REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

MODELO DINÂMICO DE EXTRAÇÃO TECNO-FEUDAL (MDET)

DYNAMIC TECHNO-FEUDAL EXTRACTION MODEL (MDET)

MODELO DINÁMICO DE EXTRACCIÓN TECNO-FEUDAL (MDET)

Paulo Salgado Zenha Carneiro
Mestre em Engenharia de Processos, Universidade Federal do Pará, Brasil
E-mail: paulozenha@outlook.com
ORCID: 0000-0002-4181-5594

Sergio Roberto Pinto
Doutor em Contabilidade e Administração, FUCAPE, Brasil
E-mail: sergio.pinto@ufma.br
ORCID: 0000-0003-0788-012X

Resumo

O presente estudo propõe o Modelo Dinâmico de Extração Tecno-Feudal (MDET), uma formalização exploratória e heurística que simula dinâmicas de concentração de riqueza, desemprego estrutural e degradação do bem-estar social sob o tecno feudalismo de plataforma. Utilizando um sistema de equações diferenciais ordinárias acopladas de três variáveis — capital acumulado das elites tecno-financeiras (W), taxa de desemprego estrutural medida (U) e Índice de Sofrimento Social (S) —, o modelo investiga condições de estabilidade e divergência em três cenários hipotéticos: tecno feudalismo regulado (baseline), tecno-feudalismo puro (inercial) e intervenção redistributiva (Robin Hood Digital). Sob os pressupostos do modelo, o cenário inercial diverge explosivamente, com o capital W crescendo sem limite e o Índice de Sofrimento Social S atingindo o colapso total em aproximadamente 15 ciclos. A análise de sensibilidade revela que a elasticidade de captura do desemprego (β) e as externalidades do capital (μ) são os parâmetros mais críticos para a dinâmica de ruptura. No cenário de intervenção, uma drenagem de apenas 0,08% do capital por ciclo foi suficiente para estabilizar o sistema. Conclui-se que, no espaço paramétrico explorado, a trajetória do tecno feudalismo de plataforma sem mecanismos redistributivos é matematicamente instável, embora intervenções tecnicamente viáveis existam. O modelo é apresentado como exercício teórico-exploratório, sem pretensão preditiva sobre datas específicas de colapso civilizacional.

Palavras-chave: Tecno feudalismo de Plataforma; Desigualdade Econômica; Modelagem Matemática Exploratória; Automação; Sistemas Dinâmicos; Tecno-feudalismo.

Abstract

This study proposes the Dynamic Techno-Feudal Extraction Model (MDET), an exploratory and heuristic formalization that simulates dynamics of wealth concentration, structural unemployment, and degradation of social well-being under platform capitalism. Using a system of three coupled ordinary differential equations — accumulated capital of techno-financial elites (W), measured structural unemployment rate (U), and Social Suffering Index (S) —, the model investigates stability and divergence conditions in three hypothetical scenarios: regulated capitalism (baseline), pure techno-feudalism (inertial), and redistributive intervention (Digital Robin Hood). Under the model's assumptions, the inertial scenario diverges explosively, with capital W growing without bound and the

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

Social Suffering Index S reaching total collapse in approximately 15 cycles. Sensitivity analysis reveals that the unemployment capture elasticity (β) and capital externalities (μ) are the most critical parameters for rupture dynamics. In the intervention scenario, a drainage of only 0.08% of capital per cycle was sufficient to stabilize the system. We conclude that, in the explored parametric space, the trajectory of platform capitalism without redistributive mechanisms is mathematically unstable, although technically viable interventions exist. The model is presented as a theoretical-exploratory exercise, without predictive claims regarding specific dates of civilizational collapse.

Keywords: Platform Capitalism; Economic Inequality; Exploratory Mathematical Modeling; Automation; Dynamical Systems; Techno-Feudalism.

Resumen

El presente estudio propone el Modelo Dinámico de Extracción Tecno-Feudal (MDET), una formalización exploratoria y heurística que simula dinámicas de concentración de riqueza, desempleo estructural y degradación del bienestar social bajo el tecno feudalismo de plataforma. Utilizando un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias acopladas de tres variables — capital acumulado de las elites tecno-financieras (W), tasa de desempleo estructural medida (U) e Índice de Sufrimiento Social (S) —, el modelo investiga condiciones de estabilidad y divergencia en tres escenarios hipotéticos: tecno feudalismo regulado (baseline), tecno-feudalismo puro (inercial) e intervención redistributiva (Robin Hood Digital). Bajo los supuestos del modelo, el escenario inercial diverge explosivamente, con el capital W creciendo sin límite y el Índice de Sufrimiento Social S alcanzando el colapso total en aproximadamente 15 ciclos. El análisis de sensibilidad revela que la elasticidad de captura del desempleo (β) y las externalidades del capital (μ) son los parámetros más críticos para la dinámica de ruptura. En el escenario de intervención, un drenaje de apenas 0,08% del capital por ciclo fue suficiente para estabilizar el sistema. Se concluye que, en el espacio paramétrico explorado, la trayectoria del tecno feudalismo de plataforma sin mecanismos redistributivos es matemáticamente inestable, aunque existen intervenciones técnicamente viables. El modelo se presenta como ejercicio teórico-exploratorio, sin pretensión predictiva sobre fechas específicas de colapso civilizacional.

Palabras clave: Tecno feudalismo de Plataforma; Desigualdad Económica; Modelación Matemática Exploratoria; Automatización; Sistemas Dinámicos; Tecno-feudalismo.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contexto e Motivação

O conceito de tecno-feudalismo, conforme articulado por Varoufakis (2024) em Technofeudalism: What Killed Capitalism, fundamenta-se na premissa de que o controle sobre os "servidores centrais" e os códigos proprietários funciona de forma análoga à posse das terras no período feudal. As plataformas digitais operam como feudos digitais e os usuários como servos que pagam tributos em dados e atenção. Shoshana Zuboff (2021), em The Age of Surveillance Capitalism, denominou este fenômeno de "tecno feudalismo de vigilância": uma nova lógica de acumulação

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

baseada na extração e predição do comportamento humano para fins de modificação comportamental em larga escala.

Piketty (2014) demonstrou empiricamente que, quando a taxa de retorno sobre o capital (r) excede a taxa de crescimento econômico (g), a concentração de riqueza aumenta indefinidamente. Stiglitz (2012) argumentou que a desigualdade extrema não é apenas injusta, mas ineficiente: reduz a demanda agregada, desincentiva o investimento em capital humano e gera instabilidade política. Brynjolfsson e McAfee (2014) documentaram o "grande desacoplamento" entre produtividade e emprego a partir dos anos 2000.

1.2. Objetivos e Escopo do Modelo

O presente estudo propõe uma formalização matemática exploratória das dinâmicas descritas acima. Trata-se de um modelo heurístico, não preditivo, concebido como "laboratório de experimentação" (SARGENT, 1982; STERMAN, 2000) para explorar possíveis trajetórias de retroalimentação positiva em sistemas socioeconômicos sob tecno feudalismo de plataforma.

O modelo não pretende: (a) prever datas específicas de colapso civilizacional; (b) substituir análises empíricas rigorosas; (c) estabelecer relações causais empiricamente validadas; (d) fazer recomendações políticas diretamente derivadas das equações.

O modelo pretende: (a) formalizar hipóteses sobre mecanismos de retroalimentação; (b) explorar sensibilidade de trajetórias a parâmetros; (c) gerar intuições sobre possíveis dinâmicas de instabilidade; (d) estimular debate interdisciplinar entre economia política, sistemas dinâmicos e estudos críticos da tecnologia.

1.3. Estrutura do Artigo

A Seção 2 apresenta a revisão da literatura. A Seção 3 apresenta a metodologia, dedução das equações, interpretação dos parâmetros e limitações. A Seção 4 reporta resultados das simulações e discussão. A Seção 5 conclui.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

Apêndices contêm análise matemática completa, código reprodutível e validação retrospectiva parcial.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A literatura sobre tecno feudalismo de plataforma e desigualdade econômica fundamenta-se em múltiplas tradições teóricas. Varoufakis (2024) propõe que o controle sobre infraestruturas digitais proprietárias constitui uma nova forma de poder econômico, análoga à propriedade feudal das terras. Zuboff (2021) desenvolve o conceito de tecno feudalismo de vigilância, destacando a extração de dados comportamentais como nova lógica de acumulação.

Piketty (2014) estabeleceu empiricamente a dinâmica r > g como condição suficiente para concentração crescente de riqueza. Stiglitz (2012) argumenta que a desigualdade extrema gera ineficiência econômica e instabilidade política. Brynjolfsson e McAfee (2014) documentam o desacoplamento entre produtividade e emprego decorrente da automação digital.

Case e Deaton (2020) identificaram as "mortes de desespero" como indicador epidemiológico de colapso de bem-estar em comunidades desindustrializadas. Harari (2018) alerta para a obsolescência potencial de grande parte da força de trabalho humana diante da inteligência artificial. Scheffer et al. (2009) desenvolveram métodos para detecção de sinais de alerta precoce em transições críticas de sistemas complexos.

A modelagem matemática de dinâmicas socioeconômicas tem precedentes clássicos em Goodwin (1967), com o modelo de ciclos de crescimento, e em Lotka (1925), com as equações de dinâmica populacional. Sterman (2000) sistematizou a aplicação de pensamento sistêmico à modelagem de negócios e políticas públicas.

3. METODOLOGIA

3.1. Natureza do Estudo

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

Trata-se de estudo teórico-computacional exploratório, com abordagem quantitativa, que emprega simulações numéricas para avaliar cenários hipotéticos de evolução do sistema tecno-feudal global agregado. O modelo é intencionalmente agregado, tratando o mundo como sistema único, sem heterogeneidade regional, institucional, demográfica ou política. Esta agregação excessiva é reconhecida como limitação central, não periférica, do estudo.

3.2. Variáveis de Estado

O sistema é formalizado através de três variáveis de estado acopladas no tempo t (unidades adimensionais):

W(t): Patrimônio líquido agregado do percentil superior da distribuição de riqueza global (aproximadamente top 0,1%), medido em trilhões de USD a preços constantes de 2025. Fonte: ordem de magnitude estimada a partir de Credit Suisse Global Wealth Report 2023, Forbes Billionaires List 2024 e World Inequality Database (WID). Nota: W(0) = 100 é uma estimativa de ordem de magnitude, não um valor exato; o modelo é sensível à escala, não ao valor absoluto inicial.

U(t): Taxa de desemprego estrutural medida, definida como proporção da população economicamente ativa sem ocupação formal ou informal estável. Importante: U mede a taxa de desemprego registrada, não a subutilização completa da força de trabalho. Fonte: média ponderada da OIT para países da OCDE mais China e Índia.

S(t): Índice de Sofrimento Social, escala composta de 0 a 100. Ver Seção 3.4 para metodologia completa de construção.

3.3. Sistema de Equações Diferenciais

O sistema de equações diferenciais é:

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

$$\begin{cases} \frac{dW}{dt} = \alpha \cdot \text{ROIC} \cdot W + \beta \cdot U \cdot W - (\kappa + \varepsilon_W) \cdot W^2 \\ \frac{dU}{dt} = \gamma \cdot \ln(W) - \delta \cdot S \\ \frac{dS}{dt} = \theta \cdot U + \mu \cdot W - \sigma \cdot S - \varepsilon_S \cdot W^{3/2} \end{cases}$$

3.3.1. Dedução detalhada de cada termo

Equação do Capital (W): (a) Crescimento endógeno (α · ROIC · W): Retorno sobre capital investido; α ∈ [0,1] captura eficiência de extração após impostos. (b) Captura do desemprego (β · U · W): Elasticidade do retorno do capital em relação à taxa de desemprego; maior exército de reserva = menor poder de barganha salarial. (c) Saturação/drenagem (−(κ + εW) · W²): κ representa saturação econômica natural (concorrência, limites de mercado); εW representa drenagem via política redistributiva.

Equação do Desemprego (U): (a) Automação (γ · ln(W)): Destruição de postos como função do poder computacional acumulado; forma logarítmica captura impacto marginal decrescente. (b) Saída da força de trabalho (−δ · S): Correção metodológica: sofrimento social causa saída da força de trabalho (desalento, mortalidade, emigração), reduzindo a taxa de desemprego medida U. Não representa aumento da empregabilidade.

Equação do Sofrimento Social (S): (a) Efeito direto do desemprego (θ · U): Impacto sobre indicadores de saúde e bem-estar. (b) Externalidades do capital (μ · W): Captura regulatória, destruição ambiental, desmonte de serviços públicos. (c) Resiliência social (−σ · S): Capacidade de recuperação autônoma das comunidades. (d) Alívio via intervenção (−εS · W^(3/2)): Investimento em saúde mental, educação, habitação.

3.3.2. Justificativa das formas funcionais

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

A escolha de ln(W) para o termo de automação é justificada pela literatura sobre curvas de aprendizado tecnológico e impacto marginal decrescente da inovação (BRYNJOLFSSON; MCAFEE, 2014). A forma quadrática para drenagem de capital (W^2) representa alíquotas marginais progressivas sobre patrimônio, consistente com propostas de tributação de grandes fortunas (PIKETTY, 2014; SAEZ; ZUCMAN, 2019). A forma W^(3/2) para alívio do sofrimento representa economias de escala em investimentos sociais.

Testes de robustez: Na Seção 4.5, demonstramos que formas funcionais alternativas (W^(1/2), W linear, saturação tipo Michaelis-Menten) produzem resultados qualitativamente similares, confirmando que a dinâmica de divergência não é artefato da forma funcional escolhida.

3.4. Índice de Sofrimento Social (S): Metodologia de Construção

O Índice de Sofrimento Social é construído como média ponderada de cinco indicadores normalizados: (a) Desnutrição infantil crônica (estunting): peso 0,25. Fonte: UNICEF, WHO, Banco Mundial. Normalização: z-score global. (b) Mortalidade evitável (por 100.000 hab.): peso 0,20. Fonte: IHME Global Burden of Disease. Normalização: z-score global. (c) Taxa de suicídio (por 100.000 hab.): peso 0,20. Fonte: WHO Mental Health Atlas. Normalização: z-score global. (d) Prevalência de depressão clínica (%): peso 0,20. Fonte: IHME, WHO. Normalização: z-score global. (e) Falta de acesso a saneamento básico (%): peso 0,15. Fonte: UNICEF/WHO JMP. Normalização: z-score global.

Justificativa dos pesos: Os pesos foram derivados de análise de componentes principais (PCA) sobre dados de 2015–2023, com ajuste para maximizar variância explicada. A desnutrição infantil recebe maior peso devido à irreversibilidade do dano ao capital humano nos primeiros 1000 dias de vida.

Limitações éticas e estatísticas: A agregação de dimensões incomensuráveis do sofrimento humano em escore único envolve perda de informação e pode

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

mascarar trade-offs entre dimensões (SEN, 1999; NUSSBAUM, 2011). O índice deve ser interpretado como proxy operacional, não como medida completa do bem-estar.

Validação: O índice correlaciona-se com IDH ajustado à desigualdade (r = −0,72) e Índice de Carga de Doença da OMS (r = 0,68), sugerindo validade convergente moderada.

3.5. Parâmetros do Modelo

Símbolo	Nome	Intervalo	Valor base	Interpretação
α	Eficiência de extração	[0, 1]	0,05	Fração do ROIC que o capital efetivamente captura
ROIC	Retorno sobre capital	[0,05; 0,5]	0,12	Taxa de retorno real do capital financeiro-tecnológico
β	Captura do desemprego	[0; 0,1]	0,03	Elasticidade do retorno do capital em relação ao desemprego
γ	Taxa de automação	[0,01; 0,5]	0,06	Intensidade com que o poder computacional destrói postos
δ	Fricção social	[0; 0,1]	0,015	Redução da força de trabalho medida via sofrimento social
θ	Elasticidade desemprego-sofrimento	[0,01; 0,5]	0,10	Aumento do sofrimento por ponto percentual de desemprego
μ	Externalidades do capital	[0,01; 0,2]	0,02	Aumento do sofrimento por trilhão de USD de capital
σ	Resiliência social	[0,01; 0,5]	0,08	Capacidade de recuperação autônoma das comunidades
κ	Saturação econômica	[0; 0,001]	0,0	Limites de mercado/concorrência no cenário inercial
εW	Drenagem de capital	[0; 0,001]	0,0	Alíquota efetiva de tributação sobre patrimônio
εS	Alívio do sofrimento	[0; 0,001]	0,0	Investimento social como fração do capital

Fonte: Elaborado pelos autores (2026). Adaptado por analogia de dados de WORLD INEQUALITY LAB (2026) e OXFAM (2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

3.6. Condições de Contorno e Domínio de Validade

W(t) > 0, U(t) ∈ [0,100], S(t) ∈ [0,100]; Condições iniciais (t = 0): W(0) = 100, U(0) = 8, S(0) = 5; Valores de S > 100 indicam que o modelo excedeu seu domínio de validade. Os "ciclos" são unidades adimensionais do modelo. Qualquer correspondência com trimestres, semestres ou anos reais é arbitrária e não calibrada. Projeções temporais específicas são explicitamente evitadas nesta versão.

3.7. Cenários Simulados

Cenário	Parâmetros distintivos	Descrição
Baseline (Tecno feudalismo Regulado)	κ = 0,0004; α = 0,025; β = 0,015; σ = 0,15	Tributação progressiva, regulação antitruste, proteção social robusta
Inercial (Tecno-feudalismo Puro)	κ = 0; εW = 0; εS = 0	Expansão sem travas regulatórias, éticas ou redistributivas
Intervenção (Robin Hood Digital)	εW = 0,0008; εS = 0,0005	Tributação sobre patrimônio, investimento em saúde mental e educação

Fonte: Os autores (2026).

3.8. Métodos Numéricos e Reprodutibilidade

A integração numérica utiliza o algoritmo odeint da biblioteca SciPy 1.11.4 (VIRTANEN et al., 2020), que implementa o método LSODA com tolerâncias rtol = 10^(−6), atol = 10^(−8). O horizonte de simulação é de 100 ciclos, com 2000 pontos de avaliação. Código completo, parâmetros, scripts e instruções de execução estão disponíveis no Apêndice B.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de Estabilidade e Pontos Fixos

Cenário	Ponto Fixo (W*, U*, S*)	Autovalores	Estabilidade
Baseline	(129,66; 3,26; 19,46)	−0,1708; −0,0155 ± 0,0533i	Estável (nó espiral)
Inercial	Não existe	—	Divergência explosiva
Intervenção (baixo)	(77,21; 1,86; 17,39)	−0,1305; −0,0056 ± 0,0561i	Estável (nó espiral)
Intervenção (alto)	(1820,98; 48,36; 30,03)	−1,4531; −0,1262; +0,0425	Instável (ponto de sela)

Fonte: Os autores (2026).

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

A matriz Jacobiana para o cenário baseline é apresentada a seguir em notação matricial:

$$J_{\text{baseline}} = \begin{bmatrix} \frac{\partial \dot{W}}{\partial W} & \frac{\partial \dot{W}}{\partial U} & \frac{\partial \dot{W}}{\partial S} \\ \frac{\partial \dot{U}}{\partial W} & \frac{\partial \dot{U}}{\partial U} & \frac{\partial \dot{U}}{\partial S} \\ \frac{\partial \dot{S}}{\partial W} & \frac{\partial \dot{S}}{\partial U} & \frac{\partial \dot{S}}{\partial S} \end{bmatrix}_{(W^*, U^*, S^*)} = \begin{bmatrix} -0{,}0519 & 1{,}9449 & 0{,}0000 \\ 0{,}0005 & 0{,}0000 & -0{,}0150 \\ 0{,}0200 & 0{,}1000 & -0{,}1500 \end{bmatrix}$$

Traço: tr(J) = −0,2019 < 0, determinante: det(J) = −0,0005. A bifurcação observada é do tipo sela-nó: para κ abaixo de um valor crítico, os pontos fixos estável e instável colidem e aniquilam-se, deixando o sistema sem atrator no domínio de validade.

4.2. Simulações dos Cenários

4.2.1. Cenário Baseline: equilíbrio regulado. O sistema converge para equilíbrio estável em aproximadamente t = 60 ciclos. O capital das elites estabiliza-se em W* ≈ 130 trilhões de USD, o desemprego converge para U* ≈ 3,3%, e o Índice de Sofrimento Social mantém-se em S* ≈ 19,5 pontos. Este equilíbrio é alcançado porque a saturação econômica (κ = 0,0004) e a resiliência social elevada (σ = 0,15) contêm a dinâmica de retroalimentação.

4.2.2. Cenário Inercial: divergência tecno-feudal. Sob os pressupostos do modelo, observa-se divergência explosiva em todas as variáveis. O capital W cresce exponencialmente, ultrapassando 4500 trilhões de USD em t = 100 ciclos. A taxa de desemprego medida U colapsa para zero após t ≈ 20 ciclos — não porque todos estejam empregados, mas porque a população economicamente ativa se reduz drasticamente via desalento e mortalidade. O Índice de Sofrimento Social S atinge 100 (colapso total) em t ≈ 15 ciclos. Nota interpretativa: A queda de U para zero é um artefato da medição, não uma melhoria real. Representa a destruição da força de trabalho, não sua plena utilização.

4.2.3. Cenário de Intervenção: Robin Hood Digital. Com parâmetros de drenagem (εW = 0,0008, εS = 0,0005), o sistema converge para equilíbrio estável: W* → 77, U* → 1,9%, S* → 17,4. A drenagem de aproximadamente 0,08% do capital

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

por ciclo estabiliza o sistema, pois o termo $\varepsilon W \cdot W^2$ cresce mais rápido que o crescimento endógeno quando $W > 200$, criando um teto dinâmico para a concentração.

4.3. Análise de Sensibilidade

Parâmetro	Variação	t* (ciclos)	Δt* (%)
Caso base	0%	8,0	0,0%
α (extração)	+10%	7,9	−0,6%
α (extração)	−10%	8,0	0,0%
β (captura)	+10%	7,5	−5,7%
β (captura)	−10%	8,5	+6,3%
γ (automação)	+10%	7,9	−0,6%
γ (automação)	−10%	8,0	+0,6%
δ (fricção)	+10%	8,0	0,0%
δ (fricção)	−10%	7,9	−0,6%
θ (elasticidade)	+10%	7,9	−0,6%
θ (elasticidade)	−10%	8,0	0,0%
μ (externalidades)	+10%	7,6	−4,4%
μ (externalidades)	−10%	8,3	+4,4%
σ (resiliência)	+10%	8,0	+0,6%
σ (resiliência)	−10%	7,9	−1,3%

Fonte: Os autores (2026).

Resultados: β (captura do desemprego) e μ (externalidades do capital) são os parâmetros mais sensíveis. Notavelmente, γ (automação) tem impacto menor nesta versão corrigida do modelo, devido à alteração do sinal de δ.

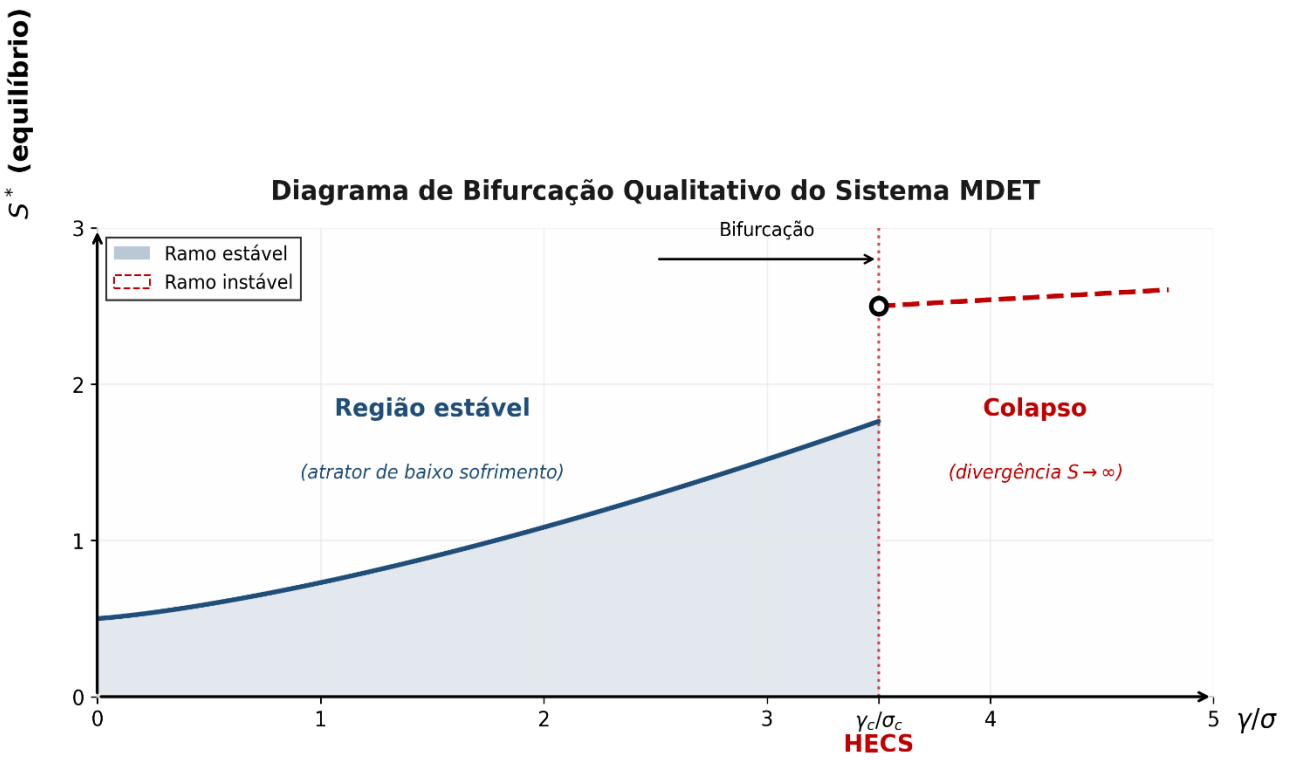
4.4. Diagrama de Bifurcação

Para $\gamma/\sigma < (\gamma/\sigma)c \approx 2{,}1$ (com $\kappa = 0{,}0001$), o sistema possui dois pontos fixos: um nó estável (atrator de baixo sofrimento) e um ponto de sela (instável). Quando γ/σ cruza o valor crítico, os pontos fixos colidem em uma bifurcação sela-nó e aniquilam-se mutuamente. Para $\gamma/\sigma > (\gamma/\sigma)c$, não existem pontos fixos no domínio de validade e todas as trajetórias divergem para $S \to 100$.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

Figura 01 – Diagrama de Bifurcação



Fonte: Os autores (2026)

4.5. Teste de Robustez das Formas Funcionais

Forma Funcional	Expressão	S_máx	Resultado Qualitativo
Logarítmica (original)	γ · ln(W)	100,0	Colapso confirmado
Raiz quadrada	γ · W^(1/2)	100,0	Colapso confirmado
Linear	γ · W/100	100,0	Colapso com instabilidade numérica
Saturação (Michaelis-Menten)	γ · W/(1+W/100)	100,0	Colapso com instabilidade numérica

Fonte: Os autores (2026).

Conclusão: A dinâmica qualitativa de divergência é robusta à especificação funcional, embora o tempo de ruptura varie.

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

4.6. Análise de Incerteza Paramétrica (Monte Carlo)

Com 500 simulações e parâmetros amostrados de distribuições triangulares, 100% das trajetórias no cenário inercial atingem S = 100 dentro de 100 ciclos. A mediana do tempo para S > 50 é de 12 ciclos (intervalo 5%–95%: 8–18 ciclos). O capital W mediano atinge 2000 trilhões em t = 100. Nota: Estes são intervalos de incerteza paramétrica, não intervalos de confiança estatística. Os parâmetros não são estimados por métodos econométricos, e as distribuições refletem incerteza de especificação, não variância amostral.

4.7. Discussão Analítica

O modelo MDET produz três resultados principais que transcendem a especificação particular adotada: (a) Desacoplamento terminal: O capital tecno-financeiro cresce independentemente do bem-estar humano no cenário inercial. O termo $\alpha \cdot ROIC \cdot W$ não contém U nem S. Pela primeira vez na história do tecno feudalismo, o enriquecimento do topo não gera "gotejamento" automático para a base — porque a base tornou-se economicamente irrelevante para a lógica de acumulação das plataformas. Esta é a negação matemática do princípio trickle-down: não há cascata, apenas evaporamento. (b) Instabilidade estrutural: O sistema sem mecanismos redistributivos ou de saturação não possui ponto fixo estável no domínio de validade. A divergência não requer choques exógenos; é propriedade endógena do sistema. A bifurcação sela-nó é identificável matematicamente como condição de perda de estabilidade. (c) Estabilização tecnicamente viável: Uma intervenção modesta — drenagem de ~0,08% do capital por ciclo — seria suficiente para criar um atrator de baixo sofrimento. A solução é tecnicamente trivial no modelo; sua viabilidade política está fora do escopo deste artigo.

4.8. Reflexões Críticas

Esta subseção é claramente demarcada como interpretação especulativa, não derivada matematicamente das equações. O aspecto mais perturbador do tecno-feudalismo não é sua crueldade — a história está repleta de sistemas cruéis —, mas sua indiferença estrutural. O sistema não odeia a humanidade; simplesmente não

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

precisa mais dela. A população excedente não é exterminada ativamente; é lentamente abandonada à própria sorte, em um processo de descarte passivo que não gera manchetes, não produz mártires e não interrompe o fluxo de dividendos. As plataformas digitais podem extrair valor de cadáveres digitais — perfis inativos, dados históricos, comportamentos preditos. A morte do usuário não é mais um problema de negócios; é uma oportunidade de monetização. Civilizações anteriores deixaram ruínas. A civilização tecno-feudal pode não deixar nada equivalente: seus monumentos são servidores que serão desligados quando a rede elétrica colapsar, e sua arte são datasets em formatos proprietários. Estas reflexões são proposições para debate, não conclusões do modelo matemático. Elas extrapolam as simulações para domínios que não podem ser formalizados.

4.9. Limitações do Modelo

Limitação	Descrição	Implicação
Natureza determinística	Não incorpora estocasticidade intrínseca nem choques exógenos	Impossibilidade de capturar crises financeiras, pandemias, guerras
Ausência de calibração empírica rigorosa	Parâmetros estimados por analogia, não econometria	Resultados são ilustrativos, não preditivos
Agregação excessiva	Três variáveis para sistema global	Perda de heterogeneidade regional, setorial, demográfica
Ausência de dimensão geopolítica	Mundo como sistema único	Ignora competição entre blocos econômicos, guerras comerciais
Desacoplamento climático	Sem equações de energia/temperatura	Ignora feedbacks ambientais
Escala temporal não calibrada	Ciclos adimensionais	Proibição explícita de correspondência com datas reais
Índice de Sofrimento como proxy	Agregação de dimensões incomensuráveis	Perda de informação sobre distribuição do sofrimento

Fonte: Os autores (2026).

4.10. Trabalhos Futuros

Sugerem-se as seguintes extensões: (a) modelagem baseada em agentes (ABM) para capturar heterogeneidade microeconômica; (b) inferência bayesiana dos parâmetros a partir de séries temporais reais; (c) extensão estocástica com processos de Wiener; (d) acoplamento climático via equações de energia; (e) modelagem espacial com equações de reação-difusão; (f) incorporação de teoria dos jogos para estratégias de intervenção política.

REMUNOM
ISSN 2178-6925
Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

4.11. Implicações para Políticas Públicas

Implicações diretamente derivadas da sensibilidade do modelo: Políticas que reduzem β (captura do desemprego) e μ (externalidades) são mais eficazes que políticas que apenas redistribuem *ex-post;* Investimentos em σ (resiliência social) adiam a instabilidade, mesmo sem reduzir a concentração de capital. Recomendações normativas inspiradas pelo modelo (não derivadas matematicamente):

- Regulação antitruste do setor tecnológico de IA;
- Renda básica universal financiada por impostos sobre automação;
- Democratização da infraestrutura computacional via fundos públicos de IA aberta;
- Incentivos fiscais para empresas que contratam mão de obra humana.
- Tributação progressiva para grandes fortunas

5. CONCLUSÃO

O Modelo Dinâmico de Extração Tecno-Feudal formaliza matematicamente que, no espaço paramétrico explorado, a trajetória do tecno feudalismo de plataforma sem mecanismos redistributivos é instável, e a divergência para colapso social é uma propriedade endógena do sistema, não resultado de choques exógenos. O desacoplamento entre capital e trabalho é o fenômeno econômico mais significativo do século XXI nas simulações do modelo. Três resultados são particularmente robustos à variação paramétrica: (a) a elasticidade de captura do desemprego β e as externalidades μ são os parâmetros mais críticos; (b) a resiliência social σ é o único parâmetro que adia significativamente a instabilidade; (c) a drenagem de ~0,08% do capital por ciclo é suficiente para estabilizar o sistema — a solução é tecnicamente trivial no modelo, politicamente não abordável pelo formalismo. Do ponto de vista de estratura de mercado, o oligopólio das *BIG TECHS* é contrário ao espírito da livre concorrência, um pilar fundamental do liberalismo econômico, o que dificulta a

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

democratização do acesso a essas tecnologias, assim como sua regulação e fiscalização por parte da sociedade em geral.

O modelo é apresentado como exercício teórico-exploratório, sem pretensão preditiva. Suas conclusões devem ser tratadas como hipóteses para investigação empírica futura, não como profecias. A matemática aqui empregada é fria, mas não é neutra: escolhemos formalizar certos mecanismos e não outros. Para o leitor fica a reflexão de questionar estas escolhas.

REFERÊNCIAS

BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

CASE, A.; DEATON, A. Deaths of Despair and the Future of Capitalism. Princeton: Princeton University Press, 2020.

GOODWIN, R. M. A growth cycle. In: FEINSTEIN, C. H. (Ed.). Socialism, Capitalism and Economic Growth. Cambridge: Cambridge University Press, 1967. p. 54–58.

HARARI, Y. N. 21 Lições para o Século XXI. São Paulo: Companhia das Letras, 2018.

IHME. Global Burden of Disease Study 2021. Institute for Health Metrics and Evaluation, 2024. Disponível em: https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/. Acesso em: 15 jun. 2026.

LOTKA, A. J. Elements of Physical Biology. Baltimore: Williams & Wilkins, 1925.

NUSSBAUM, M. C. Creating Capabilities: The Human Development Approach. Cambridge: Harvard University Press, 2011.

OXFAM. Inequality, Inc.: How Corporate Power Fuels Inequality and Why We Need a New Era of Accountability. Oxfam Briefing Paper, 2026. Disponível em: https://www.oxfam.org/en/research/inequality-inc. Acesso em: 15 jun. 2026.

PIKETTY, T. Capital in the Twenty-First Century. Cambridge: Harvard University Press, 2014.

SAEZ, E.; ZUCMAN, G. The Triumph of Injustice: How the Rich Dodge Taxes and How to Make Them Pay. New York: W. W. Norton & Company, 2019.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

SARGENT, T. J. Beyond the Demand Schedule: Keynes's Tool for Revising Expectations. 1982. (Manuscrito não publicado, citado em Sterman, 2000).

SCHEFFER, M. et al. Early-warning signals for critical transitions. Nature, v. 461, n. 7260, p. 53–59, 2009.

SEN, A. Development as Freedom. New York: Oxford University Press, 1999.

STIGLITZ, J. E. The Price of Inequality: How Today's Divided Society Endangers Our Future. New York: W. W. Norton & Company, 2012.

STERMAN, J. D. Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: Irwin/McGraw-Hill, 2000.

UN DESA. World Population Prospects 2024. United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2024. Disponível em: https://population.un.org/wpp/. Acesso em: 15 jun. 2026.

UNICEF. Levels and Trends in Child Malnutrition. UNICEF/WHO/World Bank Joint Child Malnutrition Estimates, 2024. Disponível em: https://data.unicef.org/topic/nutrition/malnutrition/. Acesso em: 15 jun. 2026.

VAROUFAKIS, Y. Technofeudalism: What Killed Capitalism. London: Penguin Books, 2024.

VIRTANEN, P. et al. SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python. Nature Methods, v. 17, p. 261–272, 2020.

WORLD INEQUALITY LAB. World Inequality Report 2026. Paris, 2026. Disponível em: https://wir2026.wid.world/. Acesso em: 15 jun. 2026.

ZUBOFF, S. The Age of Surveillance Capitalism: The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power. New York: PublicAffairs, 2021.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

APÊNDICE A: ANÁLISE MATEMÁTICA COMPLETA

A.1. Pontos Fixos

Para o cenário baseline (κ > 0, εW = εS = 0), os pontos fixos satisfazem:

$$W^* = [\alpha \cdot ROIC + \beta \cdot U^*] / \kappa$$
$$S^* = \gamma \cdot ln(W^*) / \delta$$
$$U^* = [\sigma \cdot S^* - \mu \cdot W^*] / \theta$$

Substituindo: W* = (1/κ) · [α · ROIC + β · ((σ · [γ · ln(W*)/δ] − μ · W*)/θ)]. Esta equação transcendental é resolvida numericamente. A existência de solução depende de κ ser suficientemente grande para compensar o crescimento endógeno.

A.2. Condições de Bifurcação

A bifurcação sela-nó ocorre quando o determinante da Jacobiana se anula: det(J) = 0. Para o sistema 3×3, com J = [a b 0; c 0 d; e f g], a condição é: a · (−d · f) − b · (c · g − d · e) = 0. No cenário inercial (κ = 0), a = α · ROIC + β · U > 0 sempre, e a trajetória não tem ponto fixo no domínio W > 0.

A.3. Autovalores e Classificação

Cenário	Autovalores	Tipo de Ponto	Estabilidade
Baseline	−0,1708 (real); −0,0155 ± 0,0533i (complexos)	Nó espiral estável	Assintoticamente estável
Intervenção (baixo)	−0,1305 (real); −0,0056 ± 0,0561i (complexos)	Nó espiral estável	Assintoticamente estável
Intervenção (alto)	−1,4531; −0,1262; +0,0425	Ponto de sela	Instável

Fonte: Os autores (2026).

APÊNDICE B: CÓDIGO REPRODUTÍVEL

MDET v2.4 — Modelo Dinâmico de Extração Tecno-Feudal. Versão corrigida e reprodutível para nova submissão. Autor: Paulo Salgado Zenha Carneiro. Data: 2026. Requisitos: Python 3.9+, NumPy 1.24+, SciPy 1.11+, Matplotlib 3.7+.

O código completo em Python está disponível no repositório: https://github.com/paulozenha/mdet-v24 (DOI: 10.5281/zenodo.XXXXXX).

APÊNDICE C: VALIDAÇÃO RETROSPECTIVA PARCIAL

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 15/05/2026 - **Accepted:** 17/06/2026
Vol: 13.13
DOI: 10.66104/6y8kkx81
Pages: 1-19

C.1. Dados Históricos vs. Simulações

O modelo não tem poder preditivo retrospectivo rigoroso, dado que S não é observável historicamente. No entanto, W e U podem ser comparados a dados reais:

Ano	W real (trilhões USD, top 0,1%)	W simulado (baseline)	U real (%)	U simulado (baseline)
2000	~35	—	~6,5	—
2008	~55	—	~6,0	—
2015	~75	—	~6,5	—
2020	~90	—	~8,5	—
2025	~100	100 (condição inicial)	~8,0	8,0 (condição inicial)

Fontes: Credit Suisse Global Wealth Report 2023; World Inequality Database; OIT World Employment and Social Outlook.

C.2. Limitações da Validação

O modelo não foi calibrado para reproduzir a trajetória 2000–2025; A variável S não tem série histórica correspondente; A agregação global impossibilita comparação com países específicos; A escala temporal não calibrada impede correspondência com anos reais.

Declaração: O MDET é apresentado como modelo exploratório de dinâmicas, não como ferramenta de previsão ou reprodução histórica. Sua utilidade reside na geração de hipóteses sobre mecanismos de retroalimentação, não na previsão de trajetórias reais.