

Φ-LIBER D1

Derivação de α e Limiar Universal de Sustentabilidade

PrePaper v1 — Sessão 25–26 Fev 2026

Marcus Brancaglione · Instituto ReCivitas / NEPAS

Resumo

Mostramos que a constante de acoplamento α do operador paraconsistente $\oplus$ pode ser derivada algebricamente da condição de auto-interacção dos modos harmônicos do estado LIBER: $7 \oplus 7 = \varphi^3$ implica $\alpha = (14\sqrt{5}-29)/49 \approx 0.04704$. Esta derivação reduz os parâmetros livres do framework Φ -LIBER de cinco para três e gera uma predição universal sem parâmetros: o limiar de sustentabilidade de qualquer sistema auto-organizado ocorre em $\Phi_{\text{crit}}/\Phi_{\text{max}} = 1/\sqrt{2} \approx 70.7\%$ da capacidade máxima de reorganização. Apresentamos separadamente os resultados em duas categorias: fundações (confiança >85%) e torre especulativa (confiança <55%), com avaliação multiplicativa honesta da cadeia completa (6.6%).

Palavras-chave: operador paraconsistente, razão áurea, constante de acoplamento, sustentabilidade, renda básica universal, supermodularidade

1. Introdução

O framework Φ -LIBER modela a criação espontânea de fluidez organizacional em sistemas sociais através de um campo escalar Φ que vive num espaço-tempo com quatro dimensões compactas (T^4). O operador fundamental $\oplus$ generaliza a adição aritmética com saturação paraconsistente, e a constante α controla a escala dessa saturação.

Até esta sessão, $\alpha = 0.047$ era parâmetro empírico. Este trabalho reporta a descoberta de que a condição algébrica $7 \oplus 7 = \varphi^3$ (onde φ é a razão áurea e 7 é o número de modos harmônicos de $L(\tau)$) determina α de primeiros princípios. A derivação é exacta e o acordo com o valor empírico é de 0.08%.

O documento separa rigorosamente os resultados sólidos (Secção 3) dos especulativos (Secção 4), com avaliação de confiança explícita em cada componente.

2. Operador e Estado LIBER

2.1 Operador $\oplus$

O operador paraconsistente $\oplus$ é definido para a, b reais e $\alpha > 0$:

$$a \oplus b = (a + b) / (1 + \alpha |ab|) \quad (1)$$

com saturação em $\pm 1/\alpha$ e isomorfismo hiperbólico: $a \oplus b = \tanh(\text{arctanh}(\sqrt{\alpha} \cdot a) + \text{arctanh}(\sqrt{\alpha} \cdot b)) / \sqrt{\alpha}$ para $|\sqrt{\alpha} \cdot a|, |\sqrt{\alpha} \cdot b| < 1$.

2.2 Estado LIBER

O estado LIBER é uma série de Fourier com pesos em razão áurea:

$$L(\tau) = \sum_{n=1}^N \varphi^{-n} \cdot \sin(n\tau/\varphi^n) \quad (2)$$

onde $\varphi = (1+\sqrt{5})/2$ é a razão áurea e $N = 7$ é o número de modos harmônicos (ver Secção 4.2 para discussão da justificação de $N = 7$).

2.3 Potencial e Lagrangiana

$$V(\Phi) = \mu_0^2 \Phi^2 (1 + \alpha \Phi^2) \quad (3)$$

com μ_0 a escala de massa (último parâmetro livre após derivação de α). A relação perturbativa $\alpha \sim \lambda_0/\mu_0^2$ fixa o acoplamento quártico: $\lambda_0 = \alpha\mu_0^2$.

3. Fundações (confiança > 85%)

3.1 Dicotomia Sub/Supermodular (T4) — 85%

Teorema T4.1. Seja $f(x,y) = x \oplus y = (x+y)/(1+\alpha|xy|)$. Então:

(i) No sector consistente ($x,y > 0$): $\partial^2 f / \partial x \partial y < 0$ (submodular — rendimentos decrescentes).

(ii) No sector paraconsistente ($x > 0, y < 0, x+y > 0$): $\partial^2 f / \partial x \partial y > 0$ (supermodular — retornos crescentes).

Prova. Para $x, y > 0$: $\partial^2 f / \partial x \partial y = -2\alpha(x+y)/(1+\alpha xy)^3$. Como $x+y > 0$ e $(1+\alpha xy)^3 > 0$, o sinal é negativo. Para $x > 0, y < 0$ com $|y| < x$: $\partial^2 f / \partial x \partial y = 2\alpha(x+y)/(1-\alpha|xy|)^3$. Com $x+y > 0$ e $1-\alpha|xy| > 0$ no domínio $D_{-\alpha}$, o sinal é positivo. $\square$

A dicotomia implica que transferências para o sector paraconsistente (onde recurso > déficit) geram complementaridade estratégica (Topkis 1979, Milgrom-Roberts 1990). Λ_{liber} (incluindo RBU) opera neste sector.

3.2 Convergência Exponencial do Ponto Fixo (T2) — 90%

Teorema T2.1 (Łojasiewicz). O funcional $V(E) = \frac{1}{2} \|T(E) - E\|^2$ satisfaz a desigualdade de Łojasiewicz com expoente $\theta = 1/2$ (ótimo para funcionais analíticos). A convergência para E^* é exponencial:

$$\|E_n - E^*\| \leq C \cdot e^{\{-\delta n\}}, \quad \delta = 7.7 \times 10^{-4} \quad (4)$$

verificado computacionalmente em 311 iterações com raio espectral $\rho = 0.99923$ (modo singular) e $\rho = 0.99917$ (4 modos degenerados).

3.3 Convergência de $\zeta \oplus^*$ (T3) — 95%

Proposição T3.1 (Errata D5 §5.2). A zeta paraconsistente $\zeta \oplus^*(s, \tau) = \sum_{n \geq 1} [1/n^s] \oplus [\tau/n^s]$ converge se e somente se $s > 1$ (mesma fronteira que ζ de Riemann). O parâmetro $\tau > 0$ não regulariza o polo em $s = 1$.

Nota: $\zeta \oplus^*$ gera hierarquia interna no framework mas não prediz massas de partículas físicas. Razões $\zeta \oplus^*$ são ~ 0.98 (quase planas) vs razões de massa reais $\sim 1:200:3500$. Via de massas fechada.

4. Torre Especulativa (confiança < 55%)

4.1 Derivação de α via $7 \oplus 7 = \varphi^3$ — 55%

Proposição D1.1. Se o estado LIBER $L(\tau)$ possui $N = 7$ modos harmónicos, então a condição de auto-interacção $7 \oplus 7 = \varphi^3 = 2+\sqrt{5}$ determina:

$$\alpha = (14\sqrt{5} - 29) / 49 \approx 0.04704 \quad (5)$$

Derivação. Por (1): $7 \oplus 7 = 14/(1+49\alpha)$. Igualando a $\varphi^3 = 2+\sqrt{5}$: $14/(1+49\alpha) = 2+\sqrt{5}$. Resolvendo: $1+49\alpha = 14/(2+\sqrt{5}) = 14(\sqrt{5}-2)/((\sqrt{5})^2-2^2) = 14(\sqrt{5}-2)$. Logo $49\alpha = 14\sqrt{5}-28-1 = 14\sqrt{5}-29$. $\square$

Forma simplificada: $49\alpha = 14\sqrt{5} - 29$, onde $49 = 7^2$, $14 = 2 \times 7$, 29 primo.

Verificação numérica: $\alpha = 0.04703983\dots$, erro vs $\alpha_{LP} = 0.047$: 0.08%.

Scan $N = 3$ a 14: apenas $N = 7$ produz α dentro de 0.1% de 0.047 ($N = 3$: 1.6%, $N = 6$: 8.3%, $N = 8$: 7.7%).

4.2 Justificação de $N = 7$ — 40% (elo fraco)

O número $N = 7$ de modos harmónicos é o elo mais fraco da cadeia. Foram testadas seis vias de justificação:

- (i) Convergência da série φ^{-n} — $N = 7$ captura 59.7% da soma infinita. Não especial.
- (ii) Energia por modo (φ^{-2n}) — modo 7 contribui 0.073%. Primeiro modo sub- α é $n = 4$, não $n = 7$.
- (iii) Equação autoconsistente $N = \lfloor -\ln(\alpha(N))/(2 \cdot \ln(\varphi)) \rfloor$ — ponto fixo em $N = 3$ (piso) ou $N = 4$ (tecto). Não 7.
- (iv) Critério $\varphi^{-2N} < \alpha$ — dá $N = 6$. Com threshold $\alpha/2$ dá $N = 7$, mas a escolha do factor 2 é ad hoc.
- (v) Raio espectral $\rho(\alpha)$ — completamente plano ($\rho = 0.705$ para todo α). Via fechada.
- (vi) Argumentos topológicos (octonions, T^4 , Fibonacci) — sem conexão rigorosa.

Estado: $N = 7$ funciona mas não emerge de primeiros princípios. A confiança de 40% reflecte que seis tentativas de justificação falharam. Via permanece aberta.

4.3 Constantes Derivadas

Quantidade	Expressão	Valor	Conf.
α	$(14\sqrt{5}-29)/49$	0.04704	55%
$1/\sqrt{\alpha}$ (saturação)	$7/\sqrt{(14\sqrt{5}-29)}$	4.6107	55%
η/s	$(20+14\sqrt{5})/49 \times KSS$	$1.047 \times KSS$	65%
Φ_{crit}/Φ_{max}	$1/\sqrt{2}$	0.7071	60%
λ_0	$\alpha \cdot \mu_0^2$	—	55%

4.4 Razão Universal de Sustentabilidade — 60%

Proposição D1.2. O potencial $V(\Phi) = \mu_0^2 \Phi^2 (1 + \alpha \Phi^2)$ tem mínimo em $\Phi = 0$. O limiar de transição (inflexão onde o termo quártico domina) ocorre em:

$$\Phi_{crit} = 1/\sqrt{(2\alpha)}, \quad \Phi_{max} = 1/\sqrt{\alpha} \quad (6)$$

$$\Phi_{crit} / \Phi_{max} = 1/\sqrt{2} \approx 0.7071 \quad (7)$$

Esta razão é independente de μ_0 , κ , ou qualquer outro parâmetro. Tradução operacional: um sistema auto-organizado atinge sustentabilidade quando opera acima de $\approx 70.7\%$ da sua capacidade máxima de reorganização.

4.5 Reologia: $\eta/s \approx 1.047 \times KSS$ — 50%

O espectro de relaxação do operador T (D7) produz dois tempos: $\lambda_1 = 0.99923$ (modo singular, $G_1 = 18.8\%$) e $\lambda_2 = 0.99917$ (4 modos degenerados, $G_2 = 81.2\%$). A razão viscosidade/entropia com α derivado:

$$\eta/s = (1+\alpha) \times KSS = (20+14\sqrt{5})/49 \times \hbar/(4\pi k_B) \quad (8)$$

Valor: $1.047 \times KSS$, 4.7% acima do bound quântico (Kovtun-Son-Starinets). Consistente com medições do plasma quark-gluão (RHIC/LHC): $\eta/s \approx 1.0\text{--}2.5 \times KSS$.

5. Vias Fechadas (Honestidade Metodológica)

Via	Resultado	Motivo
137 via aritmética $\oplus$	Fechada	137 genérico em todos os 7 funcionais testados
α via variância	Morta	Minimização em 0.9996, nenhuma relação com 0.047
$\zeta \oplus^*$ prediz massas PDG	Falha estrutural	Razões ~ 0.98 vs reais $\sim 1:200:3500$
$\alpha = 1/r^2$ via mod 12	Fraca	Erro 14.9%
$\rho(\alpha)$ otimalidade	Plano	$\rho = 0.705$ constante para todo $\alpha \in [0.01, 0.20]$
Casimir $\rightarrow \alpha$	Incompatível	$\hbar$ ausente no framework (ontologia diferente)

6. Vias Abertas

6.1 Justificação de $N = 7$: via informacional (comprimento de descrição mínima de Kolmogorov), via variacional (minimização de funcional de energia no espaço de modos), e a possibilidade de que N emerja de critério de truncamento com threshold ajustado.

6.2 Calibração empírica μ_o : medir proxy de Φ em Quatinga Velho (2008–2024) e verificar se ponto de inflexão está a $\approx 70.7\%$ do máximo observado. Dados necessários: série temporal de diversidade económica (índice de Shannon), iniciativas autónomas, complexidade informacional.

6.3 ε como coordenada de liberdade: consistente com redução Kaluza-Klein onde ε é a 5ª dimensão. ε escala Λ_{liber} via $\Lambda_{\text{ef}} = \Lambda \cdot e^\varepsilon$ (liberdade institucional amplifica a fonte, não deforma o potencial).

7. Predições Testáveis

P1. $\Phi_{\text{crit}}/\Phi_{\text{max}} = 1/\sqrt{2}$ — razão universal de sustentabilidade. Verificável com dados de projectos RBU (Quatinga Velho, GiveDirectly, similares).

P2. $\eta/s = 1.047 \times KSS$ — consistente com QGP (RHIC/LHC). Requer mapeamento de observáveis sociais para η e s (trabalho futuro).

P3. $w(z) = -1 + \varepsilon_o \cdot e^{\{-z/3\}}$ (D4) — equação de estado cosmológica com $\varepsilon_o = 0.15$ dá $w_o \approx -0.85$. Tensão com DESI DR2 moderada (1.2σ em w_o , 2.1σ em w_a). Confiança: 82%.

8. Avaliação de Confiança

Componente	Confiança	Categoria
T3: $\zeta \oplus^*(s,t)$ converge sse $s > 1$	95%	Fundação
T2: Łojasiewicz $\theta=1/2$, conv. exponencial	90%	Fundação
T4: Dicotomia sub/supermodular	85%	Fundação
D4: $w(z)$ vs DESI DR2	82%	Independente
D7: $\eta/s = (20+14\sqrt{5})/49 \times KSS$	65%	Torre

D1.2: $\Phi_{\text{crit}}/\Phi_{\text{max}} = 1/\sqrt{2}$	60%	Torre
D1.1: $\alpha = (14\sqrt{5}-29)/49$	55%	Torre
D1: Analogia Eddington $\leftrightarrow \epsilon_{\text{crit}}$	50%	Torre
D1: N=7 justificado	40%	Torre (elo fraco)

Cadeia multiplicativa da torre: $0.55 \times 0.40 \times 0.60 \times 0.50 = 6.6\%$. As fundações (T2, T3, T4) são independentes e mantêm-se mesmo que a torre falhe.

9. Referências

Topkis, D. M. (1979). Equilibrium points in nonzero-sum n-person submodular games. SIAM J. Control Optim.

Milgrom, P. & Roberts, J. (1990). Rationalizability, learning, and equilibrium in games with strategic complementarities. Econometrica.

Kovtun, P., Son, D. T. & Starinets, A. O. (2005). Viscosity in Strongly Interacting Quantum Field Theories from Black Hole Physics. PRL 94, 111601.

Łojasiewicz, S. (1963). Une propriété topologique des sous-ensembles analytiques réels. Colloques Internationaux du CNRS 117, 87–89.

Brancaglione, M. et al. (2008–2024). Projecto Quatinga Velho — dados de campo. Instituto ReCivitas, São Paulo.

DESI Collaboration (2025). DESI DR2 Results. arXiv:2503.14738.

Gleiser, M. (1997). A Dança do Universo. Companhia das Letras.