

Fotometria de GW Librae após super-erupção de abril de 2007

B.W.Borges¹, R.Baptista², F. Ferrari³, L.Fraga⁴ & A.N.Kanaan²

¹IAG, Universidade de São Paulo

²FSC/GAS, Universidade Federal de Santa Catarina

³Universidade Federal do Pampa

⁴SOAR Telescope



1 Introdução

GW Librae (GW Lib) é uma nova-anã de curto período orbital ($P_{orb} \sim 76$ min) que devido ao seu baixo brilho ($V \sim 18$) nunca chamou a atenção até 1983, quando seu brilho aumentou em ~ 9 magnitudes (González 1983). O período orbital, o espectro e o tipo de super-erupção registrada, levaram GW Lib a ser classificada como um estrela WZ Sge (Duerbeck & Seitter 1987, Ringwald, Naylor & Mukai 1996), uma subclasse extrema das estrelas SU Uma. Estrelas WZ Sge ou *TOADs* (*Tremendous Outburst Amplitude Dwarf novae*) são as novas-anãs mais antigas, e são caracterizadas por taxas de transferência de massa excepcionalmente baixas (e, portanto, baixo aquecimento por acréscimo), longos intervalos de recorrência das erupções e curto período orbital (Howell, Szkody & Cannizzo 1995). A transformada de Fourier das curvas de luz em quiescência exibem características de uma primária com pulsações não-radiais (DAV ou ZZ Cet; van Zyl *et al.* 2004). GW Lib foi a primeira nova-anã conhecida a conter uma primária pulsante (van Zyl *et al.* 2000). Após 24 anos, GW Lib entrou em erupção em 12 de abril de 2007 e alcançou uma magnitude máxima de $V \sim 8$ (Waagen *et al.* 2007). Neste trabalho, apresentamos a análise da evolução temporal das modulações fotométricas observadas com os telescópios do OPD e com o SOAR em GW Lib entre a super-erupção de 2007 e maio de 2009.

2 Observações

Séries temporais de fotometria CCD rápida de GW Lib foram obtidas usando o telescópio SOAR de 4.1-m (em 2007, 2008 e 2009), e os telescópios de 0.6-m e 1.6-m do Observatório do Pico dos Dias/LNA (em 2007). As observações estão sumarizadas na Tabela 1 abaixo. A coluna Δt apresenta a resolução temporal dos dados em segundos.

Table 1: Log of the observations

Date Begin (UT)	Run Lenght (h)	Telescope	CCD	Passband	Δt (s)
2007 04 24.12	1.0	0.6-m Zeiss	S800	V	8
04 25.05	5.5	0.6-m Zeiss	S800	V	5
04 30.02	8.0	1.6-m P&E	S800	V	7
05 01.02	7.5	1.6-m P&E	S800	V	7
06 08.97	7.0	1.6-m P&E	105	Clear	25
06 09.91	8.3	0.6-m B&C	105	Clear	50
06 10.93	7.5	1.6-m P&E	301	B	30
06 10.89	8.3	0.6-m B&C	105	V	60
06 10.95	2.3	0.6-m Zeiss	547	R	60
06 15.98	3.0	4.1-m SOAR	SOI	V	16
06 30.03	3.0	4.1-m SOAR	SOI	V	16
07 11.98	3.0	4.1-m SOAR	SOI	V	11
07 29.01	3.0	4.1-m SOAR	SOI	V	11
08 10.99	3.0	4.1-m SOAR	SOI	V	21
09 04.00	2.8	4.1-m SOAR	SOI	V	26
2008 04 13.20	5.0	4.1-m SOAR	SOI	V	15
05 06.18	4.8	4.1-m SOAR	SOI	V	15
06 02.96	4.4	4.1-m SOAR	SOI	V	31
2009 03 24.18	4.9	4.1-m SOAR	SOI	V	15
05 02.18	5.4	4.1-m SOAR	SOI	V	20
05 16.21	4.7	4.1-m SOAR	SOI	V	15
07 23.97	5.2	4.1-m SOAR	SOI	V	15

3 Análise dos dados

Os espectros de amplitude aqui apresentados são as transformadas de Fourier (TF) das curvas de luz de GW Lib, obtidas usando o algoritmo proposto por Deeming (1975) e Kurtz (1985). A fotometria feita em 2007 com o SOAR e no OPD, logo após a super-erupção (Figuras 1 e 2) exibiu a evolução canônica de superhumps em estrelas WZ Sge (Patterson *et al.* 2002), e em uma primeira análise, não detectamos pulsações da anã branca. O espectro de amplitude de 12 de abril de 2008 apresenta forte sinais com períodos de 285 e 294 s, similar às pulsações de DAV vistas anteriormente. Uma modulação de origem desconhecida e período de 1200 s era evidente nos dados de 5 de maio (Figura 3 e 4). Essa modulação evoluiu para uma onda de alta amplitude com período de 1 hora na noite de 2 de junho. Em 24 de março de 2009, sinais com períodos de 268 e 275 s estavam presentes no espectro do objeto. A última curva de luz observada, em 2 de maio de 2009, apresentava períodos aglomerados em torno de 330 s (Figuras 5 e 6). Atualmente, estamos realizando uma decomposição multi-escala via transformada discreta *wavelet* para o *prewhitening* dos dados (Figura 7), obtendo uma maior significância estatística na detecção de sinais de alta frequência. Estamos aplicando a mesma técnica na tentativa de regredir a detecção das pulsações ao ano de 2007, na fase de *superhumps*.

Referências

- Deeming, T.J., 1975, *Ap&SS*, 36, 137
Duerbeck, H.W. & Seitter, W.C., 1987, *Ap&SS*, 131, 467
González, L.E., 1983, *IAU Circ.* 3854
Howell, S.B., Szkody, P. & Cannizzo, J.K., 1995, *ApJ*, 439, 337
Kurtz, D.W., 1985, *MNRAS*, 213, 773
Ringwald, F.A., Naylor, T. & Mukai, K., 1996, *MNRAS*, 281, 192
van Zyl, L. et al., 2000, *Baltic Astron.*, 9, 231
van Zyl, L. et al., 2004, *MNRAS*, 350, 307
Waagen, E.O., Schmeer, P., Stubbings, R. & Pearce, A., 2007, *IAU Circ.* 8829

Agradecimentos

B. W. Borges agradece a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro através de bolsa de estágio de pós-doutorado (processo 2008/04530-6).

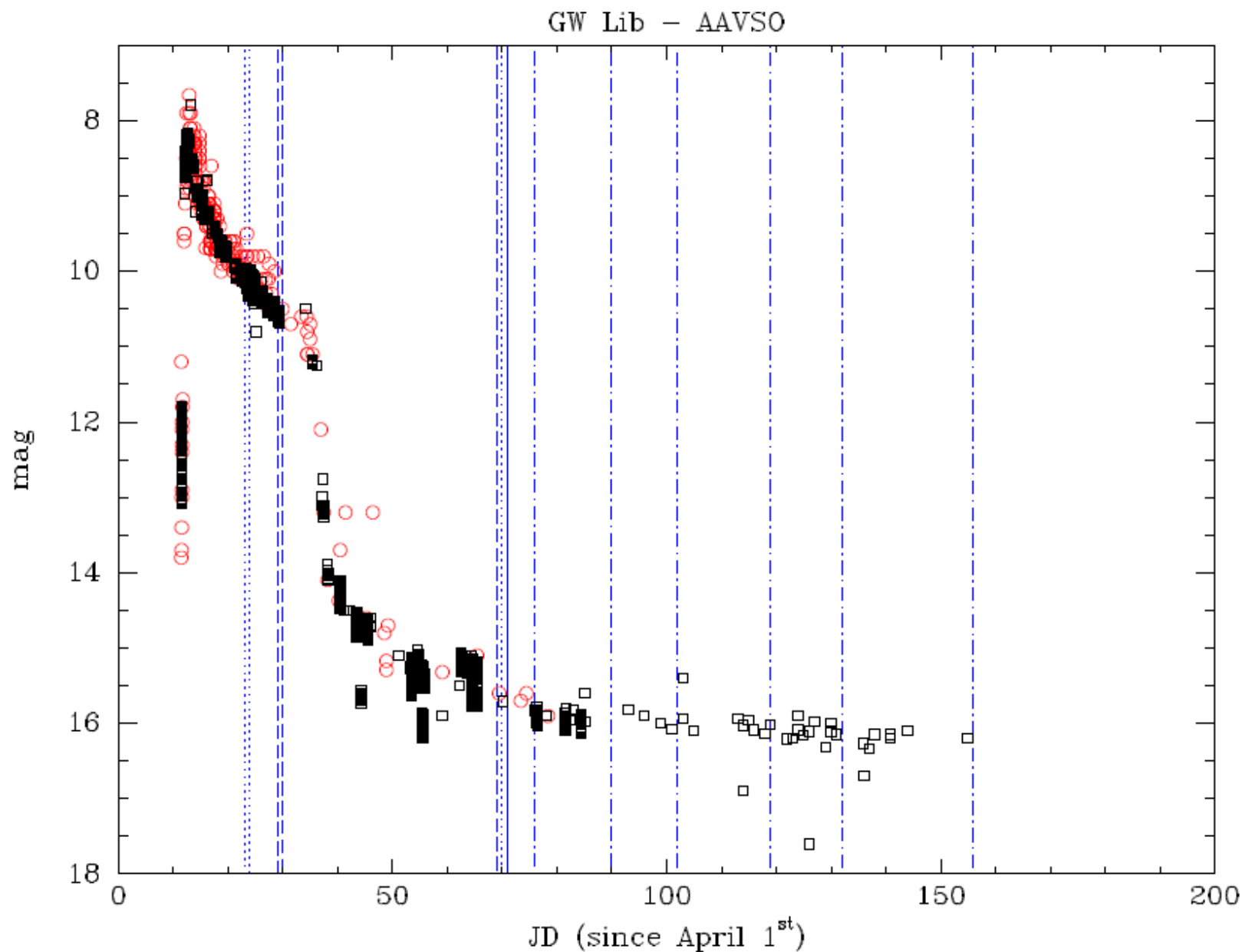


Figura 1: Curva de luz de erupção (em 2007) construída a partir de observações na banda V (círculos vermelhos) e no visual (quadrados cheios) feitas pelos astrônomos amadores da AAVSO. A linha pontilhada, tracejada e traço-ponto indicam observações feitas com o 0.6-m/OPD, 1.6-m/OPD e 4.1-m/SOAR, respectivamente.

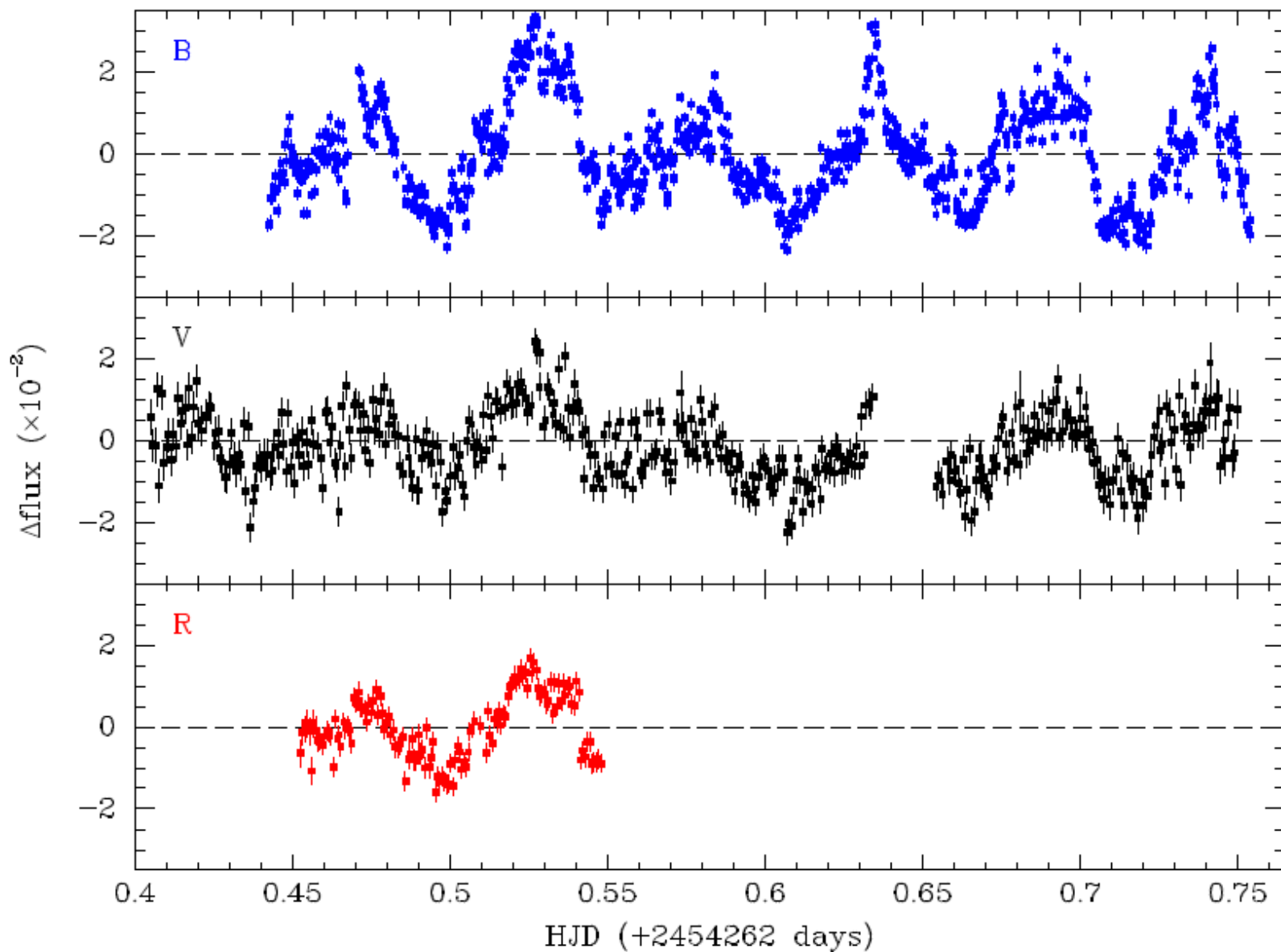


Figura 2: Fotometria simultânea *BVR* de GW Lib realizada com os telescópios do OPD (Zeiss, 0.6-m e 1.6-m, a partir do painel de baixo, respectivamente) em 10 de junho de 2007. Essas observações estão representadas por uma linha cheia (em azul) na Figura 1.

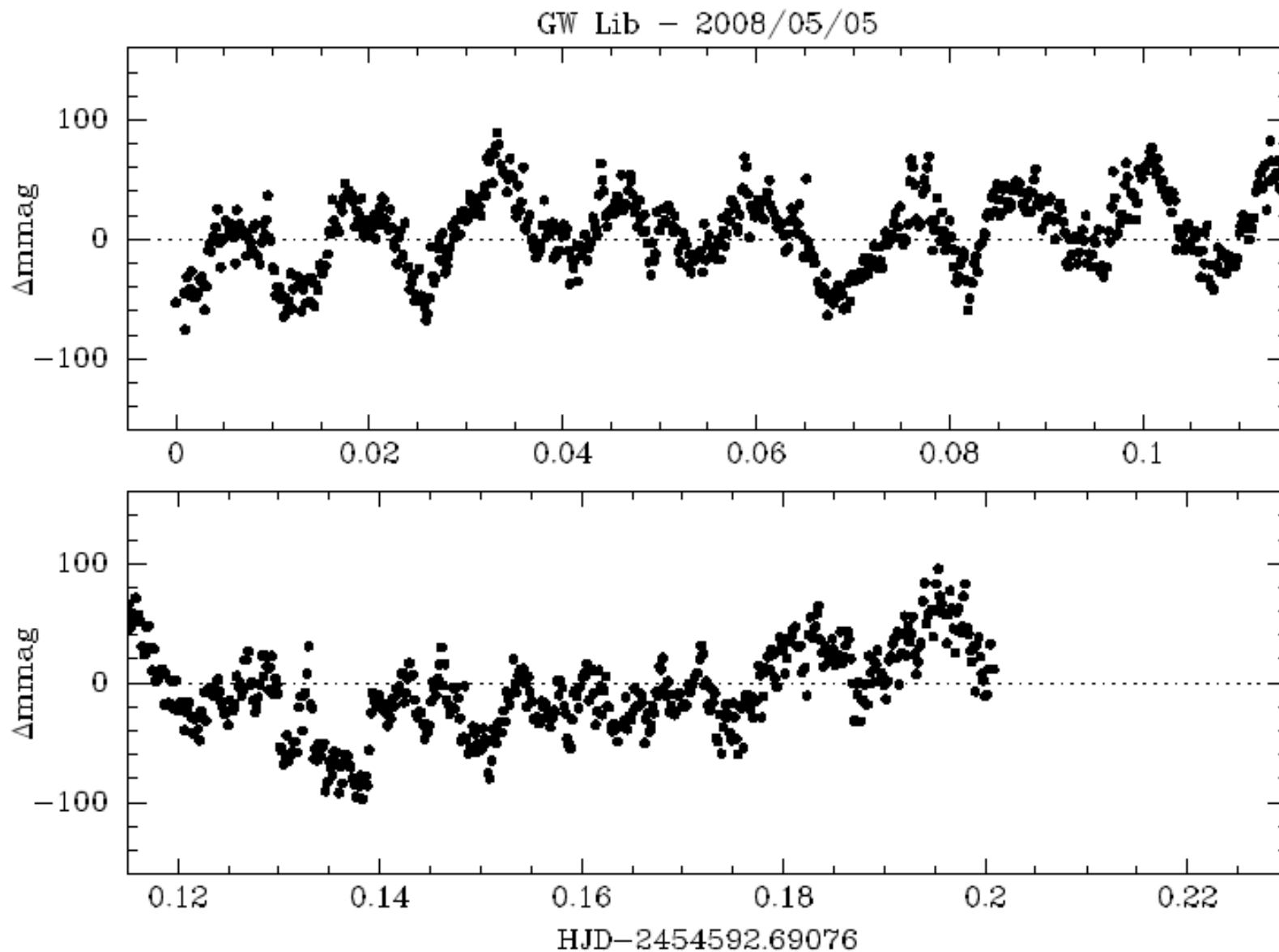


Figura 3: Curva de luz de GW Lib em 5 de maio de 2008. O nível de brilho médio e o *trend* linear foram subtraídos.

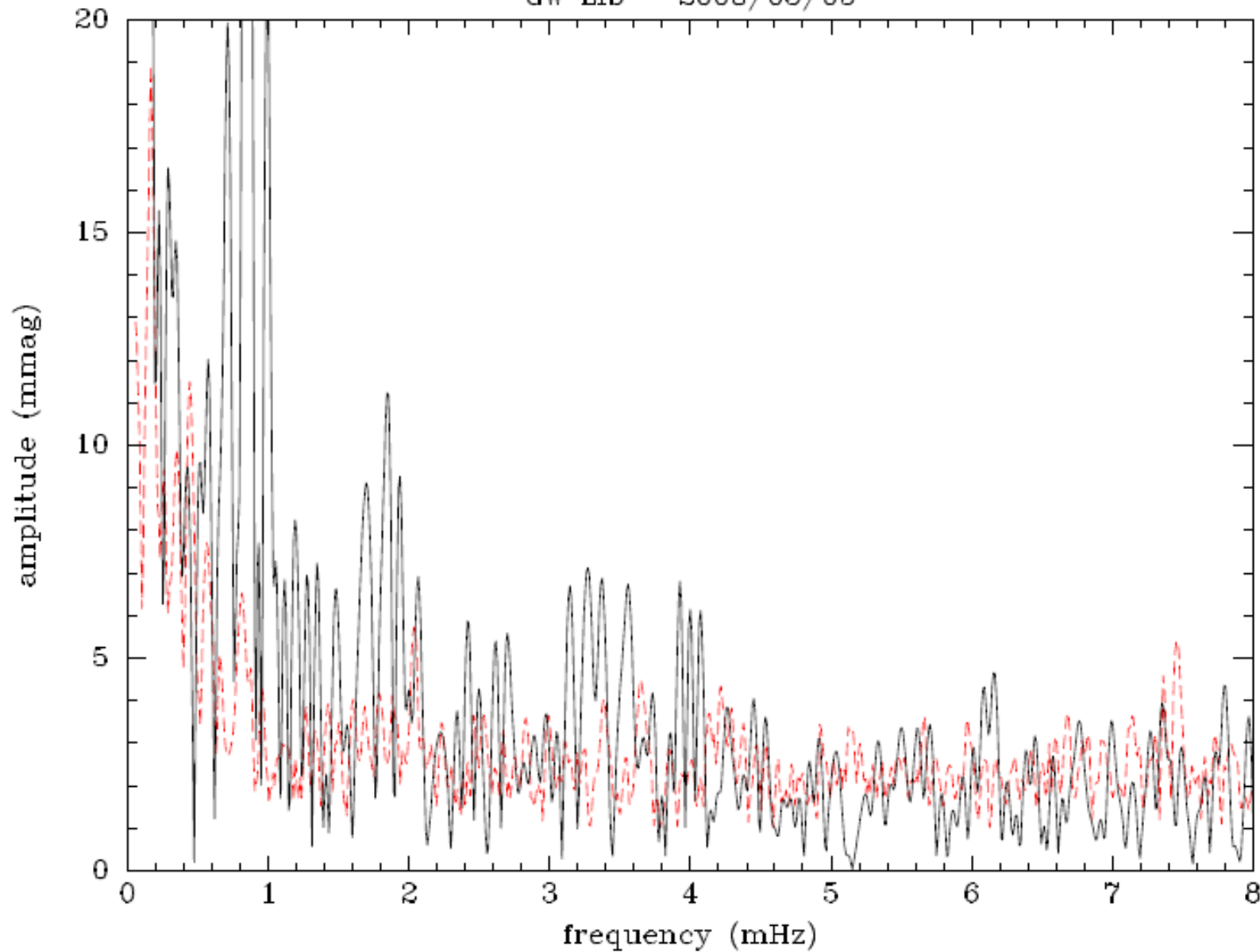


Figura 4: Espectro de amplitude de GW em 5 de maio de 2008. A linha tracejada representa o nível 5- σ do espectro médio de uma estrela de comparação de brilho similar.

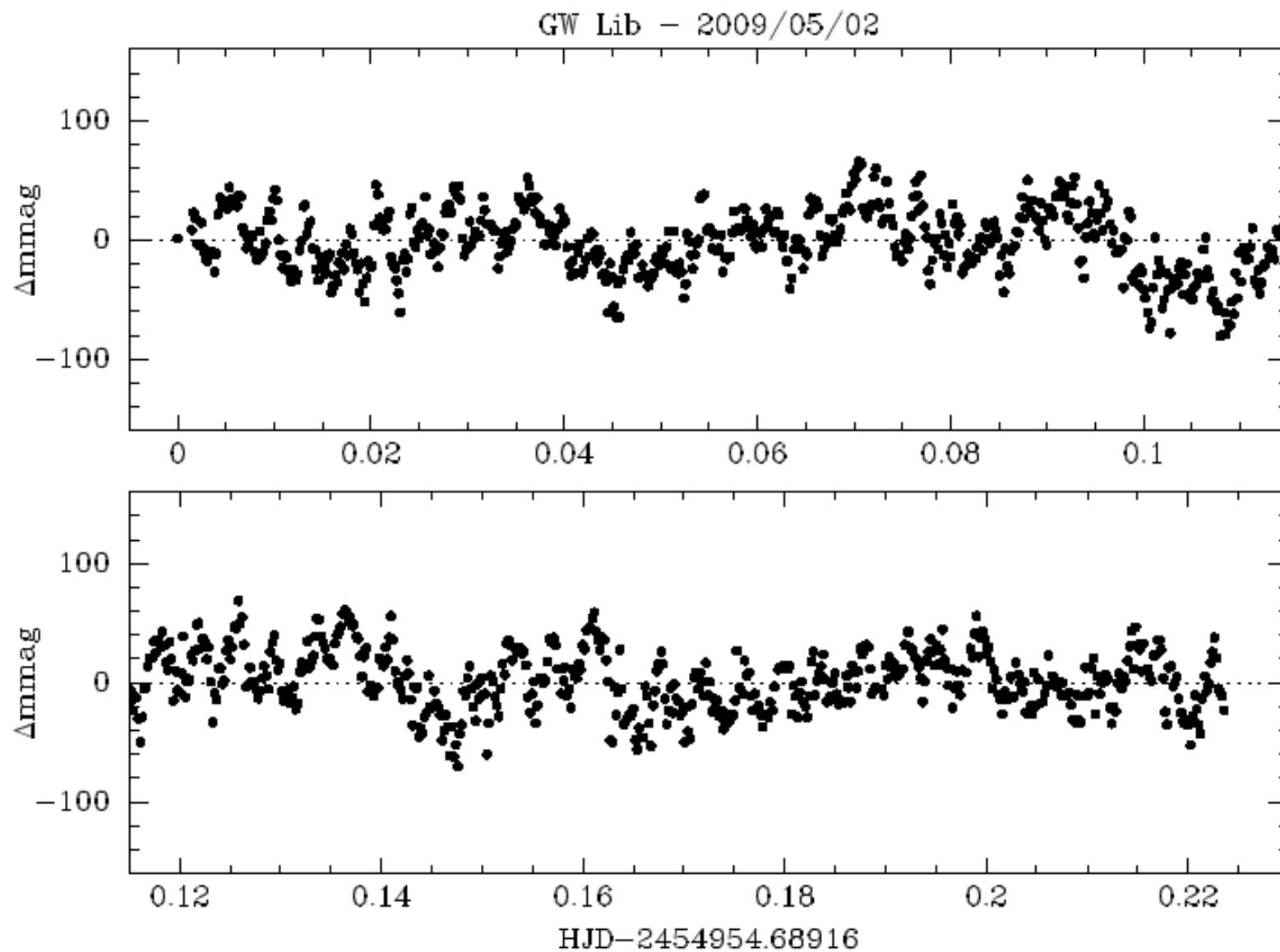


Figura 5: Curva de luz de GW Lib em 2 de maio de 2009. O nível de brilho médio e o *trend* linear foram subtraídos.

GW Lib - 2009/05/02

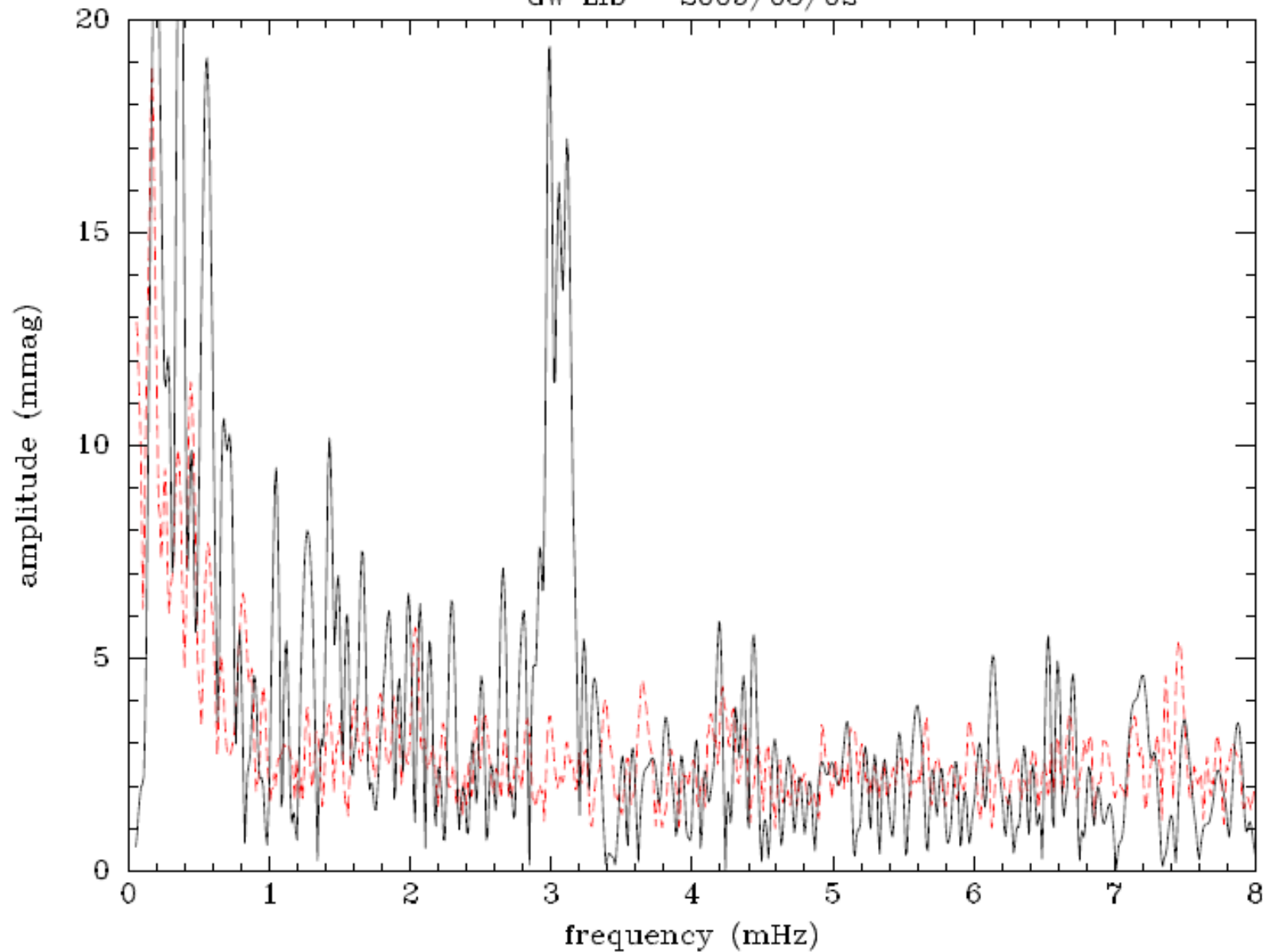


Figura 6: Espectro de amplitude de GW em 2 de maio de 2009. A linha tracejada representa o nível 5- σ do espectro médio de uma estrela de comparação de brilho similar.

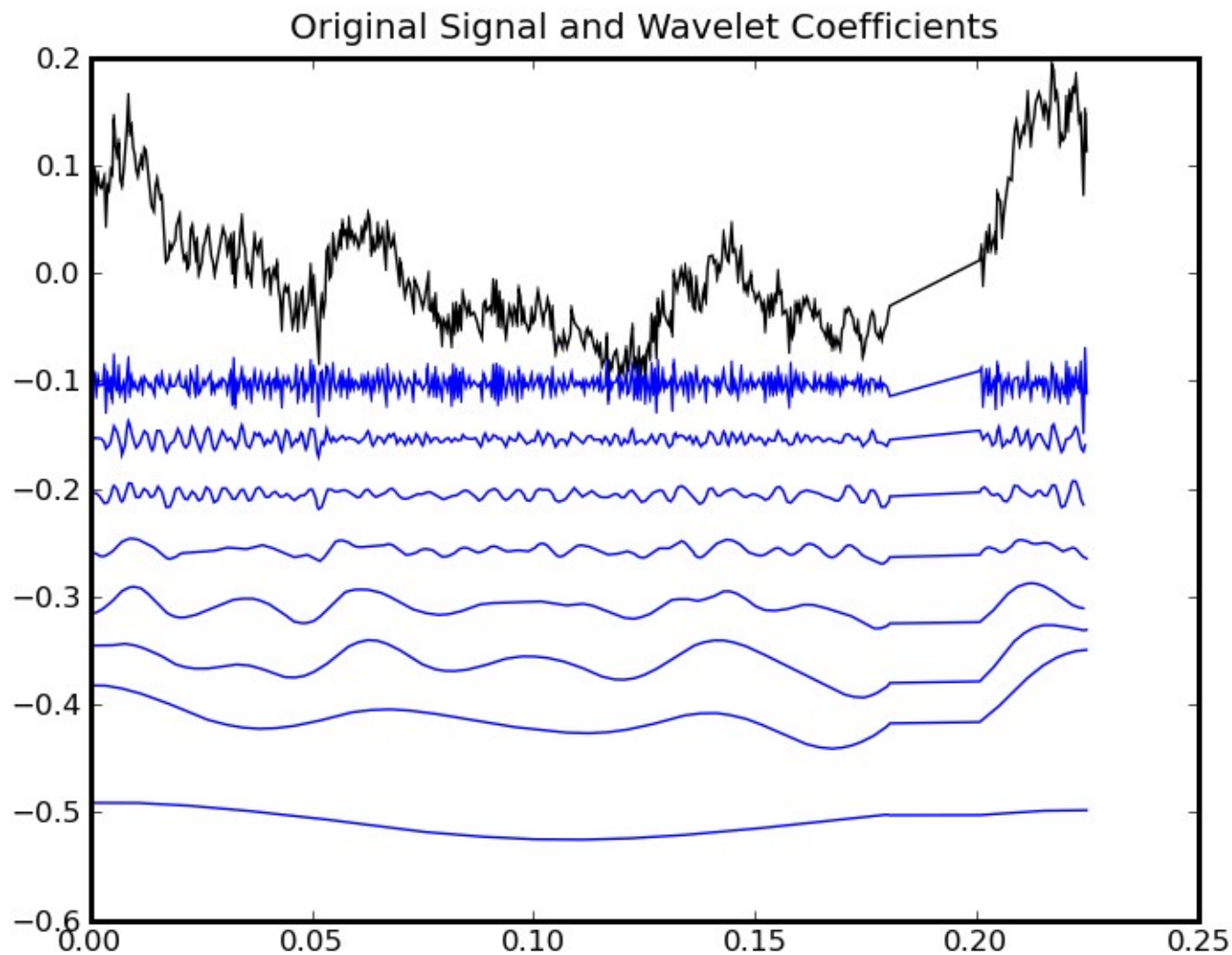


Figura 7: Decomposição multi-escalas via transformada discreta wavelet da curva de luz de 2 de junho de 2008. A curva original está em preto. A partir do topo e em azul, estão representadas as escalas de 0 a 7 pontos vizinhos e o contínuo, respectivamente.