

O desenvolvimento financeiro afeta a degradação ambiental? Evidências para o Brasil no período 1978-2020

Does Financial Development Affect Environmental Degradation? Evidence for Brazil in the Period 1978-2020

Luiz Henrique Bispo Santos ⁽¹⁾

Daniel Caixeta Andrade ⁽²⁾

⁽¹⁾ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

⁽²⁾ Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Abstract

Several researches have focused on possible correlations between the development of the financial sector and economic growth. However, it is observed that these studies repeatedly ignore the environmental aspects of the issue, so the objective here is to fill this gap. To this end, this paper specifies ARDL models for the period 1978-2020, aiming to investigate the relationship between the development of the financial sector and environmental degradation in Brazil. A financial development index was constructed and then incorporated as an explanatory variable into the models. As a result, the development of the national financial sector worsens environmental quality in Brazil, increasing carbon dioxide emissions and reducing the country's natural capital stock. These results may be linked to the still low participation of green credit in the total credit allocated to the Brazilian economy, indicating a possible pro-carbon bias in the national financial sector.

Keywords

environmental degradation, financial development index, ARDL model.

JEL Codes Q50, Q59, G00.

Resumo

Muitas pesquisas têm se debruçado sobre as possíveis correlações entre desenvolvimento do setor financeiro e crescimento econômico. Entretanto, observa-se que essas pesquisas recorrentemente ignoram os aspectos ambientais da questão, de modo que o objetivo aqui é preencher essa lacuna. Para tanto, o estudo especifica modelos ARDL para o período 1978-2020, objetivando averiguar a relação entre o desenvolvimento do setor financeiro e a degradação ambiental no Brasil. Construiu-se um índice de desenvolvimento financeiro para, em seguida, incorporá-lo como variável explicativa aos modelos. Como resultados encontra-se que o desenvolvimento do setor financeiro nacional piora a qualidade ambiental no Brasil, aumentando as emissões de dióxido de carbono e reduzindo o estoque de capital natural do país. Esses resultados podem estar ligados a uma ainda baixa participação do crédito verde no total de crédito alocado na economia brasileira e a um possível viés pró-carbono do setor financeiro nacional.

Palavras-chave

degradação ambiental, índice de desenvolvimento do setor financeiro, modelo ARDL.

Códigos JEL Q50, Q59, G00.

1 Introdução

O objetivo deste estudo é trazer uma contribuição empírica ao debate sobre sistema financeiro e sustentabilidade por meio de um modelo econométrico que identificará uma possível correlação entre o desenvolvimento do setor financeiro e a degradação ambiental no Brasil no período de 1978 a 2020. Pois, por muito tempo, o debate ambiental esteve quase que completamente interessado no lado produtivo da economia, deixando em segundo plano os elementos monetários e financeiros. Como objetivo específico, aponta-se ainda, a construção de um indicador de desenvolvimento financeiro no Brasil, o que será feito a partir de uma técnica da estatística multivariada conhecida como Análise dos Componentes Principais (ACP).

Já está bastante claro que “o desenvolvimento do sistema financeiro exerce um efeito positivo sobre a trajetória das taxas de crescimento econômico, especialmente pela capacidade de estimular os níveis de produto e emprego dos diversos países” (Fialho *et al.*, 2016, p. 2). Dessa forma, um sistema financeiro desenvolvido pode impulsionar o crescimento econômico devido ao seu poder de mobilizar os estoques de poupança, alocar recursos de forma eficiente, gerar conteúdo informacional sobre agentes e atividades econômicas envolvidos nessas transações, diversificar os riscos, facilitar transações comerciais de bens e serviços e, é claro, fornecer crédito a projetos de investimento (Ladvocat; Ferreira, 2015).

Qualquer projeto de investimento depende de recursos necessários para sua implementação e, em sistemas financeiros desenvolvidos, a necessidade de acumulação de poupança prévia para financiá-lo é dispensável, pois os bancos são capazes de financiar a produção através dos passivos que emitem, ou seja, crédito (Freitas, 1999). O desenvolvimento financeiro, no entanto, precisa estar atrelado à criação de um sistema funcional, isto é, um sistema que satisfaça a demanda por crédito sem promover instabilidades (Paula, 2013).¹

Chick (1986) descreve a evolução do sistema bancário de maneira estilizada em cinco estágios. No primeiro estágio, os bancos comerciais eram pequenos, numerosos, geograficamente semi-isolados e dependentes de

.....
1 Se por um lado, os bancos são a força dinâmica da produção capitalista por provisionarem o crédito necessário ao início da produção, por outro, eles também são uma força desestabilizadora, já que rotineiramente operam alavancados, emprestando mais dinheiro do que de fato possuem. Ver Paula (2013) e Freitas (1999).

depósitos para a formação de reservas, pois de suas reservas derivava a capacidade de conceder empréstimos. No segundo, a confiança do público no sistema bancário já está consolidada e o número e o tamanho dos bancos são maiores. No terceiro, bancos com excesso de reservas já emprestam dinheiro que não possuem e seus depósitos se tornam meios de pagamento, desenvolvendo mecanismos interbancários de empréstimos, o que fortalece o sistema. No quarto, a figura do prestador de último recurso já está firmemente estabelecida e os bancos centrais assumem a responsabilidade de manter a estabilidade do sistema; as reservas deixam de ser uma restrição a novos empréstimos. No quinto estágio, o mercado financeiro está completamente diferenciado do mercado de bens e a variação da oferta de empréstimos é o que determina a variação dos depósitos, a questão central não é mais a liquidez, e sim a solvência do sistema de pagamentos.

Zysman (1983) salienta que sistemas financeiros desenvolvidos são predominantemente baseados em mercados de capitais, o que permite a disseminação de instrumentos financeiros de longo prazo, o fortalecimento de instituições financeiras privadas e maior autonomia às empresas. Ao mesmo tempo, sistemas financeiros subdesenvolvidos são baseados em crédito, mais dependentes do setor bancário para financiar a produção doméstica e possuem um mercado de capitais mais incipiente. Studart (1993) pontua ainda que o desenvolvimento dos sistemas financeiros traz vantagens que vão além da mera alocação de recursos poupados, pois a capacidade de alavancagem permite uma taxa de crescimento do produto superior àquela que se conseguiria apenas acumulando poupança prévia.

Entretanto, sistemas financeiros não são ambientalmente neutros e podem apresentar um viés pró-carbono no direcionamento de crédito, denotado pelos gigantescos volumes de recursos que alimentam atividades intensivas em carbono, ao passo que as atividades da economia verde permanecem subfinanciadas (Schoenmaker, 2021). Santos e Andrade (2023), por exemplo, documentam que, logo após a assinatura do Acordo de Paris,² bancos privados – norte-americanos e europeus em sua maioria – concederam empréstimos para projetos de investimentos que estão sendo chamados de “bombas de carbono”, devido ao seu alto potencial de produ-

.....
 2 Um tratado firmado em âmbito de cooperação internacional com vistas à redução do volume de emissões responsáveis pelo efeito estufa, tendo como meta limitar o aquecimento médio da temperatura da Terra abaixo de 2 °C acima dos níveis pré-industriais até o final do século.

zir gigatoneladas de dióxido de carbono (CO₂), assim que implementados. E Hong *et al.* (2019) evidenciam a ineficiência do mercado acionário em reagir à possibilidade de alteração dos riscos climáticos, incorporando nos preços dos ativos as consequências de eventos climáticos extremos, como secas e estiagens prolongadas.

Contudo, esse viés pró-carbono tem sido pouco considerado, sobretudo no Brasil, onde, até o presente momento, praticamente inexistem trabalhos questionando se o desenvolvimento do sistema financeiro afeta a degradação ambiental. Responder a essa pergunta é o propósito deste artigo e para isso serão utilizados Modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas (na sigla ARDL – *AutoRegressive Distributed Lag*), cuja estimação ocorre em duas etapas. Na primeira, procura-se a existência de vetores de longo prazo usando técnicas de cointegração, e na segunda, encontra-se a velocidade de ajustamento do modelo para um equilíbrio ao longo do tempo (Pesaran; Shin, 1999).

Os dados utilizados possuem periodização anual, entre 1978 e 2020. O intervalo foi selecionado seguindo o critério de disponibilidade de dados e está dentro do intervalo comumente utilizado em trabalhos sobre o tema. Trata-se, portanto, de um período representativo o suficiente para a utilização do método de estimação dos modelos ARDL, durante o qual a economia brasileira passou por uma série de transformações, resumidas no Quadro 1.

Quadro 1 Principais características da economia brasileira entre 1970-2020

Subperíodo	Principais características do subperíodo	Taxa real do crescimento do PIB <i>per capita</i>
1970-1979	Considerada a última tentativa de industrializar a economia brasileira sob a filosofia do nacional-desenvolvimentismo, nessa década houve um verdadeiro <i>boom</i> de crescimento entre 1968 e 1973 (também conhecido como o “milagre econômico brasileiro”). De 1975 a 1979, foi executado o II Plano de Desenvolvimento Nacional (PND). Em todo o período houve um governo militar autoritário.	5,8

(continua)

Quadro 1 (continuação)

Subperíodo	Principais características do subperíodo	Taxa real do crescimento do PIB <i>per capita</i>
1980-1989	A chamada “década perdida” para a economia brasileira. Nessa década houve a “crise da dívida” e a “crise do Estado”. O Estado brasileiro perdeu a capacidade de conduzir a política de substituição de importações. As altas taxas de inflação (próximas à hiperinflação) e a instabilidade monetária foram características recorrentes ao longo dessa década. No final da década de 1980, houve deterioração na distribuição de renda em decorrência da inflação elevada.	0.1
1990-1999	Esse período é mais conhecido como a “década da estabilidade”. Em 1994, o Plano Real finalmente derrotou a inflação. Foram implementadas políticas de cunho liberal que envolveram uma onda de privatizações de bens públicos. Apesar da estabilidade monetária, o desempenho econômico foi fraco. Em 1999 houve uma crise econômica que provocou a flutuação da taxa de câmbio e a adoção do regime de metas de inflação.	0.8
2000-2009	Um partido político de orientação social subiu ao poder. No entanto, as políticas macroeconômicas permaneceram inalteradas, embora tenham sido conjugadas com políticas sociais destinadas a reduzir a desigualdade de rendimentos e a aumentar as oportunidades educacionais. O principal impulso econômico dessa década foi o aumento do consumo e a expansão do crédito. A economia brasileira também se beneficiou da bonança econômica mundial (altos preços das <i>commodities</i>) até a crise financeira de 2008.	2.5
2010-2019	Atravessada por grande instabilidade política e social, a década assistiu ao conjunto de eventos que expuseram insatisfação popular no que ficou conhecido como Jornadas de Junho de 2013. Muitas das empresas conhecidas como campeãs nacionais foram arrastadas para escândalos de corrupção. Houve o <i>impeachment</i> da presidente Dilma, o que culminou na substituição da política econômica vigente pelo projeto Ponte para o Futuro, que congregava as reformas trabalhista e previdenciária e a Emenda Constitucional 95 (teto de gastos).	0.2

Fonte: Elaboração própria, com dados do WDI (2020).

A hipótese que orienta este estudo é de que o desenvolvimento do setor financeiro no Brasil implica maior degradação ambiental. O raciocínio que embasa essa hipótese é simples: maior desenvolvimento financeiro amplia o número de projetos financiados, elevando o nível do produto da economia que, conseqüentemente, eleva a pressão ambiental, seja por demandar mais recursos naturais nesse processo, seja por devolver mais resíduos aos

ecossistemas. Hipóteses semelhantes orientaram os estudos de Boutabba (2014), Shahbaz *et al.* (2020) e Oyinlola (2020).

Há forte correlação entre crescimento econômico e degradação ambiental. Nos últimos anos o Produto Interno Bruto (PIB) global cresceu exponencialmente, partindo de cerca de 20 trilhões de dólares em 1970 e chegando a quase 120 trilhões de dólares em 2019. Em 1970, o mundo todo emitiu cerca de 4 milhões de toneladas de carbono, já em 2019 essas emissões superaram a marca de 10 milhões de toneladas, o que culminou no aumento da temperatura global em torno de 1°C acima da média da temperatura no século XX. Estima-se que, devido à piora das condições ambientais, nos próximos anos pelo menos 3,3 bilhões de pessoas estarão altamente vulneráveis às mudanças climáticas e 15 vezes mais propensas a morrer por condições climáticas extremas (Alves, 2022).

Carvalho e Almeida (2010) estimaram a relação entre crescimento econômico e degradação ambiental (curva de Kuznets ambiental³) para o planeta Terra e perceberam um formato de “N” invertido. Isto é, em um primeiro momento mais crescimento econômico significa maior degradação ambiental, enquanto no período seguinte a relação se tornar inversa, assim mais crescimento vem acompanhado de menor degradação, para no período seguinte a relação voltar a se inverter, de modo que mais crescimento implica mais degradação. Oliveira *et al.* (2011) encontraram o mesmo formato de “N” invertido ao estimarem a correlação entre crescimento econômico e desmatamento para os municípios da Amazônia Legal. E Rosa (2022), analisando a relação entre emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) e renda *per capita* para os 27 estados brasileiros, concluiu que conforme crescem os estados aumentam suas emissões.

Além dessa breve introdução, o artigo ainda contém uma revisão de literatura, apresentada a seguir, onde estão elencados os trabalhos que inspiraram e serviram de guia para este artigo. Na seção 3 está explicitada a metodologia utilizada, e na seção 4, os resultados encontrados. E, por fim, as considerações finais.

.....
3 A hipótese da curva de Kuznets ambiental sugere a existência de uma relação crescente e positiva entre degradação ambiental e a renda *per capita*. No entanto, ao alcançar padrões tecnológicos mais sofisticados que implementem mudanças na estrutura produtiva de modo a torná-la ambientalmente mais sustentável, a pressão ambiental diminuiria, a despeito de mais crescimento econômico, formando uma curva com formato de “U” invertido no plano entre degradação ambiental no eixo das ordenadas, e crescimento econômico no eixo das abscissas. Ver Rosa (2022), Oliveira *et al.* (2011) e Carvalho e Almeida (2010).

2 Revisão de literatura

Muitos estudos têm explorado o nexos entre desenvolvimento do setor financeiro e degradação ambiental para vários países, ou conjunto de países, utilizando metodologias econométricas diversas. A seguir, estão elencados alguns deles.

Para a Índia, foi desenvolvido um estudo para examinar a possível existência de uma relação causal entre emissões de CO₂, desenvolvimento financeiro, crescimento econômico, consumo de energia e abertura comercial, utilizando, para esse fim, um modelo ARDL. O estudo considerou como indicador de desenvolvimento financeiro o valor total do crédito doméstico para o setor privado como proporção do PIB. Os resultados sugerem possível relação causal positiva de longo prazo entre emissões de carbono e o desenvolvimento financeiro, ou seja, o desenvolvimento financeiro piora a degradação ambiental. Apontou, também, possível causalidade unidirecional de longo prazo do desenvolvimento financeiro às emissões de carbono e ao uso de energia. Tais evidências indicam que o sistema financeiro indiano deveria reconsiderar os requisitos ambientais em suas operações, uma vez que este é um tema sensível para o país, que teve uma industrialização tardia e possui o segundo maior contingente populacional do mundo (Boutabba, 2014).

Para os signatários do Protocolo de Kyoto (21 países no total) utilizou-se o método de estimação dos momentos generalizados (mais conhecido pela sigla GMM, do inglês, *generalized method of moments*) com dados em painel durante o período de 1970-2016. Os resultados revelaram uma relação em U invertido entre a renda e a degradação ambiental no longo prazo, enquanto o desenvolvimento do sistema financeiro influenciou negativamente a degradação ambiental, isto é, o desenvolvimento financeiro reduziu a degradação ambiental, demonstrando que o sistema financeiro tem potencial para ser usado como uma ferramenta para o desenvolvimento de formas de produção sustentáveis a partir de reformas financeiras. Os testes de causalidade confirmam uma relação bidirecional entre desenvolvimento financeiro, emissões de CO₂, renda, abertura comercial e urbanização no curto prazo. Os signatários do Protocolo já estão atentos a suas responsabilidades ambientais e se comprometeram a implementar reformas, inclusive financeiras, para controlar as mudanças climáticas (Nazir *et al.*, 2018).

Para a América Latina, foi especificado um modelo de regressão com dados em painel pelo método dos mínimos quadrados generalizados, *Generalized Least Squares* (GLS), para o período de 1999 a 2014. Como *proxy* de desenvolvimento financeiro foi utilizado o Investimento Direto Estrangeiro (IDE), e os resultados indicaram possível relação entre degradação ambiental e desenvolvimento econômico no formato de “N” invertido. Além disso, o valor agregado das indústrias possuiu relação diretamente proporcional com a quantidade de CO₂ emitido. O estudo também apontou que as variáveis produção e consumo de eletricidade têm relação positiva com a degradação ambiental, reforçando a importância da adoção de fontes renováveis na América Latina. Em 2015, a região foi a responsável direta por 10% das emissões globais de CO₂, liderada pelo Brasil que emite, em média, 1,488 bilhão de toneladas todos os anos (Sales, 2018).

Para a China, questionou-se o quanto o desenvolvimento financeiro contribui para o fomento da energia renovável e a modernização de sua estrutura energética. Para tanto, utilizou-se um Vetor Autorregressivo (VAR) para o período de 1992 a 2013, no qual as variáveis de cunho financeiro são: entradas de investimento estrangeiro direto (% do PIB), capitalização de empresas nacionais cotadas em bolsa (% do PIB) e crédito doméstico fornecido pelo setor financeiro (% do PIB). Como conclusão obteve-se que o desenvolvimento financeiro contribui significativamente para mudar a estrutura de energia na China, participando com 42,42% dessa mudança. Esses resultados são promissores, já que China e Estados Unidos, juntos, são responsáveis por cerca de 30% das emissões globais de GEE, sendo a produção energética de base fóssil uma das maiores responsáveis por esse número (Ji; Zhang, 2019).

Para o Paquistão, averiguaram-se as relações entre qualidade institucional, abertura comercial, desenvolvimento financeiro e degradação ambiental no intervalo de 1996 a 2018 utilizando um modelo ARDL e sua variação NARDL (*Non-Linear Auto Regressive Distributive Lag Model*). Para definir desenvolvimento financeiro, o estudo construiu um índice utilizando a ACP com as seguintes variáveis: passivos líquidos como % do PIB, oferta de moeda como % do PIB e crédito privado doméstico para o setor bancário como % do PIB. Como conclusão encontrou-se significativa associação positiva de longo prazo entre qualidade institucional, desenvolvimento financeiro e degradação ambiental. Esse estudo sugere que a qualidade

das instituições, o desenvolvimento financeiro e a abertura comercial são relevantes para melhorar a qualidade do ambiente. Apesar de ser um dos países que menos emitem CO₂ no mundo, o Paquistão é um dos que mais sofrem com a mudança climática, já que eventos extremos têm custado, em média, 2,8 bilhões de dólares pra a economia paquistanesa todos os anos (Ahmed *et al.*, 2020).

Para os Emirados Árabes Unidos, o nexu entre desenvolvimento do sistema financeiro e a degradação ambiental foi avaliado no intervalo de 1975 a 2014. O estudo se vale de testes de cointegração e de causalidade para estabelecer a relação entre variáveis financeiras e emissões de CO₂ e conclui que o desenvolvimento do setor financeiro aumenta o volume de emissões. Os autores criaram um índice de desenvolvimento financeiro a partir da ACP usando cinco indicadores: crédito doméstico real para o setor privado, passivos líquidos, crédito interno fornecido pelo setor financeiro, capitalização de empresas cotadas em bolsa e valor total das ações negociadas no mercado de ações. O estudo também encontra uma relação de U e N invertidos entre desenvolvimento financeiro e emissões. O país adotou uma Agenda Verde, composta por um conjunto de políticas que visa aumentar o produto e as exportações do país, ao mesmo tempo que reduz as emissões até 2030 (Shahbaz *et al.*, 2020).

Para a Nigéria, buscou-se entender se o desenvolvimento do setor financeiro implicou aumento no consumo de energia entre 1981 e 2018, utilizando um modelo ARDL para estimar os impactos de curto e de longo prazo do desenvolvimento financeiro sobre o consumo energético. As variáveis financeiras consideradas no estudo foram: crédito doméstico ao setor privado por bancos como proporção do PIB, moeda ampla (M2) como proporção do PIB, e capitalização no mercado acionário em relação ao PIB. As conclusões apontam que conforme o setor financeiro se desenvolve, o consumo de energia da economia nigeriana aumenta, demonstrando a urgência de o país adotar fontes sustentáveis de produção energética. A Nigéria tem passado por fornecimento insuficiente de eletricidade, de modo que não é incomum regiões do país ainda estarem sem eletrificação. Parte dessas necessidades energéticas tem sido suprida através da importação de petróleo (Oyinlola, 2020).

O Quadro 2 sumariza a revisão de literatura realizada.

Quadro 2 Estudos sobre o nexos entre degradação ambiental (DA) e desenvolvimento financeiro (DF)

Autores	Período	Unidade amostral	Variável dependente	Variáveis independentes	Conclusões
Bouttaba, 2014	1971-2008	Índia	Emissões de CO ₂	DF* = crédito total do setor privado como % do PIB; PIB; consumo de energia; abertura comercial. *DF = desenvolvimento financeiro.	DF possui impactos positivos sobre a degradação ambiental (ou seja, DF aumenta degradação), a causalidade de Granger indica que, no longo prazo, DF implica mais degradação.
Nazir et al., 2018	1970-2016	21 países do anexo do Protocolo de Kyoto	Emissões de CO ₂	DF = crédito total do setor privado como % do PIB; Abertura comercial; urbanização; PIB.	O desenvolvimento financeiro tem uma influência negativa no longo prazo nas emissões de CO ₂ , indicando que o desenvolvimento financeiro reduz a degradação ambiental.
Sales, 2018	1999-2014	América Latina	Emissões de CO ₂	DF = IDE; produção de eletricidade <i>per capita</i> ; eletricidade consumida; eletricidade importada; PIB; valor agregado da indústria.	Há uma relação negativa entre DF e degradação na América Latina.
Ji; Zhang, 2019	1992-2013	China	Consumo de energia renovável como % de consumo de energia total	DF são três variáveis: crédito total do setor privado como % do PIB, capitalização de mercado das companhias listadas em bolsa e IDE; preço do barril de petróleo; PIB <i>per capita</i> ; emissões totais de CO ₂ .	O DF contribui significativamente para mudar a estrutura de energia na China, contribuindo com 42,42% dessa mudança.
Ahmed et al., 2020	1996-2018	Paquistão	Emissões de CO ₂	DF = índice construído a partir de crédito total do setor privado como % do PIB, oferta monetária e capacidade de liquidez (análise do componente principal); qualidade institucional; abertura comercial.	O estudo sugere que a qualidade das instituições, DF e a abertura comercial são necessárias para melhorar a qualidade do meio ambiente.
Shahbaz et al., 2020	1975-2014	Emirados Árabes	Emissões de CO ₂	DF = índice construído a partir de crédito total do setor privado como % do PIB, capitalização no mercado de ações, M2, volume negociado no mercado de ações (análise do componente principal); globalização; consumo de energia; PIB.	Há cointegração entre DF e emissões. Foi encontrada uma relação de U invertido e N invertido entre as variáveis.

(continua)

Quadro 2 (continuação)

Autores	Período	Unidade amostral	Variável dependente	Variáveis independentes	Conclusões
Oyinlola, 2020	1981-2018	Nigéria	Consumo de energia	DF são três variáveis: crédito total do setor privado como % do PIB, M2 como % do PIB e capitalização de mercado sobre PIB; PIB; formação bruta de capital fixo; população.	O DF tem impacto positivo sobre o consumo de energia.

Fonte: Elaboração própria.

Avaliando os resultados dos estudos elencados, percebe-se que muitos deles encontraram relação positiva entre desenvolvimento do setor financeiro e degradação ambiental (Boutabba, 2014; Shahbaz *et al.*, 2020; Oyinlola, 2020). Talvez esses resultados sejam explicados pela forte correlação entre desenvolvimento do setor financeiro e crescimento econômico, nesse caso o desenvolvimento do setor financeiro funcionaria como uma boa *proxy* do crescimento econômico. Calderón e Liu (2003) analisaram essas correlações para um conjunto de 109 países desenvolvidos e em desenvolvimento no período de 1960 a 1994. Os autores encontraram evidências robustas de que o desenvolvimento financeiro geralmente leva a um nível maior de produto gerado, bem como a uma velocidade maior nas taxas de crescimento econômico, principalmente em países em desenvolvimento, com repercussões positivas sobre a produtividade da economia.

No entanto, chamam a atenção os estudos que demonstraram o contrário. O estudo sobre os países signatários do Protocolo de Kyoto (Nazir *et al.*, 2018) demonstra que a expansão do sistema financeiro reduz, no longo prazo, as emissões de CO₂. A amostra dessa pesquisa é composta por países comprometidos em encaminhar soluções para o problema da mudança climática global, logo é possível que eles estejam aderindo a mudanças no direcionamento de seus setores financeiros que privilegiam a construção de um novo modelo de produção e consumo ambientalmente sustentável, o que justificaria tais resultados. Raciocínio similar se aplica ao estudo sobre a China (Ji; Zhang, 2019), ao concluir que o desenvolvimento do setor financeiro chinês melhora a variável de qualidade ambiental. A China, a despeito de figurar no grupo dos maiores poluidores do globo, tem se comprometido internacionalmente com metas ambiciosas,

como zerar as emissões de CO₂ até 2030, além de incluir metas de investimentos na área ambiental em seus planos quinquenais.

Outro ponto notório é a ausência de estudos para o Brasil, o que configura uma lacuna a ser preenchida. Afinal, qual o impacto ambiental do desenvolvimento financeiro no Brasil? As pesquisas sobre a realidade brasileira têm ignorado os aspectos ambientais. Marques Jr. e Porto Jr. (2004), Missio *et al.* (2015), Matos (2002), Rocha e Nakane (2007), Rocha e Souza (2018), Pessoa *et al.* (2019), Nyasha e Odhiambo (2017) e Ribeiro (2021) procuraram por uma possível correlação entre desenvolvimento do sistema financeiro e crescimento econômico para o Brasil, mas nenhum deles considerou variáveis ambientais.

3 Estratégia metodológica

A estratégia empírica seguirá os seguintes passos: a) inicialmente, será calculado um índice de desenvolvimento financeiro por meio da Análise dos Componentes Principais (ACP); b) em seguida, serão construídos dois modelos econométricos para examinar as relações entre desenvolvimento financeiro e degradação ambiental no Brasil.

3.1 A construção do índice de desenvolvimento financeiro

A ACP é uma técnica da estatística multivariada, desenvolvida originalmente por Pearson (1901). Consiste na transformação linear de um conjunto de variáveis correlacionadas entre si em outro conjunto substancialmente menor de variáveis sem correlação entre si, mantendo, contudo, a maior parte da informação do conjunto original. Ou seja, a ACP é uma técnica que reduz uma massa original de dados originando um novo conjunto de variáveis conhecidas como componentes principais, com a menor perda de informação possível, de modo que cada componente principal é uma combinação linear de todas as variáveis principais e independentes entre si (Manly; Alberto, 2016; Johnson; Wichern, 1998; Ferreira, 2011; Hongyu *et al.*, 2016).

O objetivo da ACP é explicar a estrutura de variância e covariância de um vetor aleatório composto de p-variáveis aleatórias que será usado para obter p-componentes principais. Essa técnica pode ser utilizada

para a construção de índices por meio do agrupamento de dados segundo sua variância, representando seu comportamento dentro de um conjunto (Hongyu *et al.*, 2016). Conforme Manly e Alberto (2016), considerando p -variáveis, X_1, X_2, \dots, X_p , para n unidades amostrais, é possível combiná-las de modo a obter um índice Z , sendo Z o componente principal que descreve grande parte da variação no conjunto de dados das p -variáveis, e os autovetores, e λ , os autovalores.

$$Z_i = e_{i1}X_1 + e_{i2}X_2 + \dots + e_{ip}X_p \quad (1)$$

De acordo com Hongyu *et al.* (2016), a Equação 1 representa uma matriz das variáveis originais com médias $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_p$ e com variâncias $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \dots, \sigma_p$, e covariância entre i -ésima e k -ésima variável definida por σ_{ik} , sendo $i \neq k$. Logo, essas variáveis podem ser expressas em forma vetorial dada por: $X = [X_1, X_2, X_3, \dots, X_p]$, com um vetor de médias $\mu = [\mu_1, \mu_2, \mu_3, \dots, \mu_p]$. Assim, Σ é a matriz de covariância:

$$\Sigma = \begin{matrix} \sigma_{11}^2 & \dots & \sigma_{1p}^2 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1}^2 & \dots & \sigma_{nm}^2 \end{matrix}$$

A partir da matriz covariância são obtidos os autovetores e autovalores $(\lambda_1, e_1), (\lambda_2, e_2), \dots, (\lambda_p, e_p)$, onde $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_p$, e, com isso, o componente principal definido de modo que o número de componentes principais é igual ao número de variáveis (X), sendo $p = i$ (Manly; Alberto, 2016). A contribuição de cada componente principal (Z_i) para explicar a variabilidade dos dados é expressa em porcentagem. Em geral, é o primeiro componente principal, enquanto os últimos apresentam as menores capacidades explicativas (Hongyu *et al.*, 2016).

O Índice de Desenvolvimento Financeiro (DF) para o Brasil será obtido a partir de três variáveis: a) o segundo agregado monetário, que consiste na soma do papel moeda em poder do público, dos depósitos bancários à vista e dos depósitos a prazo (M2); b) o volume de crédito direcionado ao setor privado e; c) o volume financeiro negociado anualmente na bolsa de valores brasileira em dólares. Essas variáveis, descritas no Quadro 3, foram selecionadas devido à elevada frequência com que aparecem em trabalhos sobre o assunto.

Quadro 3 Variáveis usadas para a construção do índice de desenvolvimento financeiro

Variável	Descrição	Fonte
M2	Soma do papel moeda em poder do público, dos depósitos bancários à vista e dos depósitos a prazo.	IPEADATA
Volume de crédito ao setor privado	Recursos financeiros fornecidos pelo setor bancário, em dólares.	WDI – World Development Indicators
Volume negociado em bolsa	Volume de ativos, em dólares, negociado anualmente na Bovespa.	WDI – World Development Indicators

Fonte: Elaboração própria.

3.2 O modelo econométrico

Serão desenvolvidos dois modelos para verificar os nexos entre degradação ambiental e evolução do setor financeiro no Brasil. O primeiro modelo atencará para os efeitos do setor financeiro sobre a degradação ambiental. O segundo, por sua vez, versará sobre os efeitos do setor financeiro sobre a manutenção da sustentabilidade ambiental. As formas funcionais adotadas para eles serão:

$$\text{Modelo 1: } DA = f(DF, FBKF, DESMAT) \quad (2)$$

$$\text{Modelo 2: } SUSTENTAB = f(DF, ENERGIA, IDE, DESMAT) \quad (3)$$

onde *DA* (degradação ambiental) é a variável explicada (ou variável dependente/ endógena) no primeiro modelo. O indicador de degradação ambiental será, seguindo os estudos elencados na seção anterior, as emissões *per capita* de CO₂ no Brasil. No Modelo 2, a variável *SUSTENTAB* é uma *proxy* do estoque de capital natural do país. Seguindo Ahmed *et al.* (2020), será utilizada a poupança nacional ajustada por um critério ambiental, nesse caso, a poupança nacional ajustada pela depleção dos recursos naturais.

SUSTENTAB é a poupança nacional ajustada pela depleção dos recursos naturais é um indicador coletado na base de dados do Banco Mundial (Wdi, 2020), que mede a taxa real de poupança de uma economia depois de considerar o *quantum* de recursos naturais empregados no sistema

produtivo em dado momento do tempo. A variável visa estabelecer uma medida de sustentabilidade de uma economia aplicando metodologia das contas nacionais. Quanto maior o valor medido por esse indicador, maior será o volume de recursos naturais à disposição das gerações futuras, o que permitirá que elas usufruam desses recursos para aumentar seu próprio bem-estar, assim como as gerações passadas o fizeram. Nesse sentido, o indicador pode ser usado pelos formuladores de políticas comprometidas com o desenvolvimento sustentável.

As variáveis explicativas (independentes/exógenas) serão: *DF* é o índice de desenvolvimento financeiro construído na subseção anterior; *IDE* é o investimento direto estrangeiro⁴; *DESMAT* é uma variável referente ao desmatamento no Brasil; e *FBKF* é a formação bruta de capital fixo, uma variável de investimento, e representa o setor produtivo (real) da economia, um contraponto ao setor financeiro, enquanto a variável energia, seguindo Ji e Zhang (2019), será o consumo de energia renovável como % de consumo de energia total. O Quadro 4 mostra essas variáveis, com suas respectivas descrições e fontes.

Quadro 4 Descrição das variáveis usadas no modelo

Variável	Descrição	Fonte
Degradação ambiental	Toneladas métricas de dióxido de carbono <i>per capita</i>	WDI
Sustentabilidade ambiental	Poupança ajustada pela depleção de recursos naturais como % do PIB	WDI
DF	Índice de desenvolvimento financeiro	Elaboração própria
FBKF	Formação bruta de capital fixo como % do PIB	WDI
IDE	Investimento direto estrangeiro	WDI
DESMAT	Área desmatada em km ² na Amazônia Legal, em taxa de crescimento	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)
Energia	Consumo de energia renovável sobre consumo de energia total	WDI

Fonte: Elaboração própria.

4 A inclusão do IDE no modelo foi pensada no contexto de toda a discussão sobre *dumping* ambiental, no qual as empresas de países ricos e com alta regulamentação ambiental deslocam sua base industrial para países emergentes ou subdesenvolvidos, onde essa regulamentação não existe ou existe em menor grau, com vistas à redução de seus custos operacionais. Embora, é claro, o IDE analisado no agregado não capte efeitos ambientais.

Serão especificados modelos Autorregressivos de Defasagens Distribuídas. Os modelos ARDL são comumente utilizados para séries temporais lineares nas quais as variáveis dependentes (y_t) e independentes (x_t) costumam estar correlacionadas, não apenas no momento presente, como também com os seus valores defasados (Pesaran; Shin, 1999). Isso explica a escolha desse modelo em específico para este estudo, pois, como as variáveis dependentes referem-se ao meio ambiente no Brasil, o seu valor no período t pode estar correlacionado de alguma forma às emissões no período $t - 1$, e conseqüentemente, como no período $t + 1$. Portanto, uma possível variável explicativa para a degradação ambiental no período t é a própria variável explicada no período anterior, de modo que: $Y_t = Y_{t-1}$. O raciocínio é simples: as estruturas e mecanismos responsáveis pelas emissões de gás carbônico não podem simplesmente desaparecer de um período para o outro.

A Equação 4, representa a forma tradicional do modelo para duas variáveis, y (dependente) e x (explicativa):

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \alpha_i \tau + \delta_1 y_{t-1} + \delta_2 x_{t-1} + \sum_{i=0}^n \phi_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^m \phi_{2i} \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

em que Δ indica a primeira diferença; α_0 e α_i são a constante e a tendência; δ_i , $i = 1, 2$ são os parâmetros de longo prazo; ϕ_{1i} e ϕ_{2i} são os parâmetros de curto prazo, e ε_t , o termo de perturbação do modelo. Com isso, tem-se que o modelo ARDL explica o comportamento da variável dependente por seus próprios valores defasados e também pelos valores correntes e defasados das variáveis explicativas.

A vantagem do modelo ARDL em relação aos métodos de cointegração tradicional é que ele permite utilizar séries temporais independentemente dos seus regressores serem estacionários em nível, isto é, $I(0)$, ou estacionários em primeiras diferenças, $I(1)$. Além disso, o modelo ARDL captura as relações de longo prazo mesmo para pequenas amostras de dados, e captura as relações de curto e de longo prazo simultaneamente (Pesaran; Shin, 1999; Pesaran *et al.*, 2001; Hassler; Wolters, 2006).

Modelo 1:

$$\begin{aligned} \Delta Emisspercapita_t = & \alpha_0 + \alpha_{it} + \delta 1 Emisspercapita_{t-1} + \delta 2 DF_{t-1} + \\ & \delta 3 Desmat_{t-1} + \delta 4 FBKF_{t-1} + \sum \phi 1 i \quad n \quad i = 0 \quad Emisspercapita_{t-i} + \\ & \sum \phi 2 \quad m \quad i = 0 \quad \Delta DF_{t-i} + \sum \phi 3 \quad m \quad i = 0 \quad \Delta Desmat_{t-i} + \sum \phi 5 \quad m \quad i = 0 \\ & \Delta FBKF_{t-i} + \varepsilon t \end{aligned} \quad (5)$$

Modelo 2:

$$\begin{aligned} \Delta Sustentab_t = & \alpha_0 + \alpha_{it} + \delta 1 Sustentab_{t-1} + \delta 2 DF_{t-1} + \delta 3 Desmat_{t-1} + \\ & \delta 4 IDE_{t-1} + \delta 2 Energia_{t-1} + \sum \phi 1 i \quad n \quad i = 0 \quad Sustentab_{t-i} + \sum \phi 2 i \quad m \quad i = 0 \\ & \Delta DF_{t-i} + \sum \phi 3 \quad m \quad i = 0 \quad \Delta Desmat_{t-i} + \sum \phi 4 \quad m \quad i = 0 \quad \Delta IDE_{t-i} + \\ & \sum \phi 5 \quad m \quad i = 0 \quad \Delta Energia_{t-i} + \varepsilon t \end{aligned} \quad (6)$$

3.3 Os testes de estacionariedade e a causalidade de Granger

Para os testes de estacionariedade serão utilizados os testes e Dickey-Fuller Aumentado (ADF) e o teste e Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Esses testes verificam se as propriedades estatísticas das séries temporais, como média e variância, permanecem constantes ao longo da série. Muitos métodos de estimação dependem da estacionariedade das séries para serem aplicados com eficácia. A presença de raiz unitária indica comportamento não estacionário da série (Bueno, 2011; Enders, 2009).

O teste ADF é estimado pelo método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), tendo em vista que a amplitude das defasagens deve ser grande o bastante para garantir que ε_t assuma as características de um ruído branco (tem média zero, variância constante e a autocorrelação é igual a zero); além disso, a hipótese nula do teste versa sobre o coeficiente que acompanha Y_{t-1} , se ele for menor ou igual a um há indícios de presença de raiz unitária (Bueno, 2011; Enders, 2009).

$$\Delta Y_t = c_{1+\gamma Y_{t-1}} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta Y_{t-j} + \varepsilon_t \quad (7)$$

Enquanto o teste KPSS inverte a hipótese nula, tentando verificar a ausência de raiz unitária. Se o $\gamma = 0$, na equação 6, então a série será estacionária (Bueno, 2011; Enders, 2009).

$$Y_t = \alpha + \beta_t + \gamma Z_t + \varepsilon_t \quad (8)$$

O teste de causalidade de Granger busca determinar a direção causal de uma relação, de modo que através do comportamento de uma dada variável, x , é possível prever o comportamento de outra, y . Se não for possível determinar uma direção de causalidade entre duas séries temporais, diz-se que y não Granger-causa x , e é essa a hipótese que será testada através de um teste F convencional. Assim, o teste é feito da seguinte maneira (Bueno, 2011):

$$Z_t = \phi_{20} + \sum_{i=1}^p \phi_{i21} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^p \phi_{i22} Z_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

Se y não Granger-causa z usando o teste de F, então:

$$H_0 : \phi_{i21} = \phi_{i22} = 0$$

4 Resultados e discussão

Conforme explicitado no Quadro 1, a economia brasileira passou por um conjunto de transformações econômicas nas últimas quatro décadas, muitas delas com grande potencial de aumento das emissões de CO₂, como o II PND, e outras com impactos significativos sobre a evolução do sistema financeiro nacional, como o programa de estabilização monetária em meados da década de 1990. No entanto, é notória a ausência de trabalhos que procurem entender essas duas dimensões concomitantemente, quais sejam, a degradação ambiental e o desenvolvimento do sistema financeiro nacional. Assim, a partir daqui, buscar-se-á entender como o desenvolvimento financeiro afetou a degradação ambiental no Brasil nas últimas décadas.

A Tabela 1 apresenta os resultados da ACP. Como três variáveis foram usadas para formar o índice, três componentes principais foram gerados. Inicialmente estão expostos os autovetores obtidos a partir da matriz de correlação das variáveis originais, indicando a importância de cada um deles dentro dos componentes. Com isso, nota-se que as variáveis M2 e cré-

dito são muitos mais relevantes dentro do primeiro componente principal do que nos outros componentes, relevância medida em 0,57376 e 0,59006, respectivamente. Portanto, a bolsa de valores brasileira teve importância menor para o desenvolvimento do sistema financeiro nacional no período analisado. Isso significa que, de acordo com esses coeficientes, tem-se uma evidente influência do M2 e do crédito ao setor privado como fatores explicativos da maior parte da dispersão total da nuvem de pontos. Além disso, o PC1 explica 88,54% da variabilidade dos dados.

Tabela 1 Análise dos Componentes Principais (ACP) para a construção do índice de desenvolvimento financeiro (DF)

	PC 1	PC 2	PC 3
M2	0.57376	-0.65107	0.4969
Crédito ao setor privado	0.59006	-0.092165	-0.80208
Volume movimentado em Bolsa	0.56801	0.7534	0.33129
Eigenvalue	265.643	0.229856	0.113717
% variance	88.548	76.619	37.906

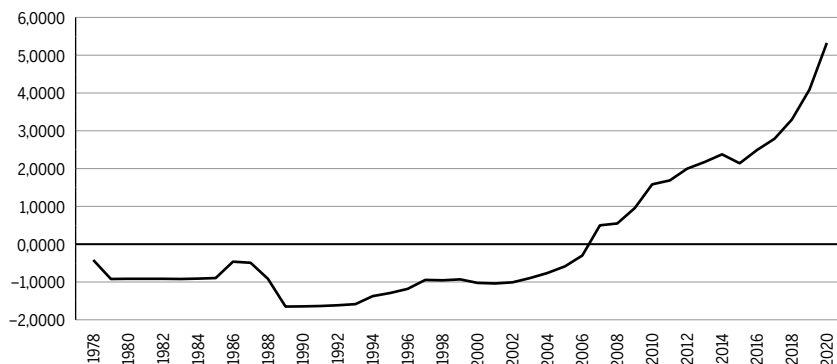
Fonte: *Elaboração própria.*

A Figura 1 apresenta o DF para o Brasil no período 1978-2020. Nota-se que há bastante variação no período, iniciando sua trajetória de maneira errática e declinante. Exatamente no período em que o país enfrentava os problemas da hiperinflação os dados trazidos pelo índice estão abaixo de zero. Houve tentativa de recuperação após 1985, possivelmente em virtude do Plano Cruzado, que não se manifestou de maneira sustentada, de modo que o índice tornou a cair. A situação muda a partir de 1994 com a reforma monetária que introduziu uma nova moeda, o real. No entanto, é apenas a partir de 2006, muito provavelmente devido à situação política e econômica positivamente estável naquele momento e sem paralelo com nenhum outro momento anterior, que o índice alcança e mantém uma trajetória ascendente. Inicialmente, o comportamento do índice parece estar atrelado ao comportamento dos próprios indicadores do crescimento econômico brasileiro.

A própria dinâmica interna do setor financeiro, entretanto, não deve ser ignorada. O setor bancário se consolida, de fato, no Brasil apenas na década de 1990. E, assim como em outros países da América Latina, foi

um processo conduzido, em um primeiro momento, pelo Estado⁵ (Camargo, 2009). Dentro dos estágios propostos por Chick (1986) pode-se dizer que foi apenas nessa década que o setor financeiro brasileiro se tornou completamente diferenciado do setor de bens, e que o estabelecimento do real como a moeda oficial do país permitiu que incertezas sobre a liquidez e solvência do sistema fossem dirimidas o suficiente para que as instituições financeiras nacionais se tornassem mais propensas aos riscos da alavancagem. Embora, conforme aponta Camargo (2009), o fornecimento de crédito estivesse especializado no financiamento da construção civil, de veículos e crédito consignado, além de exigir garantias reais e contasse com o suporte de bancos públicos.

Figura 1 Índice de desenvolvimento financeiro para o Brasil no período 1978-2020



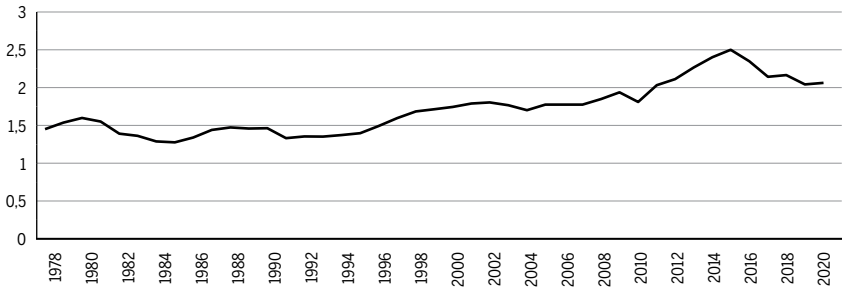
Fonte: Elaboração própria.

A Figura 2 apresenta o indicador de degradação ambiental que será utilizado como variável dependente no Modelo 1, ou seja, as emissões de CO₂ *per capita* no Brasil entre os anos de 1978 e 2020. As emissões apresentam uma trajetória crescente em todo o período. Embora tenham ameaçado alguns recuos em vários momentos nesse tempo, eles nunca foram mantidos, de modo que as emissões voltavam a crescer nos períodos imediatamente posteriores. Chama a atenção o significativo aumento posterior ao

.....
 5 Camargo (2009) salienta, ainda, que o processo de consolidação bancária brasileiro foi caracterizado por altas margens de *spreads* bancários e com grande espaço para bancos estrangeiros. Além disso, consolidou-se como um setor altamente lucrativo, a despeito das críticas sobre ineficiências no setor.

ano de 1996, momento no qual o desenvolvimento financeiro (Figura 1) também se torna ascendente, o que pode ser considerado como o primeiro indício de um possível viés pró-carbono da oferta de crédito no Brasil.

Figura 2 Emissões de CO₂ *per capita* no Brasil entre 1978 e 2020



Fonte: WDI (2020).

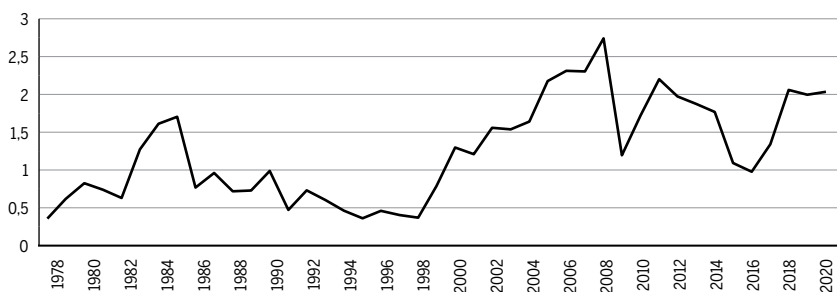
Após o ano de 2010 a inclinação da trajetória de emissões no país se torna ainda mais vertical, resultado que parece estar associado ao esgotamento da tendência de queda da taxa de desmatamento em território brasileiro no mesmo período.⁶ De acordo com as divulgações do Sistema de Estimativas de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SEEG), o desmatamento é o principal responsável pelas emissões no país, pois mudanças no uso da terra – queimadas, derrubadas e mineração – representam 49% do total das emissões brasileiras. O segundo maior responsável pelas emissões são as atividades agropecuárias, que causam cerca de 25% das emissões, e essas atividades também estão intrinsecamente relacionadas ao desmatamento, devido ao modelo de agronegócio expansivo que o país adota (Seeg, 2021). A partir de 2016, as emissões *per capita* voltam a cair, possivelmente devido à crise econômica que se seguiu.

A Figura 3 apresenta a variável de preservação ambiental que será utilizada como variável dependente no Modelo 2, ou seja, a poupança ajustada pela depleção de recursos naturais no Brasil entre 1978 e 2020. No período imediatamente posterior à implementação do Plano Real e à consolidação do setor bancário, essa *proxy* do estoque de capital natural

.....
⁶ Segundo os dados do INPE (2021), a taxa de desmatamento no Brasil apresentou tendência de queda entre 2004 e 2010, nos anos de 2011 e 2012 se manteve estável e a partir de 2013 voltou a crescer.

seguiu em taxas crescentes, similarmente ao que acontece com índice de desenvolvimento financeiro no mesmo período. A partir de 2009 há queda abrupta e a variável apresenta trajetória oscilatória a partir de então. O comportamento do indicador apresenta grande volatilidade, possivelmente por ser construído a partir de um conjunto diverso de dados e estimativas que vão desde as séries consolidadas de poupança nacional até estimativas sobre reservas de minérios, como especificado na seção que aborda a metodologia deste estudo.

Figura 3 **Poupança ajustada pela depleção de recursos naturais no Brasil entre 1978 e 2020**



Fonte: WDI (2020).

No entanto, não se pode deixar de notar que a queda abrupta a partir de 2009 pode ser um dos resultados da assim chamada “nova década perdida”, iniciada com o fim do ciclo das *commodities*, já que um dos resultados da crise financeira de 2008 foi a queda repentina dos preços internacionais de muitos dos produtos que o Brasil exportava, agravando o déficit em transações correntes. Como resposta, o governo brasileiro ofereceu uma nova matriz econômica, baseada na flexibilização do regime de metas de inflação, queda na taxa básica de juros, desvalorização cambial e, é claro, no fim do pacto de conciliação política de classes que caracterizava o governo até então. Dentro desse pacote, estava o programa o Inovarauto, com vistas a proteger a indústria automobilística e a atender as pressões dos empresários e dos trabalhadores. Tal programa levou o governo a “apadrinhar uma indústria poluente, multinacional e de onda tecnológica pretérita” (Fonseca *et al.*, 2020, p. 793).

A Tabela 2 apresenta as estatísticas descritivas das variáveis que serão utilizadas nos modelos econométricos, alguns pontos são dignos de nota. O desenvolvimento financeiro (DF) apresenta média superior à sua mediana, isso é possível, pois nos anos mais recentes o setor financeiro no Brasil se desenvolveu em ritmo mais acentuado do que nos períodos anteriores, puxando a média para cima. Já o IDE tem uma grande diferença entre os valores máximo e mínimo dentro da série, sugerindo que o volume de recursos estrangeiros implementados na economia produtiva nacional nas últimas décadas elevou-se em grande magnitude. O valor máximo do IDE é mais do que 1.500 vezes maior que seu valor mínimo, a maior diferença apresenta na Tabela 2. O mesmo pode ser observado para os dados sobre desmatamento: o máximo e o mínimo da série estão bem distantes um do outro, de modo que o valor máximo é quase o quántuplo do valor mínimo, demonstrando a grande variação nos dados de desmatamento no período analisado.

Tabela 2 Estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos

	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Emisspercapit	1,71	1,70	0,33	1,275	2,49
Sustentab	1,25	1,19	0,66	0,36	2,74
DF	0,07	-0,90	1,75	-1,65	5,33
IDE	134253,90	16590,20	201552,52	317,15	480.782,00
FBKF	19,52	18,93	2,85	14,62	26,90
Desmat	53157556,56	55272026,00	19625895,39	16.012.326	79.436.395
Energia	45,70	45,57	2,27	41,43	49,86

Fonte: *Elaboração própria.*

Antes da investigação empírica, a Tabela 3 apresenta os resultados dos testes de estacionariedade que verificam a presença (teste ADF) ou a ausência (teste KPSS) de raiz unitária nos dados que serão empregados nos modelos. Os resultados indicam que a variável FBKF e a Energia são estacionárias em nível. Todas as demais, ou seja, as emissões *per capita*, a sustentabilidade, o índice de desenvolvimento financeiro, o IDE e o desmatamento, são integradas de ordem 1 e só se tornam estacionárias em primeiras diferenças. Como já mencionado, uma das vantagens do uso do modelo ARDL é a possibilidade de empregá-lo com séries I (0) ou I (1).

Tabela 3 Testes de raiz unitária

Variável	ADF	KPSS	Ordem de integração
	I (0)	I (0)	I (1)
Emiss per capita	-1,97422	0,448169	I (1)
Sustentab	-2,77428	0,266529	I (1)
DF	0,786556	0,952713	I (1)
FBKF	-2,90682*	0,156223	I (0)
IDE	-1,44521	0,785717	I (1)
Desmat	0,521147	0,891565	I (1)
Energia	-3,69521*	0,112363*	I (0)

Fonte: Elaboração própria.

Notas: Valores críticos teste ADF: 1% (-3,498) e 5% (-2,891); Valores críticos teste KPSS: 5% (0,146) e 1% (0,216); ADF: H0: há raiz unitária; KPSS: H0: não há raiz unitária; * Resultado significativo a 1%.

A Tabela 4 apresenta o teste LM para verificar a existência de correlação serial no modelo, com resultados indicando ausência de autocorrelação.

Tabela 4 Testes diagnósticos de autocorrelação

	Modelo 1	Modelo 2	Decisão estatística
Teste LM	0.823132 (0.4558)	3.312183 (0.1213)	Não há autorrelação -

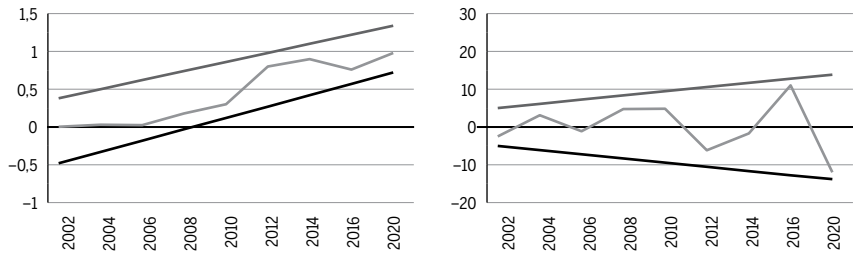
Fonte: Elaboração própria.

Além dos testes diagnósticos apresentados na Tabela 4, também foram realizados testes de estabilidade nos modelos. Os resultados dos testes de estabilidade dos modelos *cusum* e *cusum of square*, apresentados nas Figuras 4 e 5, permitem analisar a constância dos coeficientes estimados. A hipótese nula implícita é a própria estabilidade dos coeficientes. Ela será rejeitada apenas se a soma cumulativa dos resíduos da regressão ultrapassar os limites da área estabelecida pelos níveis críticos a 5% de significância. A não rejeição da hipótese nula implica que não há influência de quebra estrutural nas estimações devido à estabilidade dos parâmetros.

A Tabela 5 apresenta os resultados da verificação de uma possível relação de longo prazo entre as variáveis através dos testes de limites (*bounds tests*), os quais se baseiam nos tradicionais testes de estática F para analisar a significância conjunta a longo prazo das variáveis dos modelos. Observa-

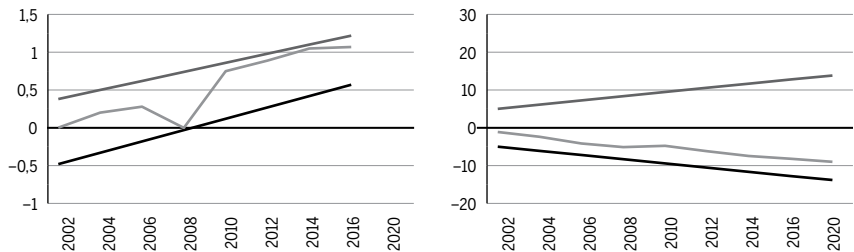
-se que os valores críticos estão abaixo das estatísticas calculadas, e por essa razão rejeita-se a hipótese nula de que não há relação de longo prazo entre as variáveis, ou seja, é possível dizer que há cointegração entre as séries estudadas. Esses resultados são válidos tanto para um estudo em nível – I (0) – quanto para uma avaliação em primeira diferença – I (1).

Figura 4 Testes *cusum of square* e *cusum* para o Modelo 1



Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 Testes *cusum of square* e *cusum* para o Modelo 2



Fonte: Elaboração própria.

Tabela 5 Testes de cointegração ARDL

Modelos	Estatística F	Valores críticos				Cointegração a longo prazo
		I (0)		I (1)		
		10%	5%	10%	5%	
1	5.283898	2.20	2.56	3.09	3.49	SIM
2	11.67155	2.37	2.79	3.20	3.67	SIM

Fonte: Elaboração própria.

Nota: Hipótese nula: Sem relação de longo prazo.

A Tabela 6 exhibe os coeficientes de longo prazo dos modelos. No Modelo 1, o DF está diretamente relacionado às emissões de dióxido de carbono no Brasil. Possivelmente isso se deve ao fato de a economia brasileira ser constituída por atividades ambientalmente degradantes que têm sua demanda por crédito atendida pelo setor financeiro. Resultados semelhantes foram encontrados para a Índia (Boutabba, 2014), Emirados Árabes (Shahbaz *et al.*, 2020) e Nigéria (Oyinlola, 2020). Em perspectiva, esses resultados sugerem que o problema não é uma peculiaridade brasileira, mas uma característica de vários sistemas financeiros nacionais que se especializaram em financiar atividades intensivas em carbono, enquanto atividades ligadas à economia verde permanecem subfinanciadas.

Tabela 6 Coeficientes de longo prazo dos modelos

	Modelo 1	Modelo 2
Defasagens	(3,1,1,2)	(4,4,4,1,1)
Variável dependente	Emisspercapita	Sustentab
Constante	1.889509 ***	-7.082298***
DF	0.098699 ***	-0.635058***
Desmatamento	0.152464 ***	1.669520 ***
FBKF	-0.019685	-
IDE	-	0.001239
Energia	-	0.095233***
R2 ajustado	0.960924	0.932833

Fonte: Elaboração própria.

Notas: Defasagens do modelo selecionadas pelo critério de Akaike. *** Significativo a 1%, ** a 5%, * a 10%.

Projetos de investimento em economia verde tendem a ser subfinanciados, pois, em geral, as empresas não internalizam os custos de poluir e há grande dificuldade de mensuração dos retornos ambientais que esses projetos trarão. Logo, desde que o custo de poluir permaneça incógnito e não afete os balanços das empresas, o sistema de preços se torna incapaz de processar as informações referentes aos retornos ambientais e monetários desses projetos, abandonando qualquer interesse por eles (Semieniuk; Mazzucato, 2019). Por outro lado, Campiglio (2016) defende que, conquanto os projetos verdes sejam rentáveis e ambientalmente promissores, os bancos podem não estar dispostos a ofertar a quantidade de crédito que tais pro-

jetos demandam, pois podem preferir ajustar seus balanços ou adquirir ativos mais seguros.

Mas a resposta brasileira à crise ambiental tem sido do tipo *crownd in*, segundo a Secretaria de Política Econômica (SPE). Ou seja, uma estratégia que atribui aos sinais de mercado a força preponderante para encaminhar soluções para o problema ambiental. A esperança de solução via mercado, ao que parece, está sendo frustrada (SPE, 2019). No Brasil, em 2013, 88,3% do crédito fornecido pelo setor bancário brasileiro estava destinado a setores econômicos não verdes. Já em 2018 esse montante ainda representava 79,2%, indicando que o setor bancário brasileiro se especializou em atender a demanda de crédito dos setores não verdes (Febraban, 2019). Além disso, explicita um viés pró-carbono e a responsabilidade ambiental do setor bancário brasileiro como “poluidor indireto”.

Ainda sobre o Modelo 1, o desmatamento também contribuiu para as emissões, como já comentado, o principal responsável pelas emissões no Brasil (Seeg, 2021). A FBKF, em geral um indicador de investimento industrial, referente ao setor real da economia, está negativamente relacionada às emissões *per capita*, mas essa variável não possui significância estatística nesse modelo. Dentro do período analisado, observou-se um processo de desindustrialização prematura no Brasil, isto é, o setor industrial perdeu participação no produto nacional ao mesmo tempo que apresentou taxas decrescentes ao longo do tempo. A própria política econômica adotada nos últimos anos não demonstrou intencionalidade para reverter esse quadro (Fonseca *et al.*, 2020). Esse processo pode explicar essa relação inversa entre emissões e FBKF, bem como sua não significância.

No Modelo 2, a variável dependente é um indicador de preservação ambiental, qual seja, a poupança nacional ajustada pela depleção do capital natural nacional, uma *proxy* do estoque de capital natural. Nesse caso, o DF está negativamente relacionado à preservação ambiental, ou seja, conforme o setor financeiro se desenvolve a qualidade ambiental diminui. Esse resultado converge com as relações estabelecidas pelo Modelo 1. Com isso, o DF não apenas aumenta as emissões como também reduz a poupança ajustada por critérios ambientais. Esses resultados demonstram, entre outras coisas, a urgência de mudanças institucionais nas disposições sobre concessão de crédito.

É inesperado, contudo, que o desmatamento apresente um coeficiente positivo no Modelo 2, pois esperava-se, intuitivamente, que o desma-

tamento reduziria a poupança ajustada pela depleção do capital natural no Brasil. Talvez seja possível explicar esse resultado tendo em vista dois pontos: a) a agropecuária ocupa um grande espaço na geração de renda brasileira e suas atividades estão relacionadas ao desmatamento,⁷; e b) a poupança é uma função da renda, que pode ser descrita por uma identidade contábil que enuncia a poupança como o consumo subtraído da renda. Assim, tanto a poupança nacional quanto o desmatamento estariam relacionados à renda, o que pode explicar esse sinal positivo. No entanto, esses pontos requerem novos estudos. Por sua vez, o IDE guarda uma relação positiva com a variável dependente, embora seja preciso dizer que ele não possui significância estatística nesse modelo.

Ainda sobre o Modelo 2, foi incluída uma variável relacionada à energia renovável para verificar se o aprofundamento do consumo de energia renovável no Brasil impacta a preservação ambiental. O resultado obtido foi positivo, sugerindo uma implicação política importante, já que o país possui grande potencial para explorar energia solar, eólica e biocombustíveis. Mais investimentos nesse setor podem ampliar a qualidade ambiental brasileira, além de outros retornos socioeconômicos relevantes, como mais empregos gerados.

A Tabela 7 apresenta os coeficientes de correção de erros (mais conhecido pela sigla ECM, do inglês *Error Correction Mechanism*), referentes à dinâmica de curto prazo nos modelos ARDL. Percebe-se que em ambos os modelos a variável explicativa de interesse nesse trabalho, o DF (em primeira diferença), é significativa no curto prazo. No modelo 1, DF é significativo com 1 defasagem, a correção de erros de $-0,47$ é estatisticamente significativa, sugerindo que 47% do desvio da trajetória de longo prazo do modelo estimado são corrigidos pelos seus ajustamentos de curto prazo no período seguinte. Já no Modelo 2, DF é significativo na primeira e na terceira defasagem, e estatisticamente significativo a $-1,15$, significando que em vez de convergir diretamente para o caminho de equilíbrio, o processo de correção de erros de curto prazo flutua em torno dos coeficientes de longo prazo de maneira amortecida.⁸

7 Ver os dados do Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa (Seeg, 2021).

8 Esse resultado não costuma ser comum em modelos ARDL, mas já foi encontrado por Rocha e Ferreira (2021) enquanto estimavam os efeitos da globalização sobre o desmatamento da floresta Amazônica, e por Narayan e Smyth (2006), enquanto estudavam os fluxos migratórios de países de baixa renda para países de alta renda.

Tabela 7 Correção de erro e variáveis significativas: dinâmica de curto prazo

	ECM_{t-1}	Variáveis significativas no curto prazo
Modelo 1	-0.474698 (0,0000)	Demisspercapita (-1,-2); DDF (-1); DFBKF (-1); DDesmat (0)
Modelo 2	-1,156850 (0,0000)	DSustentab (-1,-2,-3); DDF (-1,-3); DIDE (0); DDesmat (0,-3);

Fonte: Elaboração própria.

A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos com os testes de causalidade de Granger, que avaliam se o comportamento da primeira variável causa-Granger o comportamento da segunda. Antes do teste as variáveis foram tratadas em primeira diferença (estacionarizadas). A hipótese nula do teste é que uma variável não causa-Granger à segunda variável. Conclui-se que o desenvolvimento do setor financeiro (DF) causa-Granger o comportamento das emissões *per capita* no Brasil, pois a estatística F do teste está muito acima de seu valor crítico, o que possibilita rejeitar a hipótese nula de que DF não causa-Granger emissões. O contrário, contudo, também é verdadeiro, pois como verificado na terceira linha da Tabela 6 também é possível rejeitar a hipótese nula do teste, para a possibilidade de que as emissões *per capita* de CO₂ no Brasil não causam-Granger o DF. Assim, há bidirecionalidade entre emissões e DF no país. Entre DF e preservação ambiental encontrou-se a mesma conclusão de bidirecionalidade, ou seja, que a preservação ambiental causa-Granger o Desenvolvimento Financeiro e, conforme Tabela 8, DF causa-Granger a preservação ambiental.

Tabela 8 Causalidade de Granger

	Estatística F	Valores críticos
$\Delta DF, \Delta Emisspercapita$	4,64949	0,0162
$\Delta Emisspercapita, \Delta DF$	1,37905	0,2652
$\Delta Sustentab, \Delta DF$	3,46943	0,0422
$\Delta DF, \Delta Sustentab$	1,76950	0,1853

Fonte: Elaboração própria.

Nota: H0: X não causa-Granger Y.

A evidência de bidirecionalidade apresentada na Tabela 8 demonstra que o setor financeiro permanece ofertando recursos a atividades emissoras de CO₂ e que estas têm alimentado o desenvolvimento financeiro, provavel-

mente porque são atividades lucrativas, estabelecidas e maduras, de baixo risco, que fazem frentes aos empréstimos contraídos, que têm suas ações valorizadas em Bolsa de Valores e emitem títulos atrativos, de modo que os dois segmentos se retroalimentam no Brasil. Assim, o sistema financeiro tem se desenvolvido à custa da qualidade ambiental no país.

Em resumo, os resultados encontrados a partir do exercício empírico proposto evidenciou que o desenvolvimento do setor financeiro no Brasil aumentou as emissões de CO₂ ao mesmo tempo que reduziu o estoque de capital natural no intervalo de 1978 e 2020. Esses resultados apontam para um possível viés pró-carbono no sistema financeiro brasileiro, que tem se beneficiado do aprofundamento das atividades intensivas em carbono, ao passo que atividades ligadas à economia verde permanecem subfinanciadas.

5 Considerações finais

Este artigo apresentou uma perspectiva empírica sobre as inter-relações entre desenvolvimento financeiro e meio ambiente no Brasil, estimando-se dois modelos ARDL para o período de 1978 a 2020. O primeiro modelo verificou que o desenvolvimento do setor financeiro aumentou a degradação ambiental – emissões *per capita* de CO₂ – no intervalo analisado, o que evidencia um possível viés pró-carbono do setor financeiro brasileiro. Já o segundo modelo revelou que o desenvolvimento do setor financeiro reduziu o estoque de capital natural no país, usando como *proxy* a poupança nacional ajustada pela depleção do capital natural brasileiro. Esses resultados se devem ao fato de que a maior parte do crédito ofertado pelo setor financeiro brasileiro ainda é direcionada a setores não verdes. Para a construção do índice de desenvolvimento financeiro foi utilizada uma técnica da estatística multivariada conhecida como Análise dos Componentes Principais.

Os modelos também apontaram que o desmatamento no Brasil é um dos maiores responsáveis pelas emissões nas últimas décadas e que a formação bruta de capital fixo (FBKF), variável do setor produtivo da economia, não foi significativa para o aumento das emissões, talvez porque o Brasil esteja passando por um acelerado processo de desindustrialização potencialmente benéfico para o meio ambiente. Esse ponto, no entanto, merece novas investigações. Verificou-se, também, que o aprofundamento

da produção de energia renovável no país contribuiu positivamente para o aumento da qualidade ambiental. Esse diagnóstico sugere que os fluxos financeiros direcionados ao setor de energias renováveis deveriam ser ampliados visando objetivos ecológicos.

Ainda assim, a inexistência de uma base de dados de acesso livre que contenha uma série longa sobre o montante de financiamento à economia verde limitou o alcance desta pesquisa. Diante da impossibilidade de se verificarem os impactos ambientais de longo prazo do financiamento à economia verde, optou-se por estimar a relação entre desenvolvimento financeiro e degradação ambiental. Pesquisas futuras poderiam considerar fazer estimações a partir de dados mais desagregados. O Brasil possui dimensões continentais e peculiaridades regionais bastante distintas, de modo que o desenvolvimento financeiro pode impactar de maneiras discrepantes, do ponto de vista ambiental, as cinco regiões do país.

Uma implicação política imediata dos resultados apresentados é a urgência em repensar a política econômica vigente e reconsiderar as “regras do jogo”, criando mecanismos regulatórios que penalizem as instituições financeiras que fornecem recursos aos setores intensivos em carbono e incentive os projetos de investimentos verdes. Essa transformação poderia ser feita de maneira indireta usando incentivos e penalizações ou, de maneira explícita, mobilizando bancos públicos de desenvolvimento e atribuindo um mandato de sustentabilidade ao Banco Central para reorientar o sistema financeiro ao caminho mais verde, para minimizar o viés pró-carbono do setor financeiro brasileiro.

Referências

- AHMED, F.; KOUSAR, S.; PERVAIZ, A.; RAMOS-REQUENA, J. P. Financial Development, Institutional Quality, and Environmental Degradation Nexus: New Evidence from Asymmetric ARDL Co-Integration Approach. *Sustainability*, v. 12, n. 18, p. 7.812, 2020.
- ALVES, J. E. D. Crescimento demoeconômico no Antropoceno e negacionismo demográfico. *Liinc em Revista*, v. 18, n. 1, 2022. Doi: <https://doi.org/10.18617/liinc.v18i1.5942>.
- BOUTABBA, M. A. The Impact of Financial Development, Income, Energy and Trade on Carbon Emissions: Evidence from the Indian Economy. *Economic Modelling*, v. 40, p. 33-41, 2014. Doi: <https://doi.org/10.12968/prtu.2014.1.33.40>.
- BUENO, R. L. S. *Econometria de séries temporais*. 2. ed. Cengage Learning, São Paulo 2011.
- CALDERÓN, C.; LIU, L. The Direction of Causality between Financial Development and

- Economic Growth. *Journal of Development Economics*, v. 72, n. 1, p. 321-334, 2003. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0304-3878\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0304-3878(03)00079-8).
- CAMARGO, P. O. *A evolução recente do setor bancário no Brasil*. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 322 p.
- CAMPIGLIO, E. Beyond Carbon Pricing: The Role of Banking and Monetary Policy in Financing the Transition to a Low-Carbon Economy. *Ecological Economics*, v. 121, p. 220-230, 2016. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.03.020>.
- CARVALHO, T. S.; ALMEIDA, Eduardo. A hipótese da curva de Kuznets ambiental global: uma perspectiva econométrico-espacial. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 40, n. 3, p. 587-615, 2010.
- CHICK, V. The Evolution of the Banking System and the Theory of Saving, Investment and Interest. *Economies et Societes*, v. 20, Serie Monnaie et Production, 1986.
- ENDERS, W. *Applied Econometric Time Series*. 3rd ed., Wiley, Curitiba, 2009.
- FEBRABAN – Federação Brasileira de Bancos. Mensurando recursos financeiros alocados em economia verde, 2019. Disponível em: <L09_EconomiaVerde2019_FEBRABAN_190820.pdf>. Acesso em: 10 out. 2021.
- FERREIRA, D. F. *Estatística multivariada*. Lavras: UFLA, 2011. 675 p.
- FIALHO, T.; JAYME JR, F. G.; HERMETO, A. M. Desenvolvimento do sistema financeiro e pobreza no Brasil: uma análise multivariada. *Economia e Sociedade*, v. 25, n. 1, p. 247-278, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1982-3533.2016v25n1art9>>. Acesso em: 10 out. 2021.
- FONSECA, P. C. D.; AREND, M.; GUERRERO, G. Política econômica, instituições e classes sociais: os governos do partido dos trabalhadores no Brasil. *Economia e Sociedade*, v. 29, p. 779-809, 2020. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1982-3533.2020v29n3art05>.
- FREITAS, M. C. P. Moeda endógena e passividade bancária: uma análise crítica da abordagem. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 19, n. 4, 1999. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31571999-1080>.
- HASSLER, U.; WOLTERS, J. Autoregressive Distributed Lag Models and Cointegration. In: HÜBLER, O; FROHN, JJ. (org.). *Modern Econometric Analysis*. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 57-72, 2006.
- HONG, H.; LI, F; XU, J. Climate Risks and Market Efficiency. *Journal of Econometrics*, v. 208, n. 1, p. 265-281, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2018.09.015>.
- HONGYU, K.; SANDANIELO, V.; OLIVEIRA Jr, G. Análise de componentes principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. *E&S Engineering and Science*, v. 5, n. 1, p. 83-90, 2016.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <TerraBrasilis (inpe.br)>. Acesso em: set. 2021.
- IPEADATA. Disponível em: <Ipeadata>. Acesso em: nov. 2020.
- Jl, Q.; ZHANG, D. How Much does Financial Development Contribute to Renewable Energy Growth and Upgrading of Energy Structure in China? *Energy Policy*, v. 128, p. 114-124, 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.12.047>.

- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Madison: Prentice Hall International, 1998. 816 p.
- LADVOCAT, M.; FERREIRA, K. C. Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico. *Revista Economia e Desenvolvimento*, Recife, v. 14, n. 1, p. 140-155, 2015.
- MANLY, B. F. J.; ALBERTO, J. A. N. *Multivariate Statistical Methods: A Primer*. Chapman and Hall/CRC, 2016.
- MARQUES Jr., T. E.; PORTO Jr., S. S. (2004). *Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico no Brasil: uma avaliação econométrica*. PPGE/UFRGS. (Texto para discussão, n. 11).
- MATOS, O. C. *Desenvolvimento do sistema financeiro e crescimento econômico no Brasil: evidência de causalidade*. Brasília, DF: Banco Central do Brasil, set. 2002. (Texto para discussão, n. 49).
- MISSIO, F.; JAYME Jr., F.; OLIVEIRA, A. M. Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico: teoria e evidência empírica para os estados brasileiros (1995-2004). *Análise Econômica*, Porto Alegre, v. 33, n. 63, p. 191-227, mar. 2015.
- NARAYAN, P.; SMYTH, R. What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-US Migration 1972-2001. *Contemporary Economic Policy*, v. 24, n. 2, p. 332-342, 2006. Doi: 10.1093/cep/byj019.
- NAZIR, M. R.; NAZIR, M. I.; HASHMI, S.; FAREED, Z. Financial Development, Income, Trade, And Urbanization on CO₂ Emissions: New Evidence from Kyoto Annex Countries. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, v. 9, n. 3, p. 17-37, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.24212/2179-3565.2018v9i3p17-37>.
- NYASHA, S.; ODHIAMBO, N. M. Bank Versus Stock Market Development in Brazil: An ARDL Bounds Testing Approach, v. 12, n. 1, p. 7-21, 2017. Doi: <http://journal.efsa.unsa.ba/index.php/see/article/view/454/134>.
- OLIVEIRA, R. C.; ALMEIDA, E.; FREGUGLIA, R. S.; BARRETO, R. C. S. Desmatamento e crescimento econômico no Brasil: uma análise da curva de Kuznets ambiental para a Amazônia legal. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 49, n. 3, p. 709-739, 2011.
- OYINLOLA, M. Financial Development and Energy Consumption Nexus in Nigeria. *Nigeria Deposit Insurance Corporation – NDIC QUARTERLY*, v. 35, p. 105-116, 2020.
- PAULA, L. F. Financiamento, crescimento econômico e funcionalidade do sistema financeiro: uma abordagem pós-keynesiana. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 363-396, 2013.
- PEARSON, K. On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, v. 2, n. 11, p. 559-572, 1901.
- PESARAN, M. H.; SHIN, Y. E.; SMITH, R. J. Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), p. 289-326, 2001.
- PESARAN, M. H.; SHIN, Y. *An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis*. Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium. Cambridge University Press, 1999.
- PESSOA, F. M. C.; BRAGA, M. J.; MORAIS, G. A. S. Economic Growth and Financial Development in Brazil: A Flexible Regression Model Approach, *CEPAL Review*, n.129, p. 91-112, A. 2019.

- RIBEIRO, L. K. F. *Desenvolvimento financeiro e crescimento econômico: uma análise econométrica para a economia brasileira no período de 2008 a 2019*. Monografia. (Graduação) – Unicamp, 2021.
- ROCHA, B. P.; NAKANE, M. I. *Sistema Financeiro e Desenvolvimento Econômico: Evidências de Causalidade em um Painel para o Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, XXXV., Recife, PE, Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, ANPEC, 2007.
- ROCHA, B. P.; SOUZA, I. V. Novas evidências de causalidade entre sistema financeiro e crescimento econômico no Brasil usando séries de tempo no domínio da frequência. *Nova Economia*, v. 28, n. 1, p.273-295, 2018. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6351/2718>.
- ROCHA, M. S.; FERREIRA, L. F. *Os efeitos da globalização na pegada da área florestal: uma abordagem ARDL para o Brasil*. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS, XX., 2022, Salvador. *Anais [...]*. v. XX.
- ROSA, S. S. Evidência da Curva de Kuznets Ambiental no Brasil. *Revista Estudo & Debate*, v. 29, n. 3, 2022. Doi: <http://dx.doi.org/10.22410/issn.1983-036X.v29i3a2022.3147>.
- SALES, A. P. *Ensaio sobre degradação ambiental na América Latina e no Rural Brasileiro*. Dissertação – Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, 2018.
- SANTOS, L. H. B.; ANDRADE, D. C. A Aproximação entre economia pós-keynesiana e economia ecológica: apreciação crítica e considerações sobre o financiamento verde. *Brazilian Keynesian Review*, v. 9, n. 2, p. 368-401, 2023. Doi: <https://doi.org/10.33834/bkr.v9i2.330>.
- SCHOENMAKER, D. Greening Monetary Policy. *Climate Policy*, v. 21, n. 4, p. 581-592, 2021. Doi: [10.1080/14693062.2020.1868392](https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1868392).
- SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: <Emissões Por Setor | SEEG – Sistema de Estimativa de Emissão de Gases>. Acesso em: out. 2021.
- SEMIENIUK, G.; MAZZUCATO, M. Financing Green Growth. In: FOUQUET, R. (ed.). *Handbook on Green Growth*. Edward Elgar Publishing, p. 240-259, 2019.
- SHAHBAZ, M.; HAOUAS, I.; SOHAG, K.; OZTURK, I. The Financial Development-Environmental Degradation Nexus in The United Arab Emirates: The Importance of Growth, Globalization and Structural Breaks. *Environmental Science and Pollution Research*, p. 1-15, 2020. Doi: <https://doi.org/10.1007/s11356-019-07085-8>.
- SPE – SECRETARIA DE POLÍTICA ECONÔMICA. Finanças verdes no Brasil. Abril de 2019. Disponível em: <2019-04-17_cartilha-financas-verdes-v25r.pdf (www.gov.br)>. Acesso em: jul. 2021.
- STUDART, R. O sistema financeiro e o financiamento do crescimento: uma alternativa pós-keynesiana à visão convencional. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 13, p. 110-129, 2023. Doi: <https://doi.org/10.1590/0101-31572000-0614>.
- WDI – World Development Indicators. Disponível em: <WDI – Home (worldbank.org)>. Acesso em: nov. 2020.
- ZYSMAN, J. *Government, Markets, and Growth: Financial Systems and Politics of Industrial Change*. Ithaca, Cornell University Press, 1983.

Sobre os autores

Luiz Henrique Bispo Santos – henrique.petrelli@hotmail.com

Programa de Pós-graduação em Economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5055-2477>.

Daniel Caixeta Andrade – caixetaandrade@yahoo.com.br

Instituto de Economia e Relações Internacionais, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5045-1913>.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos pareceristas anônimos os comentários valiosos e à equipe de editoração da revista *Nova Economia*.

Contribuições dos autores

Luiz Henrique Bispo Santos: coleta de dados, análise de dados e escrita do texto.

Daniel Caixeta Andrade: supervisão do trabalho, revisão do texto e escrita do texto.

Sobre o artigo

Recebido em 4 de julho de 2023. Aprovado em 18 de dezembro de 2023.