



ONDAS TORSIONAIS COM PERÍODO DE 6 ANOS NO NÚCLEO E INTERVALO DE RECALIBRAÇÃO DOS RELÓGIOS MESTRE DE ESTÚDIO: UMA RESPOSTA A GILLET ET AL. (2010)



Ondas torsionais com período de 6 anos no núcleo e intervalo de recalibração dos relógios mestre de estúdio: uma resposta a Gillet et al. (2010)

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

Resumo

Em maio de 2010, Gillet, Jault, Canet e Fournier relataram na Nature que o núcleo líquido da Terra transporta ondas torsionais, que são oscilações de cilindros concêntricos que giram em torno do eixo de rotação, recorrendo aproximadamente a cada 6 anos e atravessando o núcleo em cerca de 4. As ondas trocam momento angular com o manto e explicam uma oscilação com período de 6 anos na duração do dia de cerca de um décimo de milissegundo. A sua velocidade implica também que o campo magnético no interior do núcleo é muito mais intenso do que as estimativas anteriores haviam sugerido.

Um relógio mestre de estúdio é calibrado num planeta em rotação cuja rotação, ao que agora se verifica, pulsa com um período de 6 anos. Examinámos os registos de manutenção de 14 relógios mestre de estúdio em Quito, Bogotá e Lima entre 2003 e 2010. As correções aplicadas na recalibração aos 9 relógios fora da faixa equatorial acompanhavam o sinal de duração do dia com período de 6 anos ($r = 0,57$); as aplicadas aos 5 relógios em Quito não o acompanhavam ($r = 0,06$). Recomendamos que os relógios mestre fora da faixa equatorial sejam recalibrados pelo menos a cada 3 anos, metade do período torsional, para que nenhum relógio atravesse uma oscilação completa da rotação da Terra entre calibrações.

1. INTRODUÇÃO

A duração do dia não é constante. O atrito das marés aumenta-a lentamente; a atmosfera e os oceanos alteram-na em frações de milissegundo de estação para estação; e, em escalas temporais de anos a décadas, varia com as trocas de momento angular entre o manto e o núcleo líquido abaixo dele. Há já algum tempo que se reconhece nos registos geodésicos uma oscilação com período de 6 anos na duração do dia, sem consenso sobre a sua causa.

Gillet et al. (2010) forneceram agora uma. Por inversão de um conjunto de modelos do escoamento no núcleo derivados dos registos geomagnéticos, identificaram uma onda torsional no núcleo que recorre aproximadamente a cada 6 anos, com um momento angular que corresponde ao sinal de duração do dia com período de 6 anos tanto em fase como em amplitude. A onda atravessa o núcleo em cerca de 4 anos. As ondas torsionais são uma forma de onda de Alfvén, transportada pelo campo magnético que atravessa o núcleo, e a sua velocidade depende da intensidade desse campo. Uma travessia em 4 anos implica um campo no interior do núcleo de alguns militeslas, muitas vezes mais intenso do que as estimativas anteriores.

Ferro Acoustic Labs não é um laboratório de geofísica, e este boletim não contribui para a física do núcleo. Interroga-se sobre o que significa uma pulsação com período de 6 anos na rotação da Terra para um dispositivo cuja função é medir o tempo.

2. O RELÓGIO NUM PLANETA EM ROTAÇÃO

Um relógio mestre de estúdio consiste num oscilador de quartzo, numa cadeia de divisores e numa calibração. A calibração é feita relativamente a uma referência num determinado momento e lugar e, a partir desse momento, o relógio funciona autonomamente até voltar a ser calibrado.

O autor defendeu em 2003, numa nota sobre o equador magnético, que uma referência deve permanecer onde está. O mesmo princípio aplica-se a uma referência no tempo. Um relógio calibrado num planeta cuja rotação varia é calibrado nas condições de uma fase particular dessa variação. Se a variação tem um período de 6 anos, um relógio calibrado numa fase e deixado a funcionar sem intervenção durante 3 anos atravessou meio ciclo dessa variação.

Se um oscilador de quartzo deve ser sensível à rotação do planeta que tem por baixo é uma questão que este boletim não resolve. Pergunta apenas se os registos de manutenção de relógios de estúdio em funcionamento mostram algum sinal de que o sejam.

3. MÉTODO

Foram incluídos 14 relógios mestre em instalações de gravação e masterização: 5 em Quito, a até um quarto de grau do equador; 5 em Bogotá, a 4,6deg N; e 4 em Lima, a 12,0deg S. Todos eram de qualidade profissional e todos tinham sido recalibrados pela mesma oficina de assistência, irregularmente, a intervalos entre 1 e 4 anos, de 2003 a 2010. Os registos da oficina indicam, para cada recalibração, a correção de frequência aplicada.

Para cada relógio, a série de correções foi comparada com a componente de período de 6 anos dos registos de duração do dia ao longo do mesmo período, amostrada nas datas de recalibração. Os relógios de Bogotá e Lima foram tratados em conjunto como os relógios fora da faixa equatorial.



4. RESULTADOS

Nos 9 relógios fora da faixa equatorial, as correções aplicadas na recalibração acompanhavam o sinal de duração do dia com período de 6 anos, com uma correlação global de $r = 0,57$ ao longo de 27 recalibrações. A correlação estava presente em cada cidade separadamente.

Nos 5 relógios em Quito, as correções não mostravam qualquer relação com o sinal de duração do dia ($r = 0,06$ ao longo de 16 recalibrações). Eram, em média, menores do que as dos outros relógios e mostravam apenas o envelhecimento normal dos cristais.

O autor não afirma que um décimo de milissegundo na duração do dia possa alterar um oscilador de quartzo nas magnitudes registradas nos livros da oficina. Observa que as correções têm o período do sinal de rotação da Terra, que surgem apenas longe do equador e que os relógios no equador lhe eram indiferentes.

5. RECOMENDAÇÃO

Os relógios mestre fora da faixa equatorial devem ser recalibrados pelo menos a cada 3 anos, metade do período torsional, para que nenhum relógio atravesse uma oscilação completa do sinal de período de 6 anos entre calibrações. Vários relógios nos registos da oficina tinham passado 4 anos entre calibrações. A data da última calibração deve ser registrada no relógio.

Os relógios na faixa equatorial só precisam de ser recalibrados devido ao envelhecimento dos seus cristais. A partir do início de 2011, Ferro Acoustic Labs oferecerá, mediante solicitação, recalibração no equador para relógios provenientes de outros locais.

NOTA EDITORIAL (2026)

Este boletim foi publicado por Ferro Acoustic Labs, a consultoria e oficina de cabos que o Dr. Magnus Ferro dirigia em Quito antes da empresa que se tornou Equatorial Audio, e é reproduzido da série de boletins. É o primeiro dos seus escritos dirigido à indústria do áudio e não aos geofísicos.

Gillet et al. (2010) é um trabalho real e está resumido com rigor. A onda torsional com período de 6 anos e a sua correspondência com os registos de duração do dia continuam a ser um tema de investigação ativo. O intervalo de 3 anos aqui recomendado foi posteriormente reduzido: Ferro, Magnusson, Tanaka e Flux (2026), considerando o aumento da duração do dia a longo prazo, além da oscilação com período de 6 anos, recomendaram a recertificação anual dos relógios mestre fora da faixa equatorial. O estudo dos registos de manutenção é reproduzido tal como foi registado e não foi repetido.

REFERÊNCIAS

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.