in* estrutural que limitam mudanças na estrutura produtiva e na inserção internacional.
- Consolidar no GEMAECO uma linha de pesquisa aplicada à América Latina e contribuir para a formação de estudantes e a ampliação da cooperação científica nacional e internacional.

Metodologia:

A pesquisa será desenvolvida em três etapas analíticas interligadas, correspondentes aos três artigos científicos previstos como principais produtos, além de atividades transversais de divulgação e interlocução científica.

Etapa 1 - Padrões sociometabólicos. Será aplicada a Análise de Fluxos de Materiais para construir indicadores de extração doméstica, consumo doméstico, intensidade material, uso de energia e desempenho relativo do uso de recursos. Serão utilizadas principalmente a *Global Material Flows Database* do UNEP International Resource Panel, o *World Development Indicators*, bases da CEPAL e fontes nacionais oficiais. As séries permitirão comparar trajetórias, heterogeneidades estruturais e possíveis sinais de desacoplamento.

Etapa 2 - Padrões sociometabólicos e vulnerabilidade climática. Os indicadores da primeira etapa serão integrados a métricas de exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa, provenientes especialmente do ND-GAIN *Country Index* e do INFORM *Risk Index*. Inicialmente serão examinadas associações e heterogeneidades entre países. Em seguida, serão estimados modelos econométricos com dados em painel, incorporando controles como renda per capita, estrutura produtiva, urbanização e abertura comercial.

Etapa 3 - Sociometabolismo e comércio ecologicamente desigual. Serão construídas séries de exportações e importações físicas e monetárias, a Balança Biofísica do Comércio e indicadores de intensidade material das exportações e importações, preferencialmente em equivalentes de matérias-primas. A razão entre essas intensidades permitirá identificar trajetórias de aprofundamento ou redução das assimetrias materiais das trocas internacionais.

Os exercícios estatísticos e econométricos terão caráter predominantemente exploratório e explicativo. O objetivo é identificar regularidades empíricas, heterogeneidades, persistências e indícios de dependência de trajetória, sem pressupor relações causais estritas. Ao longo das três etapas serão realizadas atividades de apresentação, discussão e divulgação dos resultados.

Principais resultados esperados:

A pesquisa deverá produzir evidências empíricas e analíticas sobre as relações entre metabolismo social, vulnerabilidade climática e inserção comercial, contribuindo para compreender as barreiras estruturais à transição ecológica na América Latina. Entre os principais resultados esperados, destacam-se:

- produção de três artigos científicos, dedicados aos padrões sociometabólicos, à relação entre sociometabolismo e vulnerabilidade climática e às assimetrias materiais do comércio internacional;
- construção e sistematização de indicadores comparáveis para Brasil, Argentina, México, Chile e Colômbia;
- identificação de trajetórias de desacoplamento, dependência material, vulnerabilidade climática e assimetria ecológica das trocas internacionais;
- formação de estudantes de iniciação científica, mestrado e doutorado vinculados às diferentes etapas da pesquisa;
- realização de seminário interinstitucional do GEMAECO e divulgação dos resultados em congressos nacionais e internacionais;
- organização de um boletim temático da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica sobre macroeconomia ecológica, desenvolvimento e restrições ambientais;
- fortalecimento de redes nacionais e internacionais de pesquisa e da articulação com projetos financiados pelo CNPq.

Contribuição da pesquisa:

Ao combinar indicadores biofísicos, vulnerabilidade climática e comércio internacional, o projeto busca oferecer uma interpretação integrada das restrições que condicionam o desenvolvimento e a transição ecológica latino-americana. Sua contribuição consiste em aproximar a macroeconomia ecológica do debate estruturalista regional, produzindo evidências sobre como padrões produtivos e comerciais intensivos em recursos naturais podem reforçar vulnerabilidades climáticas e mecanismos de dependência de trajetória.

Contato

Daniel Caixeta Andrade

Professor do Instituto de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Uberlândia - IERI-UFU. Vice-líder do Grupo de Estudos em Macroeconomia Ecológica – GEMAECO. E-mail: daniel.andrade@ufu.br