Tradução para o português brasileiro do artigo publicado em inglês. Não é uma edição aprovada pela revista.

O labirinto de restrições do Sistema Solar: um impasse científico que revela a Máquina Interuniversal

Yarel A*

Departamento de Astronomia e Física Espacial, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Israel

Artigo de pesquisa · Volume 3, número 2
Recebido: 16 de dezembro de 2025 · Publicado: 24 de dezembro de 2025
DOI: 10.23880/oaja-16000167
Autor correspondente: Alon Yarel, Department of Astronomy & Space Physics, Alien-Science Association of Astronomy Org.il, Aliyat Hanoar 9, Kiryat Shmona, P.O. 6289, Zipcode: 1152609, Israel
ORCID: 0009-0004-4962-4065 · alonyarel@alienastronomy.com
www.alienastronomy.com/home

Resumo

Contexto: Os períodos de aparente estagnação da declinação solar, os resíduos gravimétricos semestrais do GRACE e os fluxos de saída helicoidais magnetizados em ambientes estelares costumam ser tratados como fenômenos desconectados. Cada um deles é bem medido e robusto, mas não existe uma interpretação física unificada no âmbito da heliofísica e da geodésia convencionais.

Objetivos: Investigamos se esses três fenômenos - o comportamento geométrico da declinação, os sinais gravimétricos semestrais e os fluxos helicoidais indutivos em grande escala - podem ser interpretados como manifestações independentes de um único campo externo fraco atuando sobre o sistema Terra-Sol, e se tal campo implica uma classe restrita de estruturas em grande escala.

Métodos: Procedemos em quatro etapas. Primeiro, deduzimos uma referência puramente geométrica para a declinação solar e quantificamos o comportamento de aparente estagnação próximo aos solstícios para uma obliquidade constante. Segundo, decompomos o resíduo semestral do GRACE após as correções do sistema terrestre e examinamos sua relação de fase com os resíduos de declinação em relação à referência geométrica. Terceiro, construímos um modelo conservativo de campo externo efetivo compatível com ambos os conjuntos de dados e estimamos o torque necessário. Quarto, analisamos os balanços de energia e de momento angular de estruturas astrofísicas candidatas para identificar quais podem gerar um campo com a simetria, a intensidade e a estabilidade inferidas.

Resultados: A dedução geométrica prova que os períodos de aparente estagnação da declinação decorrem estritamente de efeitos de projeção para uma obliquidade constante, fornecendo uma referência clara em relação à qual pequenos resíduos podem ser medidos. Quando essa referência é subtraída dos dados observados de declinação, os resíduos exibem uma componente semestral alinhada em fase com o resíduo semestral do GRACE e estável ao longo de janelas de vários anos. A compatibilização das amplitudes implica um torque externo da ordem de 10^{17} N m. Uma análise geral do campo efetivo mostra que estruturas de plasma indutivas, axialmente alinhadas e helicoidalmente magnetizadas podem gerar um torque com a simetria, a intensidade e a estabilidade de longo prazo necessárias, mantendo a compatibilidade com as restrições sobre a rotação e a órbita da Terra.

Conclusões: Nesse quadro, a geometria solar, a gravimetria do GRACE e a dinâmica MHD helicoidal indutiva surgem como três manifestações observacionais de um único torque externo fraco atuando sobre o sistema Terra-Sol. As restrições do campo efetivo definem um “labirinto de restrições” fechado, no qual os modelos convencionais chegam a um impasse científico, e o espaço de parâmetros permitido se restringe a uma pequena classe de estruturas helicoidais indutivas, cuja possível realização corresponde ao que foi denominado Máquina Interuniversal.

Palavras-chave: Sol: campos magnéticos; gravitação; Terra; sistemas planetários; magnetohidrodinâmica (MHD); métodos: analíticos; geodésia espacial

 Copyright © Yarel A

Abreviação

MHD: magnetohidrodinâmica.

Introdução

Esse enquadramento unificado em termos de campo efetivo dos resíduos gravimétricos semestrais, das referências geométricas de declinação e das estruturas helicoidais indutivas foi apresentado pela primeira vez pelo autor Yarel A em [1].

A astrofísica moderna e a geodésia espacial normalmente tratam o aquecimento da coroa solar, os jatos protoestelares e as variações temporais da gravidade como pertencentes a subdisciplinas separadas. Na prática, porém, esses fenômenos apresentam padrões estruturais notavelmente semelhantes: fluxos de saída bipolares helicoidais provenientes de regiões compactas, campos magnéticos intensos acoplados a plasma condutor, sinais semestrais persistentes em séries temporais de gravidade e padrões geométricos no movimento aparente do Sol. Quando considerados em conjunto, esses fenômenos formam um "labirinto" de requisitos observacionais fortemente restritivos que qualquer modelo físico unificado deve satisfazer.

No âmbito da heliofísica, a coroa solar atinge temperaturas $\gtrsim 10^6$ K, mais de duas ordens de grandeza superiores às da fotosfera, apesar da ausência de um mecanismo simples de transferência radiativa ou condutiva para esse aquecimento. A dinâmica relacionada do interior solar em grande escala, incluindo a rotação diferencial e a geração do campo toroidal, fornece um contexto essencial para o transporte de energia magnética [2,3]. No âmbito geodésico, as missões GRACE e GRACE-FO revelaram uma componente semestral robusta no campo gravitacional terrestre que persiste após as correções hidrológicas, atmosféricas, criosféricas e oceânicas convencionais [4,5].

Geometricamente, a declinação solar apresenta períodos de aparente "estagnação" de vários dias próximos aos solstícios, muitas vezes interpretados erroneamente como evidência de mudanças de curto prazo na inclinação do eixo terrestre. Nas escalas protoestelares e de objetos compactos, observam-se fluxos de saída bipolares fortemente colimados e estruturas helicoidais magnetizadas, que frequentemente transportam fluxos de energia magnética que desafiam cenários alimentados exclusivamente por acreção [6,7].

O presente trabalho formula uma pergunta conservadora, porém fundamental: esses fenômenos aparentemente díspares podem ser compreendidos como manifestações independentes de um único campo externo fraco atuando sobre o sistema Terra-Sol? Não pressupomos uma nova física fundamental; em vez disso, adotamos uma perspectiva de campo efetivo, na qual qualquer contribuição adicional ao ambiente gravitacional e eletromagnético do Sistema Solar pode ser codificada em um potencial Φ_{eff} que complementa o potencial newtoniano convencional. Em seguida, perguntamos qual forma esse potencial deve assumir para satisfazer as restrições geométricas e gravimétricas combinadas. Os requisitos resultantes são suficientemente rigorosos para definir um labirinto fechado de restrições; dentro dele, as concepções convencionais da heliofísica e da geodésia chegam a um impasse científico, a menos que se admita uma estrutura adicional em grande escala.

Procedemos em quatro etapas:

- Reexaminamos a geometria da declinação solar e estabelecemos rigorosamente a constância da obliquidade terrestre em escalas de tempo sazonais, quantificando assim o comportamento esperado de aparente estagnação.
- Analisamos o resíduo semestral do GRACE e sua relação de fase com os resíduos de declinação após a subtração da referência geométrica.
- Construímos um modelo geral de campo externo efetivo compatível com essas observações e deduzimos a amplitude de torque necessária.
- Examinamos quais classes de estruturas astrofísicas conhecidas podem gerar tal campo e mostramos que somente estruturas de plasma indutivas em grande escala, helicoidalmente magnetizadas, são compatíveis com todas as restrições.

Somente nessa última etapa a discussão aborda o conceito especulativo de uma estrutura indutiva em grande escala entre universos, anteriormente denominada Máquina Interuniversal [1]. Nosso objetivo não é promover um cenário cosmológico específico, mas mostrar que, uma vez impostas as restrições observacionais e geométricas, o espaço de parâmetros permitido para o campo externo se reduz a uma classe muito estreita de realizações físicas.

Copyright © Yarel A

Análise geométrica dos períodos de aparente estagnação da declinação solar

A declinação solar δ é definida como o ângulo entre os raios solares e o plano equatorial terrestre. Para um sistema Terra-Sol puramente geométrico, com inclinação axial fixa (obliquidade) ε e desprezando perturbações, a declinação evolui como

$$\delta(t) = arcsin\left[sin\ \varepsilon\ sin\ \lambda(t)\right] \quad (1)$$

em que λ(t) é a longitude eclíptica do Sol. Essa expressão não contém nenhum grau de liberdade para variações de curto prazo na inclinação axial; a dependência temporal ocorre exclusivamente por meio de λ(t), que avança quase uniformemente ao longo da eclíptica.

A diferenciação da Eq. (1) em relação ao tempo fornece

$$\frac{d\delta}{dt} = \frac{sin\ \varepsilon\ \cos\ \lambda(t)}{\cos\ \delta(t)}\frac{d\lambda}{dt} \quad (2)$$

Próximo aos solstícios, λ ≈ 90° ou 270° e, portanto, cos λ ≈ 0.

$$\frac{d\delta}{dt} \approx 0 \quad (3)$$

Consequentemente, mesmo que ε seja estritamente constante. A aparente "estagnação" da declinação observada durante vários dias próximos aos solstícios decorre, portanto, de um puro efeito de projeção geométrica e não requer qualquer variação de curto prazo na obliquidade terrestre.

Para quantificar a variação lenta próxima ao solstício, expandimos a Eq. (1) em torno de λ = 90°, escrevendo (Figura 1)

$$\lambda = 90^{\circ} + \Delta\lambda, \quad (4)$$

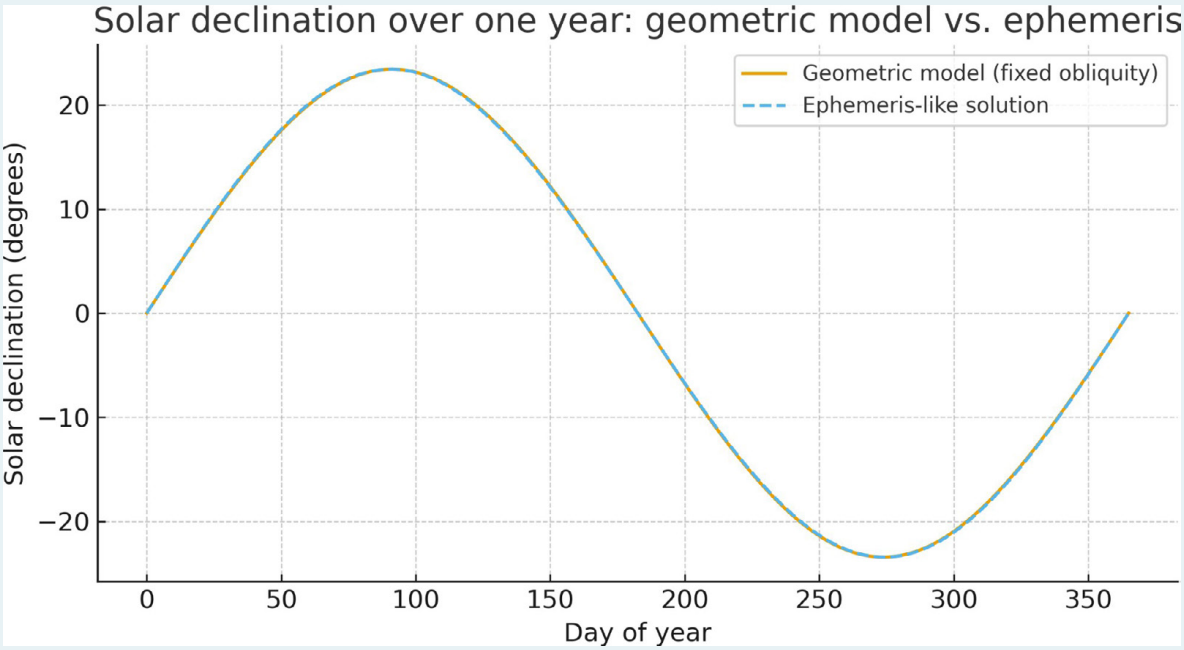


Figura 1: Declinação solar ao longo de um ano em função do dia do ano. As curvas contínua e tracejada ilustram a estreita concordância entre um modelo geométrico com obliquidade fixa e uma solução semelhante a uma efeméride, destacando o comportamento de aparente estagnação próximo aos solstícios. A curva fornece a referência $\delta_{geom}(t)$ usada para definir o resíduo $\Delta\delta_{res}(t)$.

O gráfico original foi preservado sem alterações; a legenda abaixo foi traduzida. Chave: dia do ano; declinação solar (graus); modelo geométrico (obliquidade fixa); solução semelhante a uma efeméride.

com Δλ pequeno (em radianos). Usando sin (90° + Δλ) = cos Δλ ≈ 1 − Δλ²/2, obtemos

$$\delta(\lambda) \approx arcsin\left(sin\ \varepsilon - \frac{1}{2}sin\ \varepsilon\Delta\lambda^2\right) \quad (5)$$

Copyright © Yarel A

Expandindo o arco seno em torno de $x_0 = \sin \varepsilon$ e usando $\arcsin x_0 = \varepsilon$ e $(d \arcsin x/dx)|_{x_0} = 1/\cos \varepsilon$, encontramos

$$\delta(\lambda) \approx \varepsilon - \frac{\tan \varepsilon}{2} \Delta\lambda^2 \quad (6)$$

Seja a velocidade angular orbital média da Terra

$$\omega = \frac{2\pi}{365} rad\ day^{-1} \quad (7)$$

de modo que $\Delta\lambda = \omega\, \Delta t$, em que Δt é o número de dias em relação ao instante exato do solstício. Substituindo na Eq. (6), obtemos

$$\Delta\delta \equiv \delta - \varepsilon \approx -\frac{tan\ \varepsilon}{2} (\omega \Delta t)^2 \quad (8)$$

Para $\varepsilon \simeq 23.44°$, isso fornece

$$|\Delta\delta| \approx 0.0037^\circ (\Delta t)^2, \quad (9)$$

de modo que

$$\Delta t = 2 days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.015^\circ, \quad (10)$$

$$\Delta t = 3 days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.033^\circ, \quad (11)$$

$$\Delta t = 4 days \Rightarrow |\Delta\delta| \approx 0.059^\circ. \quad (12)$$

Essas mudanças são muito menores que o arredondamento de 0.1° normalmente usado em tabelas de declinação, explicando completamente a aparência de uma pausa prolongada nos valores tabelados.

Na prática, a expressão da Eq. (1) pode ser avaliada usando uma efeméride solar de alta precisão para gerar uma curva de referência puramente geométrica $\delta_{geom}(t)$, com a qual as declinações observadas $\delta_{obs}(t)$ podem ser comparadas. Definimos o resíduo de declinação como

$$\Delta\delta_{res}(t) = \delta_{obs}(t) - \delta_{geom}(t) \quad (13)$$

Qualquer estrutura estatisticamente significativa em $\Delta\delta_{res}(t)$, além do comportamento quadrático de aparente estagnação codificado na Eq. (8), pode então ser interpretada como evidência de perturbações adicionais, incluindo, entre outras possibilidades, torques externos fracos.

Concluímos que o padrão observado de mudanças rápidas na declinação próximo aos equinócios e de períodos aparentes de estagnação de 3 a 4 dias nos solstícios é inteiramente explicado pelo modelo geométrico convencional com obliquidade constante.

Não é necessário nenhum torque externo, influência gravitacional anômala ou variação da inclinação do eixo terrestre para reproduzir essas características. Ao mesmo tempo, o modelo geométrico fornece uma referência clara para a busca de quaisquer desvios sutis, potencialmente induzidos por torques externos fracos.

O sinal semestral do GRACE como assinatura gravimétrica

As missões GRACE e GRACE-FO produziram mais de duas décadas de medições de alta precisão das variações temporais do campo gravitacional terrestre [4,5]. Após as correções convencionais para a redistribuição de massa hidrológica, atmosférica, criosférica e oceânica, o sinal gravitacional residual contém uma componente semestral persistente. Essa componente pode ser representada esquematicamente como

$$g_{res}(t) = A_{6m} \sin(\omega_{6m} t + \phi_g) + \mathcal{O} \quad \text{(annual, noise)}, \quad (14)$$

em que A_{6m} é a amplitude semestral, $\omega_{6m} = 2\omega_{annual}$ e φ_g é a fase observada em relação ao equinócio.

Empiricamente, a fase semestral se alinha estreitamente com os extremos da declinação solar quando esta é ajustada com uma pequena modulação semestral sobreposta ao modelo puramente geométrico. De modo equivalente, o resíduo de declinação $\Delta\delta_{res}(t)$ definido na Eq. (13) pode ser decomposto como

$$\Delta\delta_{res}(t) \approx B_{6m} sin(\omega_{6m} t + \phi_\delta) + \ldots, \quad (15)$$

com $\varphi_\delta \approx \varphi_g$ dentro das incertezas.

Essa coerência de fase entre $\Delta\delta_{res}(t)$ e $g_{res}(t)$ não é simples de explicar apenas por processos internos do sistema terrestre, que geralmente seguem um forçamento hidrológico com predominância anual. Em contraste, um torque gravitacional ou gravitoeletromagnético externo periódico exercido sobre o sistema Terra-Sol produziria naturalmente uma assinatura semestral tanto nas grandezas observáveis geométricas (declinação) quanto nas gravimétricas (GRACE).

Para modelar esse comportamento, consideramos um torque fraco $\tau(t)$ com periodicidade semestral:

Copyright © Yarel A

$$\tau(t) = \tau_0 sin(\omega_{6m} t + \phi_\tau) \quad (16)$$

Esse torque induz uma pequena perturbação no momento angular orbital da Terra L:

$$\frac{d\Delta L}{dt} = \tau(t) \quad (17)$$

de modo que

$$\Delta L(t) \propto -\frac{\tau_0}{\omega_{6m} t} \cos(\omega_{6m} t + \phi_\tau) \quad (18)$$

A compatibilização da amplitude observada do GRACE com a amplitude de modulação geométrica no resíduo de declinação fornece uma estimativa consistente para o torque subjacente, da ordem de

$$\tau_0 \sim 10^{17}\, Nm \quad (19)$$

O ponto central é que, após a remoção das contribuições convencionais do sistema terrestre, permanece uma assinatura semestral coerente, com fase sincronizada ao resíduo de declinação solar. Uma descrição em termos de campo externo efetivo fornece uma linguagem natural para codificar essa influência residual (Figura 2, Tabelas 1 e 2).

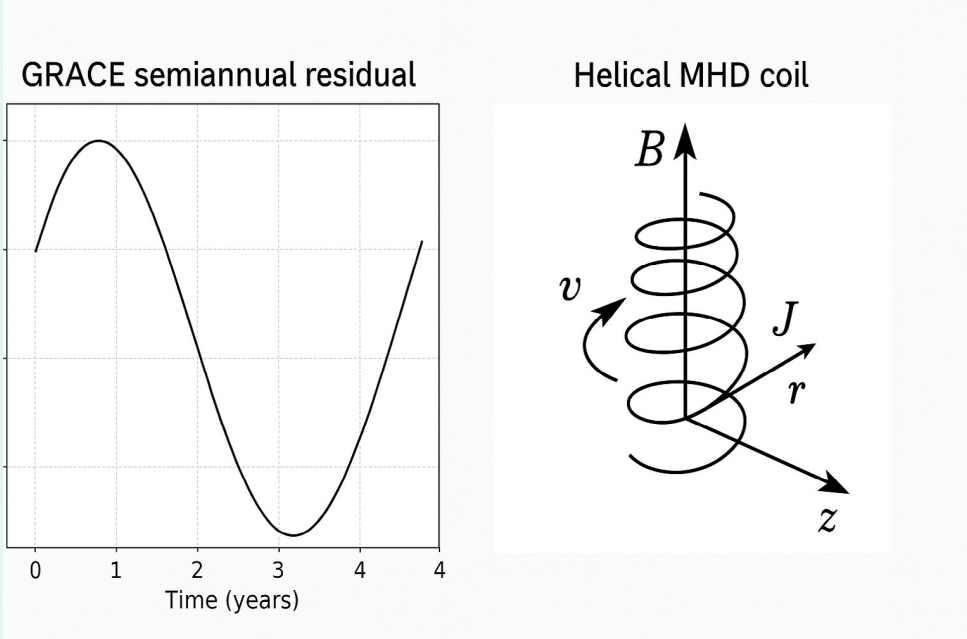


Figura 2: Componente semestral esquemática de uma série temporal de resíduos gravimétricos, ilustrando o comportamento senoidal básico com frequência $2\omega_{annual}$ e fase ϕ_g. A amplitude A_{6m} e a fase são escolhidas de modo a serem compatíveis com a componente semestral do resíduo do GRACE após as correções convencionais, conforme representado na Eq. (14).

O gráfico original foi preservado sem alterações; a legenda abaixo foi traduzida. Chave do gráfico: resíduo semestral do GRACE; tempo (anos); bobina MHD helicoidal.

Série	A_{6m}	$\sigma(A_{6m})$	ϕ	$\sigma(\phi)$
Mascon	0.927	0.129	2.902	0.137
GOMA	1.006	0.272	-2.565	0.268
Declinação	0.381	0.001	2.137	0.002

Tabela 1: Parâmetros do ajuste semestral da Eq. (20). As fases ϕ são apresentadas em radianos, com a mesma convenção de referência usada no ajuste.

Par	f [yr^{-1}]	C^2	p
Mascon versus resíduo de declinação	2.0625	0.683	0.12
Mascon versus GOMA (SHC)	2.0625	0.544	0.073

Tabela 2: Coerência na frequência semestral e valores p obtidos com dados substitutos.

Ajuste semestral e incertezas

Cada série y(t) (tempo t em anos) é ajustada com o mesmo modelo harmônico:

Copyright © Yarel A

$$y(t) = c_0 + c_1 t + a_1 sin(2\pi t) + b_1\ cos(2\pi t) + a_2\ sin(4\pi t) + b_2 cos(4\pi t) \quad (20)$$

em que o par (a_2, b_2) codifica a componente semestral. Apresentamos a amplitude semestral A_{6m} e a fase ϕ por meio de

$$A_{6m} = \sqrt{a_2^2 + b_2^2},\ \ \phi = a\tan 2(b_2, a_2) \quad (21)$$

- **Teste de coerência de fase:** Testamos a hipótese nula H_0 de que não existe uma relação semestral com sincronização de fase entre as grandezas observáveis após as correções convencionais, usando realizações substitutas para obter valores p em $f \simeq 2\ yr^{-1}$. Para avaliar se as componentes semestrais são coerentes em fase entre as grandezas observáveis, calculamos a coerência quadrática $C^2(f)$ na frequência semestral entre pares de séries e avaliamos a significância em relação ao modelo nulo de dados substitutos.
- **Estabilidade de fase entre épocas:** Para avaliar se a relação de fase semestral inferida é estável ao longo do tempo, e não dominada por uma única época, repetimos o ajuste harmônico da Eq. (20) em janelas deslizantes de 6 anos, deslocadas em incrementos de 1 ano, usando as séries mensais alinhadas. Para Mascon versus resíduo de declinação, a diferença de fase reduzida ao intervalo principal $\Delta\varphi = \varphi_{Mascon} - \varphi_{\Delta\delta}$ permanece limitada, com média $\Delta\varphi = 0.85$ rad e desvio-padrão 0.20 rad ao longo de $N = 18$ janelas, indicando que o alinhamento semestral não é um artefato de uma única janela.

Um modelo conservativo de campo externo efetivo

Introduzimos agora um campo efetivo conservativo Φ_{eff} que complementa o potencial gravitacional newtoniano convencional. Por construção, esse campo codifica qualquer influência adicional, gravitacional, eletromagnética ou mista, que possa ser representada no nível de um potencial efetivo.

Escrevemos o potencial total como

$$\Phi_{tot} = \Phi_N + \Phi_{eff} \quad (22)$$

em que Φ_N é o potencial newtoniano usual do Sol, dos planetas e dos demais corpos convencionais, e Φ_{eff} é uma pequena correção cuja forma funcional deve ser determinada. A aceleração efetiva é então

$$a_{eff} = -\nabla\Phi_{eff}\ . \quad (23)$$

As restrições geométricas e gravimétricas combinadas impõem os seguintes requisitos a Φ_{eff}:

- **Periodicidade semestral:** Os resíduos observados têm frequência $2\omega_{annual}$, portanto o campo deve induzir um torque com a mesma periodicidade.
- **Alinhamento axial:** A relação de fase com a declinação solar implica que o campo efetivo está alinhado ao eixo de rotação solar ou, pelo menos, referenciado a ele (cf. estrutura de rotação solar em grande escala; autor: Thompson MJ [4], Beck JG [5]).
- **Baixa intensidade:** A escala do torque na Eq. (19) é pequena o suficiente para evitar mudanças detectáveis na rotação terrestre, mas grande o suficiente para deixar uma assinatura no GRACE.
- **Estabilidade de longo prazo:** A coerência de fase ao longo de muitos anos exige uma fonte estável em escalas de tempo de décadas.
- **Helicidade e transporte de momento angular:** O campo deve ser compatível com um mecanismo que transporte naturalmente momento angular e mantenha um eixo preferencial, como nos fluxos de saída helicoidalmente magnetizados [6].

Uma representação fenomenológica mínima que satisfaz as duas primeiras condições pode ser escrita como

$$\Phi_{eff}(r, \lambda) = \Phi_0(r) + \epsilon r^{-n} cos(2\lambda(t) + \phi) \quad (24)$$

em que $\Phi_0(r)$ é uma contribuição axissimétrica, $n > 0$ codifica o decaimento radial, ϵ é uma pequena amplitude adimensional e ϕ é uma diferença de fase determinada pela orientação relativa do campo efetivo e da eclíptica.

O torque correspondente exercido sobre o sistema Terra-Sol escala como

$$\tau(t) \sim \epsilon\ r^{-n} sin(2\lambda(t) + \phi) \quad (25)$$

Estruturas MHD helicoidais como realização natural

Em plasmas astrofísicos, estruturas helicoidalmente magnetizadas em grande escala são onipresentes. Elas aparecem em jatos protoestelares, núcleos galácticos ativos, sistemas binários de raios X e outros sistemas nos quais rotação, campos magnéticos e fluxos de saída

Copyright © Yarel A

interagem [6,7]. Essas estruturas transportam momento angular e geram campos extensos e ordenados de forma eficiente; no contexto de objetos compactos, mecanismos de extração eletromagnética fornecem referências instrutivas para a energética dos fluxos de saída mediados magneticamente [8].

Um modelo simples de tubo de fluxo magnetohidrodinâmico (MHD) helicoidal adota coordenadas cilíndricas (r, φ, z) e escreve o campo magnético como

$$B(r) = B_z(r)\hat{z} + B_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{26}$$

em que B_z e B_φ são, respectivamente, as componentes axial e toroidal. O campo de velocidade do plasma pode ser escrito de forma semelhante como

$$v(r) = v_z(r)\hat{z} + v_\varphi(r)\hat{\varphi} \tag{27}$$

A equação de indução para um plasma condutor com difusividade magnética η é

$$\frac{\partial B}{\partial t} = \nabla \times \left(v \times B - \eta \nabla \times B\right), \tag{28}$$

em que η é a difusividade magnética. Para um fluxo helicoidal com velocidade axial v_z e velocidade azimutal v_φ, o produto vetorial v × B adquire uma componente radial

$$\left(v \times B\right)_r = v_z B_\varphi - v_\varphi B_z, \tag{29}$$

que corresponde a um campo elétrico indutivo radial

$$E_r = -\left(v \times B\right)_r = -\left(v_z B_\varphi - v_\varphi B_z\right). \tag{30}$$

A mesma estrutura helicoidal que transporta energia e fluxo magnético também transporta momento angular. O torque magnético exercido pelo tubo de fluxo sobre seu entorno pode ser escrito esquematicamente como

$$\tau_{MHD} \sim \int r J_\varphi B_z dA \tag{31}$$

que apresenta exatamente a simetria semestral exigida pela Eq. (16). O problema se reduz, então, a identificar estruturas físicas capazes de gerar um potencial da forma da Eq. (24), com a amplitude implicada pela Eq. (19).

em que J_φ é a densidade de corrente azimutal. Para estruturas extensas com escalas características comparáveis ou superiores às do Sistema Solar, é simples obter intensidades de torque no intervalo

$$10^{16} \lesssim \tau MHD \lesssim 10^{18}\, Nm\,, \tag{32}$$

que abrange com folga o valor inferido na Eq. (19).

Interpretação e a Máquina Interuniversal

Para maior clareza, fazemos referência explícita à exposição principal da Máquina Interuniversal proposta pelo autor: consulte [1] e a página do artigo vinculado (doi:10.23880/oaja-16000130).

Até este ponto, a análise foi intencionalmente conservadora. Nós: (i) deduzimos uma referência geométrica para a declinação solar e quantificamos o comportamento de aparente estagnação; (ii) identificamos um resíduo gravimétrico semestral nos dados do GRACE com fase sincronizada ao resíduo de declinação; (iii) introduzimos um modelo mínimo de campo externo efetivo compatível com essas observações; e (iv) mostramos que estruturas de plasma indutivas em grande escala, helicoidalmente magnetizadas, constituem uma classe natural de realizações compatíveis com a simetria e a intensidade inferidas, mantendo a compatibilidade com restrições independentes (Figura 3).

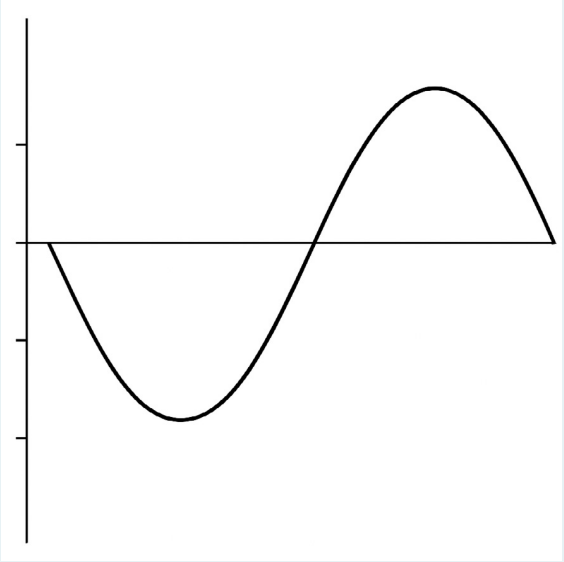


Figura 3: À esquerda: resíduo semestral ilustrativo do GRACE, como na Figura 2. À direita: ilustração esquemática de um tubo de fluxo magnetohidrodinâmico helicoidal que transporta corrente axial J, campo magnético B e velocidade de fluxo v em coordenadas cilíndricas (r, z). Tais estruturas podem gerar força eletromotriz indutiva e tensão magnética significativas, fornecendo uma origem física plausível para o torque externo fraco inferido a partir de observações geométricas e gravimétricas no Sistema Solar.

O gráfico original foi preservado sem alterações; a legenda abaixo foi traduzida.

Copyright © Yarel A

Conectamos agora essa descrição de campo efetivo a uma interpretação física concreta. A ideia central da Máquina Interuniversal não é uma nova lei de força, mas um ambiente estruturado no qual o Sistema Solar está inserido: uma arquitetura de plasma indutiva, duradoura, organizada axialmente e helicoidalmente magnetizada, capaz de trocar momento angular e energia com o sistema Terra-Sol e, ao mesmo tempo, permanecer fraca o suficiente para escapar dos diagnósticos orbitais convencionais.

No presente artigo, a Máquina pode ser descrita operacionalmente pelos seguintes ingredientes mínimos:

- **Um eixo preferencial estável:** A relação de fase entre os resíduos de declinação e a componente gravimétrica semestral sugere uma influência externa referenciada a um eixo persistente. Na concepção da Máquina, esse eixo é fornecido pela estrutura helicoidal em grande escala (cf. o requisito de alinhamento axial na Seção 4).
- **Magnetização helicoidal e indução:** Uma configuração helicoidalmente magnetizada sustenta naturalmente campos elétricos indutivos por meio de $v \times B$ e transmite tensões por tração e pressão magnéticas. Isso fornece um canal fisicamente fundamentado para um torque fraco, coerente e semestral, sem exigir um forçamento interno do sistema terrestre rápido e finamente ajustado.
- **Um canal de torque fraco, porém coerente:** A restrição empírica é uma amplitude de torque da ordem de $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m (Eq. 19), atuando periodicamente com simetria semestral. Na interpretação da Máquina, esse torque é a assinatura macroscópica das tensões magnéticas e indutivas da arquitetura helicoidal circundante, projetadas sobre a geometria orbital Terra-Sol.
- **Estabilidade de longo prazo:** A estabilidade de fase ao longo de vários anos motiva uma fonte estável em escalas de tempo de décadas. A Máquina é, portanto, tratada como uma estrutura quase estacionária em relação ao Sistema Solar, e não como um fenômeno transitório impulsionado de modo intermitente.

Do ponto de vista de campo efetivo adotado aqui, a origem cosmológica detalhada da estrutura helicoidal é secundária. O que importa observacionalmente é que ela se comporte como um sistema helicoidal indutivo em escalas relevantes para o Sistema Solar, gere a simetria e a intensidade de torque necessárias e permaneça estável ao longo do período das medições. Nesse sentido, a Máquina Interuniversal pode ser considerada uma realização concreta do campo efetivo, de outro modo abstrato, Φ_{eff} [1]; outras realizações dentro da mesma classe de simetria ainda não podem ser excluídas.

Previsões observacionais

O quadro de campo externo efetivo desenvolvido aqui produz várias previsões falseáveis que o distinguem de modelos nos quais a heliofísica, a geodésia espacial e a MHD protoestelar são tratadas como amplamente independentes:

- **Coerência da modulação semestral:** Uma modulação semestral precisa deve aparecer de forma coerente em: (i) resíduos do GRACE e do GRACE-FO [4,5]; (ii) resíduos de declinação solar no nível de $\sim 0.01°$; (iii) medições VLBI de alta precisão de nutação e precessão; e (iv) elementos orbitais de satélites artificiais em órbitas heliossíncronas.
- **Emissão coronal de micro-ondas:** O espectro de emissão coronal deve apresentar uma componente compatível com uma fonte sustentada de micro-ondas associada a bobinas eletromagneticamente ativas, potencialmente detectável como um padrão específico em observações de rádio e submilimétricas, com modulação temporal característica vinculada à geometria da Máquina [1].
- **Jatos protoestelares helicoidais:** Jatos bipolares helicoidais em sistemas protoestelares devem apresentar assinaturas de condução e polarimétricas compatíveis com bobinas em grande escala, incluindo helicidade magnética ordenada e potência indutiva suficiente para aquecer coroas estelares nascentes antes do estabelecimento de uma queima nuclear estável [6].
- **Alinhamento dos eixos:** Em longas escalas de tempo, o eixo de rotação solar deve manter um alinhamento estatisticamente significativo com a direção inferida do torque externo, reconstruída a partir de medições gravimétricas e geométricas combinadas [2,3].

Conclusões

Desenvolvemos um quadro unificado geométrico-gravimétrico-MHD no qual a geometria solar, a gravimetria do GRACE e a dinâmica MHD helicoidal indutiva são interpretadas como três facetas observacionais de um único processo subjacente: um torque externo fraco atuando sobre o sistema Terra-Sol. Os principais elementos desse quadro são:

Copyright © Yarel A

- Uma demonstração geométrica de que os períodos de aparente estagnação observados na declinação solar próximos aos solstícios decorrem naturalmente de efeitos de projeção para uma obliquidade terrestre constante, fornecendo uma referência clara para a busca de torques externos sutis.
- Uma interpretação da componente semestral persistente na gravimetria do GRACE como a assinatura gravimétrica de um torque externo fraco atuando sobre o sistema Terra-Sol, com amplitude ~ 10^{17} N m [4,5].
- Um modelo fisicamente fundamentado no qual estruturas de plasma indutivas em grande escala, helicoidalmente magnetizadas, geram um campo efetivo da forma necessária, produzindo naturalmente um torque fraco em grande escala alinhado com um eixo preferencial [6,8].

Em conjunto, esses elementos definem um labirinto fechado de restrições: nos dados geométricos e gravimétricos combinados, os modelos convencionais chegam a um impasse científico, a menos que seja introduzida uma estrutura adicional em grande escala. A Máquina Interuniversal fornece uma realização matematicamente consistente de tal estrutura [1]. Embora especulativo como cenário cosmológico específico, o próprio quadro de campo externo efetivo é conservativo e testável.

Apêndice A: Verificação de consistência da ordem de grandeza para $\tau_0 \sim 10^{17}$ N m

Um torque semestral $\tau(t) = \tau_0 \sin(\omega_{6m} t + \varphi)$ é puramente periódico e, portanto, não gera uma deriva secular do momento angular. A escala relevante é a amplitude oscilatória do momento angular

$$\Delta L \sim \frac{\tau_0}{\omega_{6m}} \tag{33}$$

com $\omega_{6m} = 4\pi/\text{yr}$. Para $\tau_0 = 10^{17}$ N m, obtemos

$$\Delta L \approx 2.5 \times 10^{23}\, kgm^2 s^{-1}. \tag{34}$$

Em comparação com o momento angular orbital da Terra, $L_{orb} \approx 2.66 \times 10^{40}$ kg m² s⁻¹, a modulação fracionária é

$$\frac{\Delta L}{L_{orb}} \sim 9 \times 10^{-18} \tag{35}$$

o que está muito abaixo da detectabilidade nos elementos orbitais em escalas de tempo de décadas. Como um limite superior conservador, se o mesmo torque se acoplasse diretamente ao momento angular de rotação da Terra, $L_{spin} \approx 5.85 \times 10^{33}$ kg m² s⁻¹, a modulação fracionária correspondente seria

$$\frac{\Delta L}{L_{spin}} \sim 4 \times 10^{-11} \tag{36}$$

Equivalente a variações da duração do dia no nível de microssegundos ($\Delta\text{LOD} \sim 4 \times 10^{-11} \times 86400$ s ≈ 4 μs), compatíveis com a ausência de qualquer grande anomalia secular [9].

Agradecimentos

O autor agradece à comunidade astrofísica em geral pela extensa base observacional e teórica sobre a qual este quadro procura se apoiar.

Referências

1. Yarel A (2024) Astronomy Paradigm Shift: Challenging the Big Bang through Interuniversal Phenomena Elucidating the Complex Governing Mechanisms of Solar Dynamics. Open Access J Astron 2: 000130.

2. Thompson MJ, Christensen-Dalsgaard J, Miesch MS, Toomre J (1996) Differential Rotation and Toroidal Magnetic Fields in the Solar Interior. Science 272: 1300-1305.

3. Beck JG (2000) A comparison of differential rotation measurements. Sol Phys 191: 47-70.

4. Wahr J, Swenson S, Zlotnicki V, Velicogna I (2004) Time-variable gravity from GRACE: First results. Geophys Res Lett 31: L11501.

5. Kornfeld RP, Arnold BW, Gross MA, Dahya NT, Klipstein WM, et al. (2019) GRACE-FO: The Gravity Recovery and Climate Experiment Follow-On Mission. J Spacecr Rockets 56: 931-951.

6. Livio M (1999) Astrophysical Jets: A phenomenological examination of acceleration and collimation. Phys Rep 311: 225-245.

7. Doeleman S, Weintroub J, Rogers AEE, Plambeck R, Freund R, et al. (2008) Event-horizon-scale structure in the supermassive black hole candidate at the Galactic Center. Nature 455: 78-80.

8. Blandford RD, Znajek RL (1977) Electromagnetic extraction of energy from Kerr black holes. MNRAS 179: 433-456.

9. Lindegren L, Hernandez J, Bombrun A, Klioner S, Bastian U, et al. (2018) Gaia Data Release 2: The astrometric solution. A&A 616: A2.

Copyright © Yarel A