

DO REAL AO BITCOIN: A TRAJETÓRIA DO VALOR MONETÁRIO NO BRASIL

Pedro Henrique Almeida Soares ¹
Maria Thalita Abreu Pereira ²
Emilly Moreira Lima ³
Willian Vitor Soares Almeida ⁴
Lucas Vieira Lima ⁵

RESUMO

Este artigo examina a evolução histórica do Real em contraste com o advento do Bitcoin enquanto estruturas monetárias de natureza oposta, investigando a magnitude da erosão do valor da moeda brasileira e as potencialidades e limitações da criptomoeda. O referencial teórico é plural, abrangendo as escolas Clássica, Keynesiana, Austríaca, Monetarista e a Economia Institucional, para compreender as distintas naturezas dos sistemas fiduciário e descentralizado. A metodologia adotou uma abordagem mista sequência explicativa. A etapa quantitativa analisou séries históricas do IPCA e da taxa de câmbio BRL/USD de julho de 1994 a dezembro de 2023, calculando a perda de poder de compra e a desvalorização cambial. A etapa qualitativa consistiu em uma revisão sistemática da literatura para uma análise conceitual comparativa estruturada. Os principais resultados quantitativos demonstraram que, em três décadas, o Real perdeu 87,93% do seu poder de compra interno e desvalorizou-se aproximadamente 560% frente ao dólar, evidenciando uma erosão persistente do seu valor. A análise qualitativa confirmou o Bitcoin como uma antítese técnica ao modelo fiduciário, materializando críticas da Escola Austríaca mediante sua escassez algorítmica e descentralização. Contudo, identificou limitações críticas que o impedem de funcionar como moeda plena: volatilidade de preços paralisante, elevado consumo energético, incerteza regulatória e barreiras de usabilidade. Conclui-se que, no estado atual, o Bitcoin atua mais como reserva de valor não-soberana ("ouro digital") do que como meio de troca, sugerindo uma coexistência complexa com o sistema fiduciário, rather than uma substituição simples.

Palavras-chave: Plano Real, Bitcoin, Inflação, Política Monetária, Moeda Fiduciária.

¹ Graduando em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: pedrohenriquefpt2@gmail.com;

² Graduanda em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: abreuthalita457@gmail.com;

³ Graduanda em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: emilly.moreira.lima60@aluno.ifce.edu.br;

⁴ Graduando em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: Willian.vitor09@aluno.ifce.edu.br;

⁵ Graduando em Licenciatura em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologias do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: limaviera22@gmail.com;

⁶ Professor orientador: Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Canindé, Ceará, Brasil. E-mail: joao.luiz@ifce.edu.br

INTRODUÇÃO

O lançamento do Plano Real, em julho de 1994, constitui um marco decisivo na trajetória macroeconômica brasileira, representando a transição de um regime de hiperinflação crônica para um ambiente de estabilidade monetária (Franco, 1995; Lara Resende, 2020). A nova moeda foi estruturada sobre uma âncora cambial e política de metas de inflação, baseadas em premissas ortodoxas de controle da oferta de moeda e credibilidade fiscal (Arida e Lara Resende, 2005). Durante a primeira década, o Real consolidou-se como instrumento eficaz de estabilização, mas sua capacidade de preservar o poder de compra mostrou-se limitada diante de choques externos e recorrentes déficits fiscais.

A inflação acumulada entre 1994 e 2023, superior a 600%, evidencia o efeito cumulativo da expansão monetária sobre o valor real da moeda — fenômeno que remete às formulações clássicas de Fisher (1911) e Friedman (1969), para os quais a inflação é essencialmente um processo monetário. Sob essa perspectiva, o Real exemplifica as tensões entre soberania monetária e disciplina fiscal no contexto de economias emergentes.

Paralelamente, o advento do Bitcoin em 2009 introduziu uma ruptura epistemológica no conceito de moeda, ao propor uma forma de dinheiro pseudônimo, descentralizado e imune à manipulação política (Nakamoto, 2008). O protocolo de consenso distribuído e a oferta rigidamente limitada a 21 milhões de unidades materializam uma visão de política monetária não discricionária, aproximando-se da agenda hayekiana de desestatização da moeda (Hayek, 1976; Selgin, 2015).

Este artigo busca, portanto, comparar o desempenho e os fundamentos teóricos do Real e do Bitcoin, investigando de que modo seus respectivos regimes de confiança — estatal e algorítmica — influenciam a estabilidade, a liquidez e a função de reserva de valor. A análise articula métodos quantitativos e qualitativos, com o intuito de compreender como os paradigmas fiduciário e criptográfico se relacionam no atual ecossistema financeiro global, em que as fronteiras entre moeda e ativo digital tornam-se progressivamente difusas (Goodhart & Lastra, 2020).

REFERENCIAL TEÓRICO

A compreensão da natureza e das funções da moeda exige uma abordagem pluralista, capaz de integrar perspectivas clássicas, keynesianas, austríacas, monetaristas e institucionalistas. Cada uma dessas escolas interpreta o fenômeno monetário segundo pressupostos distintos sobre valor, tempo, racionalidade e intervenção estatal.

A tradição clássica e a neutralidade da moeda

A escola clássica, consolidada no século XIX, concebe a moeda primordialmente como um meio neutro de troca, cuja função é facilitar a circulação de bens e serviços, sem afetar o produto real da economia. Essa concepção é formalizada por Irving Fisher

(1911) na conhecida equação de troca ($MV = PT$), segundo a qual o nível geral de preços (P) varia proporcionalmente à quantidade de moeda (M), assumindo estabilidade na velocidade de circulação (V) e no volume de transações (T). A partir desse modelo, a inflação é entendida como resultado direto de uma expansão monetária superior ao crescimento real do produto.

Essa visão sustenta a tese da neutralidade de longo prazo da moeda, posteriormente reforçada por autores neoclássicos, para os quais as variações nominais não alteram os fundamentos reais da produção e do emprego (Snowdon e Vane, 2005). O Plano Real, inspirado em parte nessa tradição, baseou-se na disciplina monetária e na âncora cambial como instrumentos de estabilização.

Keynes e a preferência pela liquidez

Em contraposição, John Maynard Keynes (1936) introduziu a concepção de que a moeda exerce papel central na determinação da taxa de juros e do nível de atividade econômica. Ao desenvolver a teoria da preferência pela liquidez, Keynes rompeu com a neutralidade clássica, argumentando que a demanda por moeda depende das expectativas de agentes racionais quanto ao futuro, em especial sobre juros e incerteza.

Nesse contexto, a política monetária assume caráter ativo: a manipulação da taxa básica pode estimular investimento e emprego, atenuando recessões. A moeda, portanto, deixa de ser um mero meio de troca para tornar-se um ativo financeiro detentor de valor intrínseco à incerteza (Skidelsky, 2009). No caso brasileiro, as políticas de metas de inflação e controle da taxa Selic refletem essa herança keynesiana de gestão da liquidez e das expectativas.

A Escola Austríaca e a crítica à moeda fiduciária

A Escola Austríaca de Economia, representada por Ludwig von Mises (1912) e Friedrich A. Hayek (1976), propõe uma crítica radical à moeda estatal, argumentando que a expansão do crédito e a manipulação dos juros pelos bancos centrais distorcem a estrutura de capital e geram ciclos artificiais de expansão e crise. Para Mises, a inflação não é apenas um fenômeno monetário, mas uma forma de redistribuição coercitiva de riqueza, pois reduz o poder de compra dos detentores de moeda em benefício dos emissores.

Hayek, por sua vez, advoga a desestatização da moeda, sustentando que a concorrência entre emissões privadas seria capaz de preservar o valor da moeda por meio da disciplina do mercado. Essa proposta antecipa o ideal de uma moeda descentralizada e de base tecnológica — no qual o Bitcoin, décadas depois, se inspira ao eliminar a necessidade de autoridade central e garantir escassez por meio de algoritmos (Selgin, 2015; White, 2012).

O monetarismo e a estabilidade da oferta de moeda

O monetarismo, desenvolvido por Milton Friedman (1969), retoma a tradição quantitativista de Fisher, mas insere a política monetária em um contexto de expectativas racionais. Friedman argumenta que, embora a moeda possa influenciar o produto no curto prazo, no longo prazo ela apenas determina o nível de preços. Sua proposta de regra de crescimento fixo da oferta monetária buscava eliminar a discricionariedade dos bancos centrais e estabilizar a inflação.

Essa visão influenciou diretamente os regimes de metas de inflação adotados em diversos países, inclusive o Brasil, a partir de 1999 (Bogdanski, Tombini e Werlang, 2000). A política monetária baseada em regras — em oposição à política discricionária keynesiana — expressa a confiança no controle técnico da quantidade de moeda como instrumento de estabilidade.

O institucionalismo e a confiança na moeda

Por fim, o institucionalismo concebe a moeda não apenas como instrumento econômico, mas como uma instituição social dependente de normas, confiança e legitimidade (North, 1990; Hodgson, 2006). Nesse paradigma, a estabilidade monetária resulta da coerência entre as instituições que sustentam a confiança pública — como bancos centrais, marcos legais e credibilidade política.

Autores contemporâneos, como Christensen e Lounsbury (2019), argumentam que o valor da moeda repousa sobre convenções e expectativas compartilhadas, mais do que sobre lastros físicos ou matemáticos. Tal abordagem permite compreender o Real como produto de uma coalizão institucional de confiança no Estado, e o Bitcoin como alternativa emergente baseada em uma nova forma de confiança — a confiança algorítmica (Maurer, Nelms & Swartz, 2013; Böhme et al., 2015).

Síntese interpretativa

O diálogo entre essas escolas revela a dualidade contemporânea da moeda: de um lado, a autoridade soberana e o controle institucional; de outro, a autonomia descentralizada e a confiança tecnológica. O Real e o Bitcoin corporificam, portanto, visões opostas de política monetária — a primeira ancorada na credibilidade do Estado, e a segunda, na criptografia como substituto da autoridade central (Narayanan et al., 2016). Essa tensão teórica estrutura o debate sobre o futuro do dinheiro em sociedades cada vez mais digitalizadas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa adota uma **abordagem mista sequencial explicativa**, combinando procedimentos **quantitativos e qualitativos** de modo complementar, conforme o modelo proposto por **Creswell (2014)** e **Creswell e Plano Clark (2018)**. Essa estratégia metodológica permite uma articulação entre análise empírica e interpretação teórica, assegurando profundidade na compreensão do fenômeno monetário sob múltiplas dimensões.

Desenho e abordagem de pesquisa

O estudo estrutura-se em duas fases principais:

- (1) uma **análise quantitativa** de séries temporais relacionadas à inflação (IPCA) e à taxa de câmbio BRL/USD no período de **1994 a 2023**; e
- (2) uma **análise qualitativa e interpretativa** sobre os fundamentos teóricos e institucionais do Real e do Bitcoin, a partir de revisão sistemática da literatura e análise documental.

O desenho de pesquisa baseia-se no paradigma **explicativo sequencial** (Creswell, 2014), em que os resultados quantitativos orientam e fundamentam a interpretação qualitativa subsequente. Assim, os achados empíricos servem como ponto de partida para o exame teórico das causas e implicações da perda de poder de compra do Real e da valorização relativa do Bitcoin.

Procedimentos quantitativos

A etapa quantitativa envolveu a **coleta e análise de dados secundários** obtidos junto a fontes oficiais, notadamente o **Banco Central do Brasil (BCB)**, o **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)** e a **Plataforma Federal Reserve Economic Data (FRED)**. Foram analisadas as séries anuais do **Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)** e da **taxa de câmbio média anual BRL/USD**, compreendendo o intervalo de 1994 — ano de implementação do Plano Real — até 2023.

As séries foram tratadas e visualizadas por meio de estatística descritiva e de **análise de tendência temporal**, utilizando percentuais acumulados e variação média anual. Esse método permite observar o comportamento de longo prazo dos preços e a perda de poder aquisitivo da moeda nacional. Além disso, realizou-se a **comparação relativa** com o comportamento de valorização do Bitcoin, tomando como referência seu preço médio anual em dólares entre 2010 e 2023 (Coin Market Cap, 2024).

A escolha desse recorte temporal e dos indicadores visa capturar a **trajetória histórica de estabilidade e erosão monetária** do Real, bem como a consolidação do Bitcoin enquanto ativo alternativo e reserva de valor. Esse tipo de análise longitudinal é amplamente empregado em estudos monetários comparativos (Friedman & Schwartz, 1982; Bordo & Jeanne, 2017).

Procedimentos qualitativos

Na fase qualitativa, foi conduzida uma **revisão sistemática da literatura** com base nos protocolos do método **PRISMA** (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and

Meta-Analyses) conforme recomendado por **Page et al. (2021)**. Foram consultadas bases acadêmicas como **Scopus, Web of Science e Google Scholar**, utilizando palavras-chave em português e inglês relacionadas a: *Real, Plano Real, Bitcoin, moeda fiduciária, política monetária, inflação, fiat money, cryptocurrency*.

Os critérios de inclusão envolveram publicações revisadas por pares entre 1994 e 2024, enquanto os critérios de exclusão eliminaram textos opinativos e documentos não acadêmicos. As obras selecionadas foram classificadas de acordo com suas escolas teóricas predominantes — clássica, keynesiana, austríaca, monetarista e institucionalista —, permitindo a construção de um quadro interpretativo comparativo.

Complementarmente, foi realizada uma **análise documental** de relatórios do Banco Central, comunicados de política monetária e white papers sobre o Bitcoin (Nakamoto, 2008), de modo a contextualizar as decisões de política monetária e suas repercussões no poder de compra e na confiança institucional.

Estratégia de integração dos dados

A etapa final da pesquisa consistiu na **integração dos resultados quantitativos e qualitativos** para a construção de uma análise interpretativa coerente. O método adotado foi o de **triangulação convergente** (Denzin, 2012), que busca validar os resultados mediante cruzamento de diferentes fontes e perspectivas. Os dados numéricos foram interpretados à luz das teorias monetárias discutidas no referencial teórico, enquanto os achados qualitativos ofereceram suporte conceitual para a compreensão das tendências empíricas observadas.

Essa integração permite compreender não apenas **o comportamento estatístico das variáveis econômicas**, mas também **as estruturas institucionais e simbólicas** que sustentam a confiança no Real e no Bitcoin. Assim, a metodologia empregada alinha-se à tradição pluralista da economia política, que valoriza a complementaridade entre análise empírica e interpretação teórica (Dow, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A trajetória do Real (1994–2023): estabilidade inicial e erosão persistente

A análise empírica dos indicadores monetários evidencia que o **Plano Real**, embora tenha representado um êxito histórico na contenção da hiperinflação, revelou limitações estruturais na manutenção do poder de compra ao longo de três décadas. Entre **julho de 1994 e dezembro de 2024**, o **Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA)** acumulou variação de **728,26%**, resultando em uma **perda de 87,93%** do poder aquisitivo original da moeda.

Essa erosão sistemática confirma o argumento clássico de que “a inflação é sempre e em qualquer lugar um fenômeno monetário” (Friedman, 1963), refletindo o impacto

cumulativo da expansão da base monetária sobre o nível geral de preços. Em termos comparativos, um bem que custava **R\$100,00 em 1994** exigia **R\$828,26 em 2024**, de modo que o poder de compra efetivo do Real reduziu-se a apenas **12,07%** do valor inicial.

A **taxa de câmbio BRL/USD**, por sua vez, apresentou trajetória de **desvalorização acumulada de aproximadamente 560%** no mesmo período — de **R\$0,938 por dólar em 1994** para **R\$6,19 em dezembro de 2024** (Banco Central do Brasil, 2024). Essa tendência reflete o fenômeno de “**pass-through cambial**”, em que choques externos e depreciação do câmbio impactam o nível de preços internos (Carvalho & Sicsú, 2009).

A perda de poder de compra do Real, portanto, não se deve apenas a imperfeições de política monetária, mas também a **fatores estruturais de natureza fiscal, política e institucional**, que restringem a credibilidade de longo prazo da moeda (Giambiagi & Além, 2016). Conforme argumenta **North (1990)**, o desempenho monetário está condicionado à solidez das instituições que sustentam as regras do jogo econômico — e o Brasil, historicamente, enfrenta fragilidades nessa dimensão.

Tabela 1: Evolução de Indicadores Monetários Brasileiros (1994-2023) - Dados Oficiais Corrigidos

Ano	Índice IPCA	Variação Acumulada	Câmbio BRL/USD	Poder de Compra do Real	Desvalorização Cambial Nominal
Jun/1994	100.00	6,84%	0.938	100.0%	-
Dez/1994	116.519	16,519%	0,856	85,82%	-8,74%
Dez/2003	260,062	160,062%	2,89	38,45%	208,10%
Dez/2013	445,06	345,059%	2,35	22,47%	150,53%
Dez/2023	790,09	690,092%	4,83	12,65%	414,92%
Dez/2024	828,26	728,26%	6.194	12.07%	560,34%

Análise da Evolução:

- Em 30 anos, o Real perdeu 87,93% do poder de compra internamente
- Desvalorizou-se 560,34% frente ao dólar no mesmo período
- Em 2024, o poder de compra teve leve queda (de 12,65% para 12,07%)

Fontes: Banco Central do Brasil, IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

O Bitcoin como antítese técnica e teórica: a materialização da crítica austríaca

Em contraste com o Real, o **Bitcoin** representa uma ruptura epistemológica na concepção de dinheiro. Seu desenho técnico fundamenta-se em uma lógica **descentralizada e inelástica**, conforme descrito no *whitepaper* de **Nakamoto (2008)**, que propõe um sistema monetário digital autônomo, baseado em prova criptográfica em vez de confiança institucional.

A oferta monetária fixa de **21 milhões de unidades**, combinada ao processo de **halving quadrienal**, concretiza a defesa austríaca de uma moeda escassa e resistente à manipulação política (Mises, 1912; Hayek, 1976). A escassez algorítmica do Bitcoin materializa, em termos tecnológicos, a concepção hayekiana de “desnacionalização do dinheiro”, em que a concorrência entre moedas privadas suplantava o monopólio estatal e disciplinaria a oferta monetária (Selgin, 2015).

A comparação entre o Real e o Bitcoin (Tabela 2) evidencia que, enquanto o primeiro opera sob **emissão elástica e governança centralizada**, o segundo é **invariável e regido por consenso distribuído** (*Proof-of-Work*). Essa dicotomia reflete o conflito entre dois regimes de confiança: a **confiança institucional**, típica das moedas fiduciárias, e a **confiança algorítmica**, sustentada pela verificabilidade matemática.

Contudo, o Bitcoin enfrenta **volatilidade extrema**, com desvios-padrão anuais superiores a 80% em determinados períodos (Baur, Hong & Lee, 2018). Essa instabilidade inviabiliza, até o presente, seu uso cotidiano como unidade de conta ou meio de troca — funções essenciais de uma moeda segundo **Keynes (1936)** e **Fisher (1911)**. Em vez de substituir o dinheiro fiduciário, o Bitcoin assume o papel de **reserva de valor especulativa**, frequentemente interpretada como “ouro digital” (Dyhrberg, 2016), servindo mais como **ativo de proteção patrimonial** do que como instrumento transacional.

Tabela 2: Análise de Risco Comparativa - Real vs. Bitcoin

Categoria de Risco	Real (Sistema Fiduciário)	Bitcoin (Rede Aberta)	Observações Técnicas
Risco Inflacionário	Alto (Perda de 87,93% do poder de compra em 30 anos)	Nulo (oferta monetária fixa)	Bitcoin: risco de volatilidade de preços $\neq$ inflação monetária
Risco de Confisco/Censura	Moderado-Alto (Sujeito a decisões judiciais e controle estatal)	Muito Baixo (T tecnicamente inviável em carteiras auto-custodiadas)	Bitcoin oferece resistência técnica à censura
Risco Sistêmico/Contraparte	Alto (Exposição a crises bancárias e instabilidade política)	Baixo (Não requer intermediários para custódia)	Risco concentrado vs. risco distribuído

Risco Regulatório	Baixo (Moeda de curso forçado com lastro legal)	Alto (Ambiente regulatório em evolução global)	Bitcoin sujeito a incertezas jurídicas
Risco Tecnológico	Baixo (Infraestrutura centralizada e testada)	Moderado (Possibilidade teórica de ataques de 51% e bugs)	Bitcoin: segurança comprovada mas não imune
Volatilidade	Baixa (Desvio padrão anual: 2-6%)	Extremamente Alta (Desvio padrão anual: 80-100%)	Dados baseados em comportamento histórico

Fonte: Elaboração própria com base na análise teórica e empírica.

Tabela 3: Análise Comparativa de Sistemas Monetários

Dimensão	Real (Fiduciário)	Bitcoin (Rede Aberta)	Implicações
Emissão Monetária	Elástica (BC controla oferta via política discricionária)	Inelástica (21 milhões, halving quadrienal)	Real: sujeito à inflação; Bitcoin: sujeito à deflação
Governança	Centralizada (COPOM, Ministério da Fazenda)	Descentralizada (Consenso Proof-of-Work)	Governança política vs. tecnocrática
Lastro	Fiduciário (Confiança no Estado)	Criptográfico (Custo computacional do PoW)	Confiança institucional vs. verificação matemática
Funções Monetárias	- Meio de troca universal - Unidade de conta - Reserva de valor instável	- Reserva de valor emergente - Meio de troca limitado - Unidade de conta impraticável	Trade-off entre praticidade e soberania

Volatilidade	Baixa/Moderada (Gerenciada via política monetária)	Extremamente Alta (Mercado especulativo e ilíquido)	Estabilidade vs. Descoberta de preço
Soberania	Delegada (Risco de controle estatal e bancário)	Individual (Custódia própria de chaves privadas)	Usuário como cliente vs. usuário como soberano

Limitações e Críticas ao Bitcoin: Uma Análise Abrangente Para Além do Hype

A análise revela um conjunto substantivo e inter-relacionado de obstáculos à adoção plena do Bitcoin como moeda, os quais frequentemente são subestimados na literatura entusiasta.

Sustentabilidade Ambiental e Energética do Bitcoin: Uma Análise Neutra (2025)

O mecanismo **Proof-of-Work (PoW)** que sustenta a rede Bitcoin consome entre **143 e 201 TWh por ano** — volume comparável ao da Holanda (~120 TWh) ou da Argentina (~140 TWh). A segurança da rede é diretamente proporcional ao poder computacional aplicado na mineração, o que explica o elevado consumo.

Pontos Negativos e Preocupações Ambientais

A pegada de carbono anual da mineração é estimada em **~55 milhões de toneladas de CO₂** em 2025 — em queda frente aos 65–75 Mt de 2024. A **intensidade média por transação** situa-se entre **250 e 350 kg CO₂**, ainda elevada, mas distante do pico de 669 kg registrado em 2021 (quando o carvão chinês dominava).

O mix energético global da mineração em 2025 é:

- **29% carvão**
- **20% gás natural**
- **25% hidrelétrica**
- **15% eólica/solar**
- **10% nuclear**

Esses números refletem a migração de mineradores para regiões renováveis (Texas, Quebec, Islândia) e a saída da China pós-banimento de 2021. Ainda assim, há pressão regulatória crescente: o **FMI** propõe taxaço de carbono específica para mineradores, e a **União Europeia** estuda sistemas de “carbon scoring” para operações de PoW.

Pontos Positivos e Respostas do Mercado

O setor demonstra **autorregulação e inovação acelerada**:

- **54,5% da energia usada na mineração é sustentável** (hidrelétrica, eólica, solar e nuclear) — segundo o **Bitcoin Mining Council (Q1 2025)**.
- A **eficiência dos ASICs** avança ~12% ao ano (ex: Bitmain S21 e MicroBT M60).

- Mineradores atuam como **consumidores de última instância** de energia excedente em grids renováveis (ERCOT no Texas, Noruega, Quebec).
- Inovações como **mineração com gás de exaustão (flare gas)** — Crusoe Energy — e **gás de aterros sanitários** — Marathon Digital — reduzem emissões indiretas de metano em até 63% por operação.

A **intensidade de carbono por Bitcoin minerado** caiu para **358 kg CO₂/BTC** em 2025 — tendência de longo prazo positiva.

Conclusão:

O impacto ambiental do Bitcoin permanece elevado, mas está em clara trajetória de redução. A combinação de migração para renováveis, eficiência tecnológica e uso de energia desperdiçada torna o PoW mais sustentável do que em 2021. A pressão regulatória é legítima — mas o setor responde com transparência, inovação e autorregulação. O debate não é mais “PoW vs. meio ambiente”, mas “como otimizar o PoW dentro de um sistema energético global em transição”.

- **Incerteza Regulatória e Risco Sistêmico:**

Governos e bancos centrais globais ainda definem seu posicionamento sobre as criptomoedas, oscilando entre a tolerância, a regulação restritiva e a proibição pura e simples (como na China e na Índia por períodos). A possibilidade de proibições, restrições severas à mineração, à conversão para moeda fiduciária ou à sua utilização em transações comerciais cria um risco regulatório significativo que desincentiva a adoção institucional e por grandes empresas. Ademais, a ausência de um emissor central ou mecanismo de lender of last resort torna o sistema intrinsecamente vulnerável a ataques de 51% (embora economicamente custosos num estágio maduro da rede) e não oferece qualquer proteção ou recurso ao usuário em caso de perda de chaves, erro em transações ou falência de corretoras.

- **Barreiras Técnicas, de Usabilidade e o Problema da Escalabilidade:**

A custódia segura de chaves privadas ("not your keys, not your coins") é uma responsabilidade complexa e alienante para o usuário médio, acostumado à recuperação de senhas e ao suporte ao cliente dos bancos tradicionais. A perda da chave privada implica na perda irreversível e absoluta dos fundos, um evento que já tornou inacessíveis milhões de bitcoins. Este modelo de "bancarização sem banco" é, ao mesmo tempo, sua maior força em termos de soberania e uma das maiores barreiras à adoção massiva. Adicionalmente, a rede principal do Bitcoin (layer 1) processa um número limitado de transações por segundo (c. 7 TPS), resultando em taxas elevadas e lentidão em períodos de congestionamento, tornando-a impraticável para micro transações ou pagamentos do dia a dia. Soluções de segunda camada, como a Lightning Network, buscam resolver este problema, mas introduzem complexidade adicional e trade-offs de segurança.

Tabela 4: Análise de Risco Comparativa: Principais Vulnerabilidades

Categoria de Risco	Real (Sistema Fiduciário)	Bitcoin (Rede Aberta)
Risco Inflacionário	Alto (Erosão contínua do poder de compra, ~88% em 30 anos)	Nulo (Oferta fixa e previsível de 21 milhões de unidades)
Risco de Confisco/Censura	Moderado-Alto (Dependente do arcabouço legal e decisões judiciais)	Muito Baixo (Tecnicamente inviável para carteiras auto-custodiadas)
Risco Sistêmico/Contraparte	Alto (Exposição a crises bancárias, <i>bail-ins</i> , instabilidade política)	Baixo (Não há intermediários necessários para a custódia ou liquidação)
Risco Regulatório	Baixo (Moeda de curso forçado, lastro legal e ampla aceitação)	Alto (Ambiente regulatório em evolução, possibilidade de restrições ou banimentos)
Risco Tecnológico	Baixo (Sistemas centralizados, redundantes e amplamente testados)	Moderado (Bugs no código, ataques de 51% teoricamente possíveis, falhas na custódia individual)
Risco de Volatilidade	Baixo (Flutuações geralmente contidas dentro de parâmetros previsíveis)	Extremamente Alto (Variações de preço drásticas e frequentes no curto e médio prazo)

Fonte: Elaboração própria.

DISCUSSÃO

Os resultados quantitativos, agora devidamente corrigidos e verificados, confirmam de forma inequívoca a erosão substancial do valor do Real como reserva de valor no longo prazo. Entre 1994 e 2024, o Real perdeu 87,93% de seu poder de compra, com uma inflação média de 7,20% ao ano. Esse dado, agora corrigido e confirmado, reforça as críticas austríacas sobre a fragilidade das moedas fiduciárias sob gestão estatal, que tendem a erodir o valor ao longo do tempo. Embora o Real tenha domado a hiperinflação e estabilizado a economia brasileira, sua depreciação crônica alimenta a busca por alternativas de preservação patrimonial, como o Bitcoin.

Inspirado na visão hayekiana de “desnacionalização do dinheiro”, o Bitcoin não depende de emissores privados concorrentes, como Hayek imaginava, mas de um

protocolo global, descentralizado e com escassez absoluta. Essa característica desafia diretamente a elasticidade das moedas fiduciárias, criticada por Mises e Rothbard como um “confisco silencioso”. A possibilidade de custodiar e transferir valor sem intermediários confere ao Bitcoin uma soberania financeira inédita, protegendo contra abusos estatais, como previsto por Hayek.

No entanto, a realidade impõe limites. A perspectiva keynesiana alerta para o risco de uma moeda inflexível, como o Bitcoin, gerar deflação, desestimulando consumo e investimento – o temido “paradoxo da frugalidade”. Monetaristas, por sua vez, questionam sua volatilidade extrema, que compromete sua função como meio de troca estável, essencial para o cálculo econômico. Já a Economia Institucional lembra que a confiança no Bitcoin, embora descentralizada, depende da robustez criptográfica, da integridade do código e da adesão contínua de sua comunidade. Trata-se de uma instituição social em construção, sujeita a crises de confiança tão reais quanto as das moedas tradicionais.

O debate, portanto, não é uma escolha entre o Real e o Bitcoin. O fiduciário oferece estabilidade operacional e integração econômica, mas a custo de erosão de valor e controle centralizado. O Bitcoin garante soberania e escassez, mas sofre com volatilidade, imaturidade institucional e barreiras técnicas. Como observam Batista & Alves (2021), "há, no entanto, indícios de que o Bitcoin está assumindo características de uma commodity e se distanciando da sua concepção original de moeda para transações. Não é por outro motivo que ele vem sendo cada vez mais chamado de 'ouro digital'". Assim, o Bitcoin se consolida mais como uma reserva de valor especulativa e um hedge contra a desvalorização do que como moeda para transações cotidianas.

Contudo, essa visão de coexistência pacífica ignora a superioridade gritante do Bitcoin como reserva de valor a longo prazo. Enquanto o Real perdeu 87,93% de seu poder de compra desde 1994, o Bitcoin, desde seu início em 2009, valorizou-se astronomicamente – de frações de centavo para cerca de 584.994,78 BRL em 2024, representando um ganho de milhões de por cento. No mesmo período (2009-2025), o Real acumulou uma inflação cumulativa de aproximadamente de 137,807380%, resultando em uma perda de cerca de 57,94916037% no poder de compra. Essa disparidade sugere que o Bitcoin não apenas compete, mas pode eventualmente suplantear moedas fiduciárias como o Real, especialmente se a adoção crescer e a volatilidade diminuir. As Moedas Digitais de Banco Central (CBDCs) podem tentar mesclar inovações do Bitcoin, como liquidação instantânea, com o controle estatal, mas correm o risco de perpetuar os mesmos problemas de erosão e centralização.

Para o Brasil, o desafio é duplo: fortalecer a credibilidade do Real para conter sua depreciação e regular o Bitcoin com equilíbrio, incentivando a inovação sem negligenciar a estabilidade financeira e a proteção ao consumidor. No entanto, dada a trajetória, o futuro pode inclinar-se para uma transição rumo a ativos como o Bitcoin, em vez de mera coexistência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstrou de forma robusta que a trajetória do Real brasileiro foi marcada por um sucesso histórico e inequívoco na estabilização de preços de curto prazo, seguido por uma erosão gradual, porém profunda e quantificada, de seu poder de compra no longo prazo, com uma perda acumulada de 87,93% entre julho de 1994 e

dezembro de 2024. Paralelamente, identificou no Bitcoin um paradigma tecnológico e teoricamente disruptivo que incorpora soluções formais para as críticas austríacas ao sistema fiduciário, notadamente no que tange à escassez programada, descentralização e soberania individual.

Contudo, a análise crítica multidimensional evidenciou que as limitações práticas do Bitcoin – sua volatilidade extrema (que o impede de funcionar como meio de troca e unidade de conta estáveis), seus custos energéticos substantivos (ainda que estudos apontem para um uso crescente de energia renovável) e os desafios regulatórios e de usabilidade que enfrenta – são de tal magnitude que o impedem, no cenário atual e previsível, de funcionar como uma moeda completa e universal. Sua principal função econômica consolida-se, assim, como a de reserva de valor não-soberana, ativo especulativo e *hedge* contra a desconfiança sistêmica – um "ouro digital" para o século XXI.

As implicações dessa dupla realidade são profundas. Para formuladores de política econômica, o desafio permanece o de fortalecer a credibilidade do Real, combatendo sua erosão crônica de valor através de instituições sólidas e políticas macroeconômicas responsáveis. Para a sociedade, a lição é a da importância da educação financeira e da diversificação patrimonial, compreendendo as vantagens comparativas, os riscos distintos e as funções complementares que o sistema fiduciário tradicional e os novos ativos digitais como o Bitcoin podem desempenhar na preservação da riqueza no longo prazo. O futuro do ecossistema monetário não aponta para uma substituição, mas para uma coexistência complexa onde diferentes tecnologias e instituições servirão a diferentes necessidades econômicas e preferências de soberania individual.

AS IMPLICAÇÕES DESTE ESTUDO SÃO MULTIFACETADAS

1. Para os Cidadãos e Investidores: Oferece uma análise realista que desmistifica tanto os excessos de pessimismo em relação ao Real quanto o otimismo irrestrito em relação ao Bitcoin. Destaca a importância de uma estratégia de diversificação patrimonial que compreenda os trade-offs de cada ativo.
2. Para os Formuladores de Política Econômica: Ressalta a necessidade imperiosa de se combater a inflação estrutural e recuperar a credibilidade do Real como reserva de valor, sob pena de ver uma fuga progressiva de poupanças para alternativas externas. Ao mesmo tempo, aponta para a necessidade de uma regulação das criptomoedas que seja clara, proporcional e que não sacrifique a inovação em nome de um controle excessivo.
3. Para a Academia: Aponta a fertilidade de uma abordagem teórica pluralista para o estudo do dinheiro, que vá além dos silos disciplinares e incorpore as perspectivas da tecnologia, da economia institucional e das finanças.

LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Este trabalho, como qualquer investigação acadêmica, possui limitações. A análise quantitativa focou-se em dados macroagregados nacionais, e uma investigação microeconômica sobre o perfil sociodemográfico, as motivações e os comportamentos dos adoptantes de Bitcoin no Brasil seria um complemento valioso. Ademais, a velocidade vertiginosa da inovação no espaço cripto significa que novas camadas de tecnologia (e.g., Lightning Network, sidechains), a transição de outras redes para Proof-of-Stake (menos intensivo em energia) ou o desenvolvimento de CBDCs podem

alterar significativamente a equação de limitações e oportunidades aqui apresentada. Pesquisas futuras deveriam, portanto:

1. Investigar empiricamente, através de surveys e entrevistas, a correlação entre a adoção de Bitcoin no Brasil e índices de desconfiança institucional, inflação percebida e experiência histórica com crises monetárias.
2. Modelar o impacto macroeconômico de cenários de adoção massiva de CBDCs no Brasil, considerando seus efeitos sobre inclusão financeira, política monetária e estabilidade bancária.
3. Avaliar de forma técnica e imparcial o potencial e os limites de soluções de segunda camada (Layer 2) para resolver os problemas de escalabilidade e volatilidade do Bitcoin, analisando seus trade-offs de segurança e descentralização.
4. Realizar uma análise comparativa do desempenho do Bitcoin frente a outros ativos de proteção contra a inflação no contexto brasileiro, como o ouro, imóveis e ações, utilizando métricas de risco-retorno ajustadas.

O futuro do valor monetário será, sem dúvida, moldado pela interação complexa e imprevisível entre estes dois paradigmas antagônicos - o fiduciário estatal e o criptográfico descentralizado. Compreender esta dinâmica é crucial para navegar os desafios monetários das próximas décadas.

REFERÊNCIAS

NAKAMOTO, S. Bitcoin: a peer-to-peer electronic cash system. 2008. Disponível em: https://bitcoin.org/files/bitcoin-paper/bitcoin_pt_br.pdf. Acesso em: 15 mai. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Sistema de Índices de Preços. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 mai. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Sistema Gerenciador de Séries Temporais (SGS). Disponível em: [BCB - Calculadora do cidadão](#) . Acesso em: 15 mai. 2024.

KEYNES, J. M. A teoria geral do emprego, do juro e da moeda. Tradução de José Carlos Barbosa dos Santos. São Paulo: Nova Cultural, 1996.

MINSKY, H. P. *Stabilizing an unstable economy*. New Haven: Yale University Press, 1986.

MISES, L. von. *The theory of money and credit*. Indianapolis: Liberty Fund, 1981.

NORTH, D. C. Instituições, mudança institucional e desempenho econômico. Tradução de Alexandre Morales. [S.l.]: [s.n.], 2018.

ROTHBARD, M. N. O que o governo fez com o nosso dinheiro? Tradução de Leandro Augusto Gomes Roque. São Paulo: Instituto Ludwig von Mises Brasil, 2013.

HAYEK, F. A. A desnacionalização do dinheiro: uma forma de travar a inflação. Tradução de Pedro Almeida Jorge. Lisboa: Actual Editora, 2023.

FRIEDMAN, M. Inflação: suas causas e consequências. Tradução de Lucy Marques. [S.l.]: [s.n.], 1969.

FISHER, I. *The purchasing power of money*. New York: Macmillan, 1911.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução de Magda França Lopes. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

CHRISTENSEN, C. M. O dilema do inovador. São Paulo: M. Books, [s.d.].

BRAUN, V.; CLARKE, V. Usando a análise temática em psicologia. *Qualitative Research in Psychology*, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. Tradução de Luiz Fernando Mackedanz. Disponível em: <https://doceru.com/doc/xxn1vs0c>. Acesso em: 25 out. 2025.

Batista, D., Alves, C., (2021). Análise do impacto do Bitcoin na eficiência de uma carteira diversificada para investidores brasileiros. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 23(2), primeira página-última página.

BITCOIN MINING COUNCIL. Bitcoin Mining Council Q1 2025 Report. [S.l.]: Bitcoin Mining Council, 2025. Disponível em: <https://bitcoinminingcouncil.com/wp-content/uploads/2025/04/BMC-Q1-2025.pdf>. Acesso em: 28 out. 2025.

CAMBRIDGE CENTRE FOR ALTERNATIVE FINANCE. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index (CBECI). Cambridge: University of Cambridge, 2025a. Disponível em: <https://ccaf.io/cbeci/index>. Acesso em: 28 out. 2025.

CAMBRIDGE CENTRE FOR ALTERNATIVE FINANCE. Greenhouse Gas Emissions Model. Cambridge: University of Cambridge, 2025b. Disponível em: <https://ccaf.io/cbeci/ghg>. Acesso em: 28 out. 2025.

COINSHARES. Bitcoin Mining Report 2025. [S.l.]: CoinShares, 2025. Disponível em: <https://coinshares.com/insights/research/bitcoin-mining-report-2025>. Acesso em: 28 out. 2025.

CRUSOE ENERGY SYSTEMS. 2025 Environmental Impact Report. [S.l.]: Crusoe Energy, 2025. Disponível em: <https://crusoe.energy/impact>. Acesso em: 28 out. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Data and Statistics: Electricity Consumption by Country. Paris: IEA, 2024. Disponível em: <https://www.iea.org/data-and-statistics>. Acesso em: 28 out. 2025.