

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO – FÍSICA

GABRIEL DE GOIS

**CORREÇÃO DE EFEITO SISTEMÁTICO CAUSADO PELO MOVIMENTO
RELATIVO DO POLO SOLAR EM OBSERVAÇÕES DE MODOS DE PRESSÃO
(p) NO LIMBO**

PONTA GROSSA

2020

GABRIEL DE GOIS

**CORREÇÃO DE EFEITO SISTEMÁTICO CAUSADO PELO MOVIMENTO
RELATIVO DO POLO SOLAR EM OBSERVAÇÕES DE MODOS DE PRESSÃO
(p) NO LIMBO**

Dissertação apresentada para obtenção do
título de mestre na Universidade Estadual de
Ponta Grossa, área de concentração em Física.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Emilio.

PONTA GROSSA

2020

D278 De Gois, Gabriel
Correção de efeito sistemático causado pelo movimento relativo do polo solar em observações de modos de pressão (p) no Limbo / Gabriel De Gois. Ponta Grossa, 2020.
215 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências - Área de Concentração: Física), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Emilio.

1. Heliossismologia. 2. Hmi. 3. Limbo solar. I. Emilio, Marcelo. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Física. III.T.

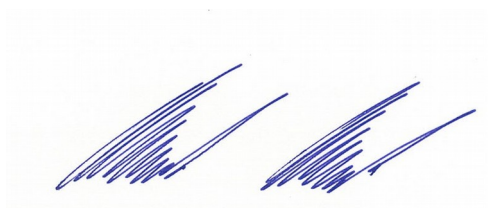
CDD: 520

TERMO DE APROVAÇÃO

GABRIEL DE GOIS

“Correção de efeito sistemático causado pelo movimento relativo do polo solar em observações de modo de pressão (p) no limbo”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção no grau de Mestre no Programa de Graduação em Ciências – Física da Universidade Estadual de Ponta Grossa, pela seguinte banca examinadora.



Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Emilio- UEPG/PR – Presidente



Profª. Drª. Adriana Benetti Marques Valio – Mackenzie – Titular



Profª. Drª. Maria Cristina de Assis Rabello Soares -UFMG – Titular

Ponta Grossa, 31 de agosto de 2020.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos muitos responsáveis por meu interesse pela ciência;

Aos colegas de curso que caminharam comigo;

Aos colegas do Observatório Astronômico da UEPG com os quais compartilho das mesmas paixões;

À Universidade Estadual de Ponta Grossa;

Agradeço à minha mãe, meu pai e meu irmão pelo amor e apoio incondicional;

Agradeço, em especial, à minha namorada e melhor amiga, Marília Bessa Barros Ferreira, por ser o sentido em tudo isso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Da mesma forma que a geossismologia, a heliossismologia faz possível obtermos informações do interior do corpo em estudo, onde não seria viável o envio de sondas. No caso do Sol, o modelo mecânico leva em conta apenas pressão do plasma e a gravidade como mecanismos de equilíbrio estável do sistema, condição esta que caracteriza o equilíbrio hidrostático. Ao considerarmos perturbações pequenas nas equações deste modelo, revela-se que devem ser possíveis modos de oscilação ressonantes no interior solar que se dividem em modos p e modos g . Os modos p apresentam a pressão como força restauradora, enquanto os modos g têm a gravidade. O instrumento mais preciso para medidas de heliossismologia atualmente, o *Helioseismic Magnetic Imager* (HMI), encontra-se a bordo do *Solar Dynamics Observatory* (SDO) e uma das formas de observar os modos em seus dados de fotometria se atém em analisar as transformadas de Fourier do perfil luminoso do limbo solar obtidas pelo instrumento, através de medidas do limbo. A variação anual do ângulo do eixo de rotação solar em relação ao HMI causa modificações nos modos observados. Neste trabalho analisamos o quanto a correção deste movimento melhora a relação sinal-ruído dos modos ao ajustá-los. Rotinas desenvolvidas em IDL (*Interactive Data Language*) são utilizadas para análise de Fourier e interpolação dos dados e os valores de B_0 obtidos por correlação cruzada são ajustados pelo software *Period04*. O ajuste do sinal senoidal do *lag* entre os diagramas tem valor de pico de $6,93 \pm 0,05^\circ$, bastante próximo do valor nominal médio de $7,2^\circ$. Foi efetuada a correção do B_0 medido ao movimentar as transformadas sobre uma de controle. Também foram realizados ajustes dos modos com e sem a correção, os quais são objetos de comparação para estimar a importância e validade do método proposto.

Palavras-chaves: heliossismologia, HMI, limbo solar.

ABSTRACT

Like geoseismology, the helioseismology makes it possible to obtain information from inside the body under study, where it is not likely to send probes. In the case of the Sun, the simplest model takes into account only pressure and gravity as mechanisms for equilibrium, which is known as hydrostatic equilibrium for a spherical body. The equations perturbation from this model reveals that resonant oscillation in the solar interior is possible and splits into p and g modes. The p modes have pressure as a restoring force, while the g modes have gravity. The most accurate instrument for helioseismology measurements today is the Helioseismic Magnetic Imager (HMI) onboard the Solar Dynamics Observatory (SDO). One way to observe the modes is by analyzing the Fourier transform of the temporal luminosity profile through the limb obtained from the instrument's filtergrams, making use of the data series limbfit. The modes in these limb data suffer from a higher dispersion due to the effect of the B_0 angle movement that the solar disk performs from the Earth's point of view. In this work, we analyze how this correction can improve the signal/noise ratio of the modes by adjusting the limbfit data with a correction applied. We used routines developed in IDL (Interactive Data Language) to calculate the Fourier transformation and data interpolation, and the values of B_0 are obtained by cross-correlation and adjusted on the software Period04. The adjustment of the lag sine function between the diagrams exhibits an amplitude of $6.93 \pm 0.05^\circ$, while the nominal value is around 7.2° . The correction of the measured B_0 was developed as well as the routines to get the fitting parameters to the data so we could compare the way the modes in data were affected by compensation of B_0 shift.

Keywords: helioseismology, HMI, solar limb.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Evolução das observações de oscilações na superfície do disco solar. Escuro representa o gás movimentando para dentro e claro para fora. À esquerda a Figura (a) apresenta uma fotografia das primeiras chapas fotográficas observadas pelo método de fotografia dos campos vetoriais do disco solar, realizadas em Junho de 1962, enquanto (b) é um quadro obtido pelo instrumento <i>Michelson Doppler Imager</i> (MDI) a bordo do satélite <i>Solar and Heliospheric Observatory</i> (SOHO), 40 anos depois.	19
Figura 2	– Variação da temperatura (linha sólida) e pressão (linha tracejada) em relação ao raio no interior solar. Apesar da escala adotada, nenhuma atinge o valor nulo antes da superfície.	22
Figura 3	– Variação radial da densidade (linha sólida) e massa (linha tracejada) no interior da estrela.	23
Figura 4	– Perfil da luminosidade (linha sólida) e sua derivada no sentido radial (linha tracejada) no interior da estrela.	24
Figura 5	– Fração em massa dos elementos da cadeia <i>pp</i> I em relação ao raio estelar. . .	24
Figura 6	– Inverso da efetividade de transferência de energia de cada região do Sol ao longo do raio. De acordo com a aproximação adiabática, $1/\nabla \leq 2,5$ é condição para transporte de energia adiabático (linha tracejada), como na zona convectiva. A linha pontilhada representa a interface entre os mecanismos de convecção adiabática e radiação como formas dominantes entre as zonas radiativas e convectivas. Valores próximos a superfície sofrem efeitos da superadiabacidade das camadas superiores e seguem modelos mais complicados.	25
Figura 7	– Diagrama esquemático das regiões do Sol de diferentes mecanismos de transporte de energia.	25
Figura 8	– Diagrama das forças em uma estrela em situação de equilíbrio hidrostático. .	27
Figura 9	– Gráficos das partes reais de harmônicos esféricos Y_l^m , como na Eq. 1.31. Projeções positivas (para fora da esfera) se apresentam como linhas contínuas, enquanto as projeções para dentro negativas são determinadas por regiões pontilhadas. A linha do equador está indicada com "·". Estão apresentados os casos a) $l = 1, m = 0$; b) $l = 1, m = 1$; c) $l = 2, m = 0$; d) $l = 2, m = 1$; e) $l = 2, m = 2$; f) $l = 3, m = 0$; g) $l = 3, m = 1$; h) $l = 3, m = 2$; i) $l = 3, m = 3$; j) $l = 5, m = 5$; k) $l = 10, m = 5$; l) $l = 10, m = 10$	33
Figura 10	– Regimes dos modos vibracionais g e p, e valores de N descritos pela curva sólida e valores de S_l nas linhas tracejadas para diferentes modos l . As curvas são baseadas no modelo solar.	36

Figura 11	–Diagrama de propagação de modos p de diversas ordens em uma seção transversal do Sol. Os círculos pontilhados mais fracos indicam a posição dos pontos de retorno. As ordens mais baixas de l apresentam pontos de retorno mais profundos.	37
Figura 12	–Modelo calculado de posições de r_t para os modos p com três autofrequências distintas.	38
Figura 13	–Cálculos das franjas dos modos p , modos g e modos f de oscilação calculados para o modelo solar.	39
Figura 14	–Modelos dos reflexos radiais de modos p no interior solar. Modelo a) referente a $l = 0$, $n = 23$, $\nu = 3310\mu\text{Hz}$; b) $l = 0$, $n = 17$, $\nu = 3375\mu\text{Hz}$; c) $l = 0$, $n = 10$, $\nu = 3234\mu\text{Hz}$. As flechas indicam a posição do ponto de retorno. . .	40
Figura 15	–Modelos dos reflexos radiais de modos g no interior solar. Modelo a) é referente ao modo $l = 1$, $n = -5$, $\nu = 110\mu\text{Hz}$; b) $l = 2$, $n = -10$, $\nu = 103\mu\text{Hz}$; c) $l = 4$, $n = -19$, $\nu = 100\mu\text{Hz}$. As linhas verticais pontilhadas indicam a interface entre as zonas radiativa e convectiva.	41
Figura 16	–O alcance óptico na fotosfera estelar quando observamos da Terra. A profundidade radial das observações depende da distância do centro do disco, uma vez que a opacidade é a mesma, mas o ângulo de incidência difere. O vetor indica a direção da linha de visada do observador e as barras pretas representam a penetração óptica na atmosfera.	42
Figura 17	–Ajuste de polinômio de 5º grau aos dados de Pierce e Slaughter (1977) para a intensidade luminosa ao longo de μ	44
Figura 18	–Sistema de referência estático que define o caminho de integração da intensidade emergente. P é o ponto de fuga e z a variável de integração. Z^* é o eixo de rotação e Z é o eixo que liga o centro ao observador. R é o raio da estrela, r a distância do centro ao ponto de fuga P . M_0 e N_0 são os pontos da superfície que são cruzados pela linha de visada. θ a inclinação entre $Z\hat{O}P$, enquanto θ_0 a inclinação de $Z\hat{O}M_0$. O ponto central do Sol é o ponto O . . .	46
Figura 19	–Sistema de referência sob perturbação. A linha sólida descreve a superfície em equilíbrio, enquanto a linha tracejada ilustra a superfície em movimento. Quando perturbada, cada elemento de fluido localizado na linha de visada durante o equilíbrio é substituída por elementos de fluido na mesma casca esférica. Neste caso, os elementos fluidos em M_0 e N_0 são substituídos por elementos de M e N , respectivamente.	47
Figura 20	–Telescópio espacial SDO com seus instrumentos científicos indicados: AIA, EUV e HMI.	49

Figura 21	–Em preto a linha de absorção do Fe I (6.173 Å) e em cores os seis comprimentos de onda observados pelo HMI dispostos entre $\pm 172,5$ mÅ em torno da linha central.	50
Figura 22	–Caminho da luz através dos elementos do pacote óptico do HMI desde a janela frontal até as duas CCDs. Estão dispostos no diagrama: (1) Janela frontal; (2) Telescópio refrator; (3) seletores de foco; (4) seletores de polarização; (5) espelhos de estabilização; (6) espelhos semi-transparentes; (7) filtro de Lyot; (8) Interferômetros de Michelson; (9) CCDs.	52
Figura 23	–Refração dupla, ou birrefringência, gerando imagens duplicadas através de bloco de calcita. A trajetória dos raios polarizados horizontalmente (\odot) e verticalmente (\updownarrow) está no diagrama também presente.	53
Figura 24	–Representação do princípio de operação do filtro de Lyot. Cada gráfico apresenta o perfil de transmissão $T(1/\lambda)$ a cada conjunto quartzo-polarizador.	54
Figura 25	–Diagrama de um dos elementos do filtro de Lyot presentes no pacote óptico do HMI.	55
Figura 26	–Diagrama de um dos interferômetros de Michelson presentes no pacote óptico do HMI.	56
Figura 27	–Esquemática da posição das retas de ajuste do <i>pipeline limbfit</i> em torno do disco solar. O <i>annulus</i> está demarcado pelos círculos em preto que circundam o disco do Sol. Sua grossura é de 200 <i>pixels</i> em cada imagem e as 256 retas traçadas para ajuste estariam igualmente espaçadas entre si.	59
Figura 28	–Coordenadas heliográficas. B_0 é a latitude entre o plano equatorial solar e o centro do disco solar, P o ângulo de posição entre o pólo norte rotacional solar e o pólo norte geográfico projetado no disco.	60
Figura 29	–Esquemática dos algoritmos empregados no processo de extração das frequências de oscilações das tabelas de dados α e β . Em azul, o procedimento sem correção da contribuição do ângulo B_0 e, em roxo, as etapas que devem ser empregadas para compensação do movimento.	62
Figura 30	–Medidas do parâmetro β ao longo do comprimento de onda observado ao longo de três anos e meio. Cada filtro do HMI está relacionado a uma cor, que representa seu posicionamento em relação ao centro da linha de emissão. É possível observar que os filtros alteram seus valores em relação ao comprimento de onda em razão do desvio Doppler. Medidas dos trânsitos de Vênus e Mercúrio também estão representados. A linha vermelha descreve um ajuste gaussiano aos pontos de todos os FIDs.	63

Figura 31	–Perfil da primeira correlação cruzada entre FFTs de dois dias distintos ao longo do eixo l da parte real. O ajuste de parábola empregado revela como ponto máximo da função a posição 0,10332081 para este dia. A correlação ao longo do ano oscila entre valores de 0,4 a 0,15.	67
Figura 32	–Transformada de Fourier da função <i>lag</i> obtida numericamente através de correlação cruzada. O gráfico interno apresenta o cálculo do espaço completo das frequências, enquanto o gráfico que o compreende contém seus primeiros mil pontos, contendo o único pico detectado pelo método.	68
Figura 33	–Evolução do deslocamento da correlação máxima entre as transformadas de referência e de outros 2.000 dias ($\approx 5,5$ anos), já com um ajuste senoidal.	68
Figura 34	–Medidas de α ao longo do comprimento de onda. Em azul, os pontos usados para realizar o ajuste representado em vermelho. A intensidade de α de todas as posições no limbo de Julho de 2012 ao de 2018.	69
Figura 35	–Comparação das transformadas com e sem correção de B_0 para $l = 20$. A curva foi suavizada com uma média local de 300 pontos. Na primeira linha, da esquerda para direita: FFT da interpolação linear, FFT da interpolação quadrática, da <i>spline</i> e, na segunda linha, suas respectivas transformadas das correções.	70
Figura 36	–Comparação dos picos das transformadas com e sem correção de B_0 para $l = 50$. A curva foi suavizada com uma média local de 200 pontos. Em preto, FFT do α original e, em vermelho, a FFT de α_{cor}	71
Figura 37	–Diagramas do logaritmo do valor absoluto da potência da parte real nas duas dimensões de α para todos os dados obtidos (de Julho de 2012 a Julho de 2018) com e sem correção para o movimento do ângulo B_0 . . .	72
Figura 38	–Comparação dos modos para análise dos dados do GONG com os da rotina <i>limbfit</i> para $m = 0$ e $m = 1$ com e sem correção	73
Figura 39	–Periodograma de α em $l=64$, indicando a presença dos picos de oscilações de 5 minutos.	74
Figura 40	–Curvas suavizadas do sinal de α ao longo da frequência para quatro modos em quatro graus l diferentes com seus ajustes. Em preto: o sinal de α suavizado, em vermelho: os ajustes, linha tracejada azul: posição esperada do pico, linha tracejada vermelha: posição ajustada dos dados.	75
Figura 41	–A mediana da largura à meia altura (FWHM) em μHz dos ajustes realizados nas FFTs para $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.	76
Figura 42	–A amplitude das curvas de amplitude ajustadas das FFTs para $m = 0$ e $l=20$ até $l=60$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.	76

Figura 43	–A diferença da posição em μHz das curvas de amplitude ajustadas em comparação com os ajustes da literatura (HARVEY et al., 1996) para $m = 0$. Em preto: ajustes da FFT de controle, em vermelho: FFT_{cor}	77
Figura 44	–A diferença da posição em μHz das curvas de amplitude ajustadas em comparação com os ajustes da literatura (HARVEY et al., 1996) para $m = 0$. Em preto: ajustes da FFT de controle, em vermelho: FFT_{cor}	77
Figura 45	–A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFTs para $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.	78
Figura 46	–A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFT de α e α_{cor} para $l = 20$ e $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção e em azul as medidas da literatura para os mesmos modos, junto de seus respectivos desvios padrão (LIBBRECHT, 1988).	79
Figura 47	–A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFT de α e α_{cor} para $l = 0, 1, 2$ e 3 e $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção e em azul as medidas da literatura para os mesmos modos, junto de seus respectivos desvios padrão (CHAPLIN et al., 1997).	79
Figura 48	–Comparação dos diagramas em cores da amplitude dos ajustes da rotina <i>limbfit</i> para $m = 0$ com e sem correção.	80
Figura 49	–Comparação dos diagramas em cores da Largura-a-meia-altura dos ajustes da rotina <i>limbfit</i> para $m = 0$ com e sem correção.	81
Figura 50	–Comparação dos diagramas em cores da diferença de posição dos ajustes da rotina <i>limbfit</i> para $m = 0$ com e sem correção.	82
Figura 51	–A linha vermelha mostra o ajuste de mínimos quadrados do ruído de fundo do espectro de potência somados entre $l = 25$ e 30 . A linha em preto foi obtida fazendo uma média móvel utilizando 500 pontos após somar a amplitude de α entre os graus $l = 25$ a $l = 30$	83
Figura 52	–Cada componente do modelo do ajuste do ruído de fundo do espectro de potência entre $l = 25$ e 30	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– A abundância em massa de diferentes núclídeos na atmosfera solar.	26
Tabela 2	– Parâmetros de ajuste da função <i>lag</i> obtidos com o <i>Period04</i> . A dispersão do ajuste obtidas foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados.	69
Tabela 3	– Parâmetros do ajuste das funções do ruído de fundo de acordo com o Modelo de Harvey et al. (1993).	83
Tabela 4	– Parâmetros dos ajustes com $m = 0$	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIA	<i>Atmospheric Imaging Assembly</i>
AVC	<i>AIA Visualization Center</i>
BiSON	<i>Birmingham Solar-Oscillations Network</i>
EVE	<i>EUV Variability Experiment</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i> (Transformada rápida de Fourier)
FID	<i>Frame Definition Block ID</i> (Identificador de definição de quadro)
FITS	<i>Flexible Image Transport System</i>
FSR	<i>Free Spectral Range</i> (Intervalo espectral livre)
FSW	<i>Flight Software</i>
GONG	<i>Global Oscillation Network Group</i>
HMI	<i>Helioseismic Michelson Imager</i>
IAU	<i>International Astronomical Union</i>
IDL	<i>Interactive Data Language</i>
IOC	<i>Instrument Operations Center</i>
JSOC	<i>Joint Science Operations Center</i>
LDF	<i>Limb darkening function</i> (Função de escurecimento de limbo)
MDI	<i>Michelson Doppler Imager</i>
NB	<i>Narrow Band</i> (Banda estreita)
SDO	<i>Solar Dynamics Observatory</i>
SDP	<i>Science Data Processing</i>
SOHO	<i>Solar and Heliospheric Observatory</i>
WB	<i>Wide Band</i> (Banda larga)

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1 ESTRUTURA SOLAR E HELIOSSISMOLOGIA	18
1.1 ESTRUTURA SOLAR	20
1.2 EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO E A APROXIMAÇÃO ADIABÁTICA	24
1.3 PERTURBAÇÕES DO EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO	29
1.3.1 Separação de componentes em harmônicos esféricos	30
1.3.2 Condições de contorno das equações	32
1.4 APROXIMAÇÃO DE COWLING	34
1.5 APRISIONAMENTO DOS MODOS VIBRACIONAIS	35
1.5.1 Modos p e modos g	37
1.5.2 Resultados numéricos	39
2 HELIOSSISMOLOGIA NO LIMBO SOLAR	42
2.1 ESCURECIMENTO DO LIMBO SOLAR	42
2.2 OBSERVAÇÕES NO LIMBO SOLAR	44
2.2.1 Modelo de Toutain e outros	45
3 HELIOSEISMIC AND MAGNETIC IMAGER (HMI)	49
3.1 PACOTE ÓPTICO DO HMI	51
3.1.1 Filtro de Lyot	51
3.1.2 Interferômetros de Michelson	56
3.2 DADOS DO HMI	57
4 METODOLOGIA	59
4.1 DESVIO DOPPLER	62
4.2 ÂNGULO B NOS DADOS	64
4.3 AJUSTES LORENTZIANOS	65
4.4 MODELO DO RUÍDO DE FUNDO	66
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	67
5.1 ÂNGULO B NOS DADOS	67
5.2 DESVIO DOPPLER	69
5.3 INTERPOLAÇÕES EM α	70
5.4 DIAGRAMAS DE POTÊNCIA	71
5.5 AJUSTES LORENTZIANOS	74
5.6 MODELO DO RUÍDO DE FUNDO	83

6 CONCLUSÕES	85
REFERÊNCIAS	86
APÊNDICE A - PARÂMETROS AJUSTADOS	90

INTRODUÇÃO

A heliossismologia é a parte da Astronomia que se ocupa do estudo da sismologia no Sol. As primeiras observações e modelos para o fenômeno surgiram entre as décadas de 60 e 70 e, ainda que seja um domínio em desenvolvimento, suas técnicas já nos permitem aferir variáveis do interior de nossa estrela através de observações da superfície. Não fosse por medidas indiretas, não conheceríamos com tanta precisão as regiões internas do Sol, uma vez que é impensável o envio de uma sonda em temperaturas tão elevadas, indo dos 5.778 K de sua superfície aos milhões em seu núcleo.

Filósofos naturais como Platão e Pitágoras acreditavam que deveria existir alguma conexão entre o movimento dos corpos celestes e harmonias musicais como um capricho divino, uma hipótese mística que foi conhecida ainda na Grécia como a Música das Esferas. Relações periódicas sempre foram amplamente procuradas quando se estuda os corpos celestes, sendo talvez a terceira lei de Kepler a relação mais conhecida. Porém foram apenas com as primeiras observações de oscilações na superfície do Sol (LEIGHTON; NOYES; SIMON, 1962), e a constatação na próxima década (ULRICH, 1970) (LEIBACHER; STEIN, 1971) de que se tratavam de ondas estacionárias que reverberam no interior solar que a ciência pode ter chego mais próximo de encontrar o que seria de fato a Música das Esferas, de maneira quase que literal.

Antes disso, o pouco que conhecíamos do interior solar provinha da utilização de informações da superfície para valores de contorno para modelos teóricos de estrutura estelar. A possibilidade de obtermos medidas diretas de centenas de pontos em direção ao centro do Sol é, portanto, bastante cativante, pois nos permite preencher com alta precisão lacunas virtualmente intocáveis.

O advento da heliossismologia trouxe resposta também a fenômenos de variabilidade estelar observados em diversos outros sistemas que apresentam oscilações, radiais ou não radiais, sendo as técnicas para observar outras estrelas relativas ao campo de conhecimento chamado de sismologia estelar, ou astrossismologia. A discriminação de duas áreas distintas se dá pela diferença entre as técnicas que devem ser empregadas para estudo dos sistemas. Próximo da Terra, temos muita informação a respeito do disco solar, enquanto qualquer outra estrela conhecida pode ser apenas apreciada como um ponto luminoso.

Ainda não conhecemos com clareza todas as formas, chamados de modos, com que o Sol oscila. Se os modelos teóricos para estrutura solar forem perturbados, revelam que devem existir duas classes distintas dominantes de modos de vibração. Essas se diferem em relação a força restauradora que as mantém, sendo os modos p para pressão do plasma e modos g para atração da gravidade. A perfeita indexação dos modos observados aos

teóricos será obtida uma vez que os modos g sejam detectados, porém estes são mais proeminentes dentro do núcleo solar e alcançam frequências menores (de 0 a 0,4 MHz) e a amplitude evanescente na superfície deve variar entre 0,01 e 5 mms^{-1} (ANDERSEN, 1996), sendo o maior valor considerando toda a energia concentrada em um único modo, o que faz da detecção direta um desafio tecnológico. Existem também incertezas em relação aos valores de frequência esperados teoricamente, uma vez que os modelos apresentam incertezas inerentes e se prevê que a imprecisão dos valores conhecidos para rotação do núcleo podem influenciar os modos g fortemente (APPOURCHAUX et al., 2010).

Com o passar das décadas, o aumento significativo da precisão das técnicas e tecnologia empregadas nas observações fizeram possíveis grandes passos dentro do conhecimento prático do interior do Sol. Conhecemos hoje com melhor precisão até onde vai a zona de convecção solar e a temperatura que o núcleo deve apresentar (LIBBRECHT; WOODARD, 1991) (DEUBNER; GOUGH, 1984a). Diversos projetos grandes fizeram parte dos esforços empregados dentro da heliosismologia, podendo ser citados como os mais importantes em solo ou no espaço, em operação até hoje: GONG (*Global Oscillation Network Group*) com início das observações em 1995 em solo com instrumentos irmãos ao longo do globo (HARVEY et al., 1996); Satélite SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*), com o instrumento MDI (*Michelson Doppler Imager*), sendo o primeiro aparelho do tipo no espaço desde 1995 (DOMINGO; FLECK; POLAND, 1995); O satélite PICARD, lançado em 2010 e observa oscilações p de baixo grau; *Solar Dynamics Observatory* (SDO), com o instrumento HMI (*Helioseismic Michelson Imager*), desde 2010 opera como uma aprimoração da mesma técnica empregada pelo MDI (PESNELL; THOMPSON; CHAMBERLIN, 2012).

Este trabalho tem como objetivo desenvolver um levantamento dos modelos teóricos para caracterização dos fenômenos de oscilações observadas na superfície do Sol, desde os fundamentos básicos de conservação de energia e matéria e construir, a partir da literatura pertinente à área, um estudo claro dos principais comportamentos envolvidos, desenvolver as equações habituais ao tema e discutir de maneira breve as dificuldades da área ao longo do texto. Também existe a meta de realizar uma análise de dados do instrumento HMI, a bordo do satélite SDO, além da tentativa de desenvolver uma compensação do movimento aparente do disco solar ao decorrer dos anos devido à translação terrestre (ângulo B), a qual o satélite acompanha em órbita. Como objetivo das análises, buscamos estudar os efeitos da correção na precisão das medidas de frequência dos diversos modos observados, assim como evitar a superposição dos modos em algumas regiões do diagrama de Fourier.

O Capítulo 1 aborda os conceitos fundamentais teóricos da área. É neste que são introduzidos as propriedades e relações fundamentais que conhecemos do Sol, no chamado modelo solar padrão. Fundamentos estes como o equilíbrio hidrostático, esfericidade e não

rotação, que são administrados como bases no desenvolvimento de equações em torno das perturbações ressonantes no interior do Sol de maneira mais simples possível. São consideradas aproximações e os modos de vibração são diferenciados numericamente para as diferentes regiões do Sol.

O Capítulo 2 apresenta uma breve discussão a cerca da definição de limbo e do escurecimento do limbo solar, equações base do efeito e sua dependência com o comprimento de onda da luz observada. A introdução deste tema é de interesse devido a análise experimental tratar de observações do limbo.

O Capítulo 3 expõe uma apresentação do instrumento HMI, o qual se faz uso dos dados nas análises. O texto tem uma abordagem com ênfase maior aos fenômenos físicos a cerca dos elementos do instrumento, a fim de introduzir seu funcionamento e obtenção de dados, assim como o acesso aos mesmos.

O Capítulo 4 apresenta as análises dos dados do HMI a respeito do limbo solar realizadas. São introduzidos os programas utilizados para processamento e análise, assim como o funcionamento dos algoritmos desenvolvidos em IDL (*Interactive Data Language*) para tratamento dos dados obtidos.

Os resultados são apresentados e discutidos no Capítulo 5, e o Capítulo 6 contém as conclusões, assim como as perspectivas para trabalhos futuros.

1 ESTRUTURA SOLAR E HELIOSSISMOLOGIA

A heliossismologia, como o nome sugere, se refere à área de estudo dentro da Astronomia de oscilações ressonantes que se propagam especificamente no Sol, partindo de princípios físicos análogos aos da geossismologia. Estas oscilações apresentam frequências e modos discretizados que estão intimamente ligados à forma da estrela e sua composição, como será melhor discutido neste capítulo.

As primeiras observações diretas do fenômeno foram realizadas por Bob Leighton e sua equipe (LEIGHTON; NOYES; SIMON, 1962), como da Figura 1a, de ondas que ficaram conhecidas por seu período: oscilações de 5 minutos. Por alguns anos, estas oscilações eram vistas como fenômenos de superfície da estrela. Leighton conjecturou portanto, que o comportamento oscilatório deveria ser determinado pelas condições locais da atmosfera solar (BAHCALL, 1999). A mudança de perspectiva veio com os dois primeiros modelos do fenômeno desenvolvidos alguns anos depois de maneira independente por Roger Ulrich (ULRICH, 1970) e Leibacher e Stein (LEIBACHER; STEIN, 1971). Os artigos de Ulrich e Leibacher e Stein demonstraram que as oscilações observadas poderiam ser interpretadas como uma resposta na superfície de modos de vibração que se propagavam pelo interior. O que aparentava para Leighton inicialmente ser resultado de um fenômeno caótico devido à falta de resolução de frequência, se revelou a manifestação da soma de oscilações de múltiplas frequências e modos determinados.

Essa sismologia de estrelas, especificamente para o Sol, nos dá a possibilidade de conhecer o plasma solar em áreas internas que de nenhuma outra maneira podem ser alcançadas diretamente pela atual tecnologia, tendo em vista a altíssima temperatura do sistema (em torno de 5.780 K na superfície, chegando a milhões de Kelvin no centro). As ondas propagam para o interior até sofrerem reflexão total devido ao gradiente radial da densidade do gás. Para avaliar de maneira simples o princípio, dado c como a velocidade do som no gás, P a pressão local e ρ como densidade local e sabendo que

$$c = \sqrt{\frac{\Gamma P}{\rho}} \quad , \quad \Gamma \rightarrow \text{expoente adiabático} \quad (1.1)$$

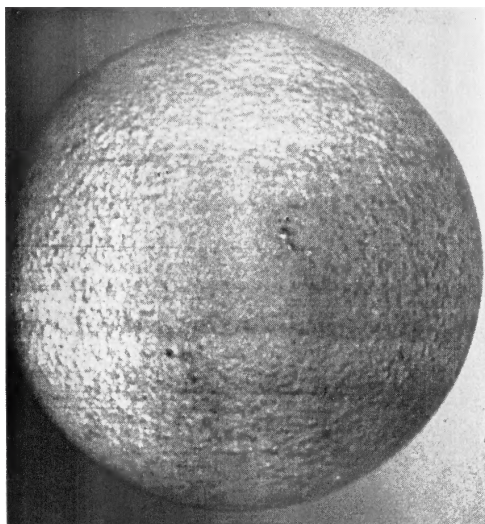
podemos relacionar à sua composição química a partir deste princípio básico usando a equação de estado como

$$P(r, t) V(r, t) = n R T(r, t) \quad , \quad (1.2)$$

por exemplo. Avaliando o tempo de retorno característico (período da oscilação) para cada modo vibracional, estamos avaliando como a onda se propaga e propriedades básicas das regiões internas. Este tipo de análise é muito similar às abordagens de sismologia na Terra, em que se faz o estudo dos sismos terrestres. Apesar de terem mecanismos de

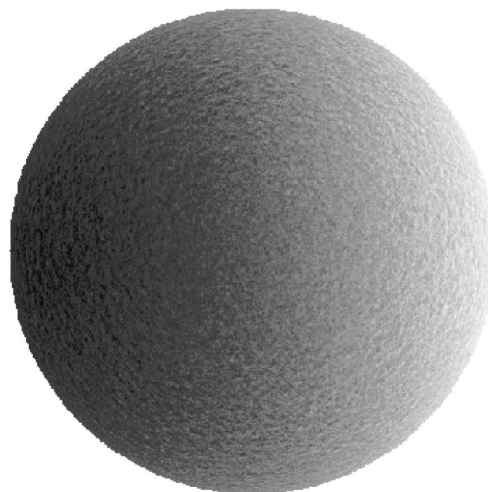
Figura 1 – Evolução das observações de oscilações na superfície do disco solar. Escuro representa o gás movimentando para dentro e claro para fora. À esquerda a Figura (a) apresenta uma fotografia das primeiras chapas fotográficas observadas pelo método de fotografia dos campos vetoriais do disco solar, realizadas em Junho de 1962, enquanto (b) é um quadro obtido pelo instrumento *Michelson Doppler Imager* (MDI) a bordo do satélite *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), 40 anos depois.

(a) Placa Doppler de campo vetorial de velocidade.



Fonte: Leighton, Noyes e Simon (1962).

(b) Diagrama Doppler de velocidades MDI



Fonte: Christensen-Dalsgaard (2002).

vibração e métodos para medida muito distintos, os princípios para análise da propagação das ondas fazem de ambos os temas análogos.

As oscilações solares se dividem em modos ditos radiais, com sentido de oscilação radial, e não-radiais, com sentido de oscilação perpendicular ao sentido radial. Por isso, notamos mais fracamente as oscilações radiais na Figura 1 à medida que aproximam-se do limbo solar (bordas do disco). Nesta região do disco, temos justamente a projeção das oscilações não-radiais aumentada, que são intrinsecamente menos intensas, devido à simetria esférica da estrela. Neste trabalho, iremos fazer análises de dados referentes a esta região, buscando estudar os modos não-radiais.

Esforços contínuos dentro da Astronomia vêm sendo empregados para termos melhor conhecimento da atmosfera ao interior da estrela que orbitamos. Com maior notoriedade, os seguintes observatórios podem ser citados:

- O *Solar and Heliospheric Observatory* (SOHO), satélite lançado em 1995 para observação do Sol em tempo integral, somando doze instrumentos de análise das propriedades de superfície, atmosfera e vento solar, em órbita no ponto de Lagrange L1 (DOMINGO; FLECK; POLAND, 1995). Está em funcionamento até a presente data;

- O *Global Oscillation Network Group* (GONG), que faz uso de seis instrumentos idênticos espalhados na Terra buscando manter contínuas observações desde 1995. Os instrumentos foram desenvolvidos para observar o deslocamento Doppler a cada ponto do disco solar da linha de absorção do Níquel (HARVEY et al., 1996). O projeto está em funcionamento até a presente data;
- O *Solar Dynamics Observatory* (SDO), satélite lançado em 2010, entrou em operação no mesmo ano, transmitindo dados de três instrumentos com informações de irradiância, atividade magnética da coroa e superfície, assim como oscilações da superfície (PESNELL; THOMPSON; CHAMBERLIN, 2012). Está em funcionamento até a presente data .
- *Birmingham Solar-Oscillations Network* (BiSON), conjunto de seis telescópios espalhados no globo que operam atualmente robotizados, começou a operar ainda em 1976 com apenas dois. Faz uso de espectrômetros de espalhamento em ressonância, sendo o grupo que primeiro aplicou esta técnica que, similar às primeiras observações de Leighton, analisa a diferença de brilho superficial de exposições em bandas muito próximas. Neste caso, apresenta melhor cadência a longo prazo de observações (HALE et al., 2016).

1.1 ESTRUTURA SOLAR

A caracterização química e física de uma estrela requer estipularmos inicialmente relações entre as grandezas envolvidas no sistema. Neste sentido, é necessário estabelecer leis físicas básicas que compõem o modelo estelar padrão, as chamadas equações de estrutura estelar. São elas:

$$\frac{\partial r}{\partial m} = \frac{1}{4\pi r^2 \rho} \quad , \quad (1.3)$$

$$\frac{\partial P}{\partial m} = -\frac{Gm}{4\pi r^4} \quad , \quad (1.4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial m} = \epsilon_n - \epsilon_\nu - c_p \frac{\partial T}{\partial t} + \frac{\delta}{\rho} \frac{\partial P}{\partial t} \quad , \quad (1.5)$$

$$\frac{\partial T}{\partial m} = -\frac{GmT}{4\pi r^4 P} \nabla \quad , \quad (1.6)$$

em que ∂r é o tamanho diferencial entre raios de cascas esféricas de massa que diferem ∂m de massa que compõe a estrela de massa m , sendo ρ a densidade, P a pressão, c_p o calor específico a pressão constante, G a constante gravitacional, L energia irradiada, T a temperatura nas bordas e ∇ o gradiente de temperatura (KIPPENHAHN; WEIGERT; WEISS, 1990, Cap. 10). Estas equações descritas no modelo estelar padrão assumem o

chamado equilíbrio hidrostático, que supõe aproximação para sistema de baixa rotação, baixa atividade atmosférica e assume não se tratar de um sistema estelar múltiplo. As leis estão apresentadas como derivadas relativas à massa por serem resultado de uma descrição lagrangiana, que adota massa como parâmetro variacional. Estas relações têm como base leis de conservação e podem ser representadas em relação a um ∂r como parâmetro variacional, tomando a forma que chamamos de euleriana. Tendo isso em vista, é possível observar como estas grandezas se relacionam ao longo do interior estelar no sentido radial.

O Sol encontra-se próximo à Terra comparado às outras estrelas. Por isso, temos muito mais informação sobre ele e podem ser realizados experimentos os quais não podem ser feitos com outras estrelas dado as grandes distâncias interestelares. Apesar de alguns dos mecanismos estelares ainda não serem muito bem compreendidos, o Sol é o objeto de estudo estelar com informação de mais fácil acesso. Algumas características básicas de nossa estrela hospedeira tiveram seus valores padrões definidos pela *International Astronomical Union* (IAU) como seguem (MAMAJEK et al., 2015):

- * **Raio solar** (R_{\odot}) = $6,957 \times 10^8$ m
- * **Constante solar** (S_{\odot}) = 1.361 W m^{-2}
- * **Irradiância solar** (L_{\odot}) = $3,828 \times 10^{26}$ W
- * **Temperatura efetiva solar** ($T_{eff\odot}$) = 5.772 K
- * **Produto GM_⊙** = $1,3271244 \times 10^{20} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$.

Essas constantes são estabelecidas em relação às grandezas totais do sistema, variando no interior da estrela seguindo as regras do modelo padrão, tendo por exemplo a temperatura e pressão um perfil de gradiente como na Figura 2 em relação à distância central.

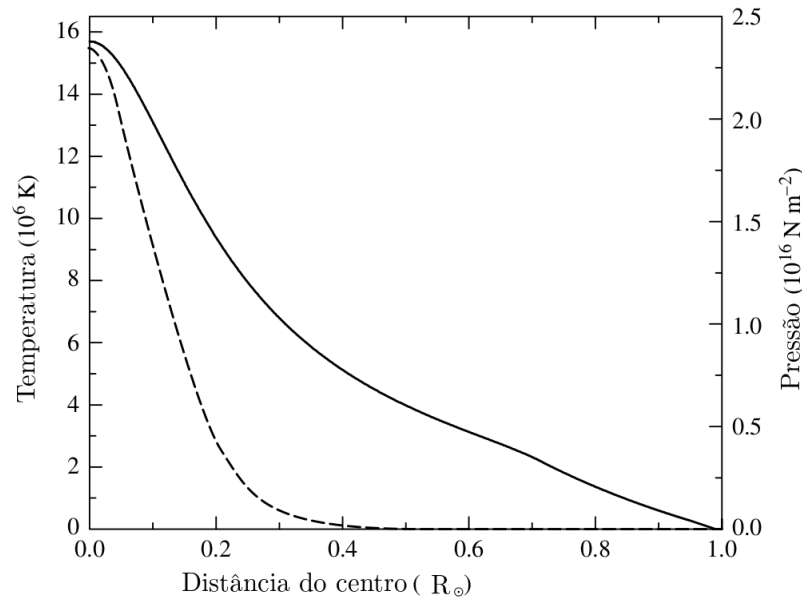
A distribuição de massa e densidade dentro do interior solar se apresentam como na Figura 3.

Outra variável de interesse no modelo para notar seu comportamento ao longo do interior solar é o fluxo de energia por radiação L , apresentado na Figura 4

Além da descrição física da estrela, é pertinente conhecer sua composição química e ter em vista os efeitos que estão por trás da distribuição da matéria no interior estelar. Em relação à composição química, o Sol se apresenta como uma estrela do tipo espectral G2V e temos a abundância de elementos químicos da atmosfera descrita na Tabela 1.

Os diferentes compostos que formam uma estrela e como eles estão distribuídos devem ser levados em conta para estimar características importantes em um modelo com mais informações, como absorção de radiação e energia gerada no interior por fusão.

Figura 2 – Variação da temperatura (linha sólida) e pressão (linha tracejada) em relação ao raio no interior solar. Apesar da escala adotada, nenhuma atinge o valor nulo antes da superfície.



Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 325).

Porém, assim como as grandezas físicas do modelo padrão, as abundâncias não se mantêm constantes por toda a estrela, como é exemplificado na Figura 5.

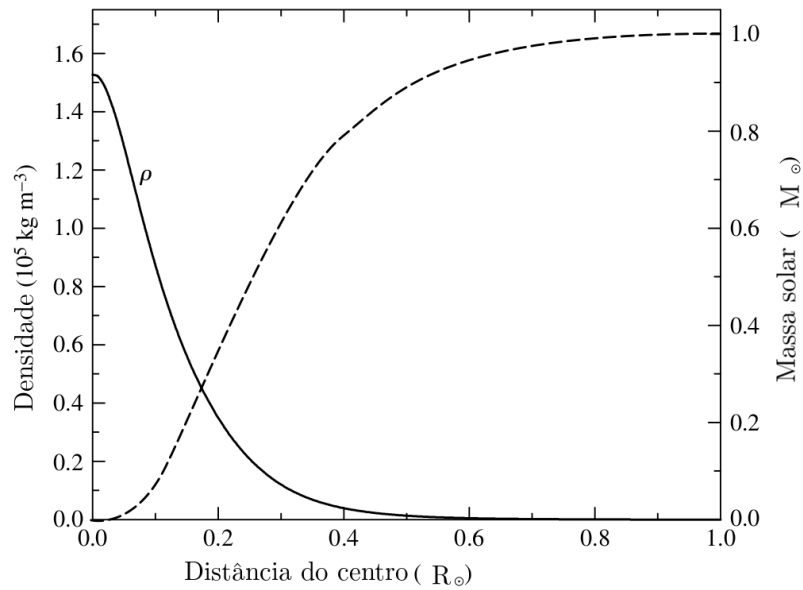
Além de não se manterem constantes em relação ao raio, esse perfil para cada elemento sofre alterações com o tempo em uma competição entre mecanismos de difusão (seja por temperatura, pressão ou concentração) e fusão nuclear. No caso de fusão nuclear, a evolução da abundância X_i de um composto i pode ser expressa dependendo das energias de reações como na equação

$$\frac{\partial X_i}{\partial t} = \sum_j \frac{\epsilon_{ji}}{q_{ji}} - \sum_k \frac{\epsilon_{ik}}{q_{ik}} \quad , \quad (1.7)$$

que expressa uma reação de síntese de um nuclídeo i a partir de j e uma reação de aniquilação de i para produção de um composto k , em que q e ϵ se referem aos números de reações por tempo e energia liberada pelas reações, respectivamente.

Neste ponto, é relevante ter em mente que estes mecanismos não apenas modificam a distribuição de matéria no interior da estrela, mas que também agem com eficiências diferentes em diferentes regiões da estrela. No caso do Sol, a camada interior é a chamada zona radiativa, que abriga o núcleo, onde ocorrem as reações nucleares. Na zona radiativa, a difusão é inibida, enquanto a região acima, chamada de zona convectiva, não é favorável às reações nucleares. Esta separação é definida através dos mecanismos de transferência de energia dominantes que se alternam ao longo da estrela, como sugere a Figura 5.

Figura 3 – Variação radial da densidade (linha sólida) e massa (linha tracejada) no interior da estrela.



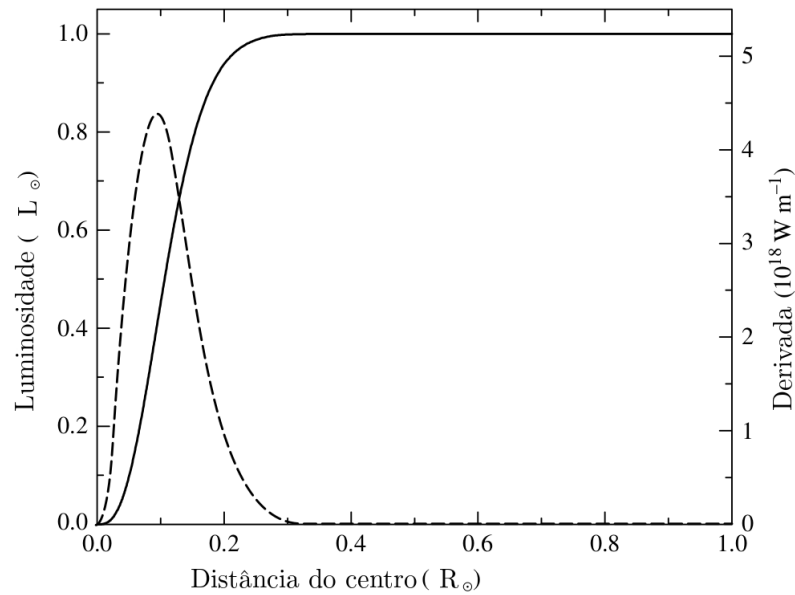
Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 326).

Teremos o gradiente de temperatura sempre dado como $\nabla = \frac{d \ln(T)}{d \ln(P)}$ e, nas zonas radiativas, o transporte de energia por radiação implica em $\nabla = \nabla_{rad}$, que é definido da equação

$$\left(\frac{d \ln(T)}{d \ln(P)} \right) \Rightarrow \nabla_{rad} = \frac{3}{16\pi\sigma c G} \frac{K P}{T^4} \frac{L(r)}{M(r)} \quad , \quad (1.8)$$

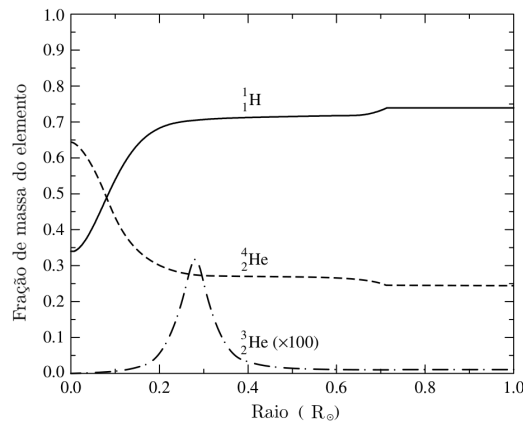
em que σ é a constante de Stefan-Boltzmann, c a velocidade da luz no vácuo e K a opacidade do gás. Podemos visualizar na Figura 6 como os regimes de transportes de energia diferem estas zonas no interior do Sol e, na Figura 7, como estas regiões estão dispostas no interior solar.

Figura 4 – Perfil da luminosidade (linha sólida) e sua derivada no sentido radial (linha tracejada) no interior da estrela.



Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 325).

Figura 5 – Fração em massa dos elementos da cadeia pp I em relação ao raio estelar.

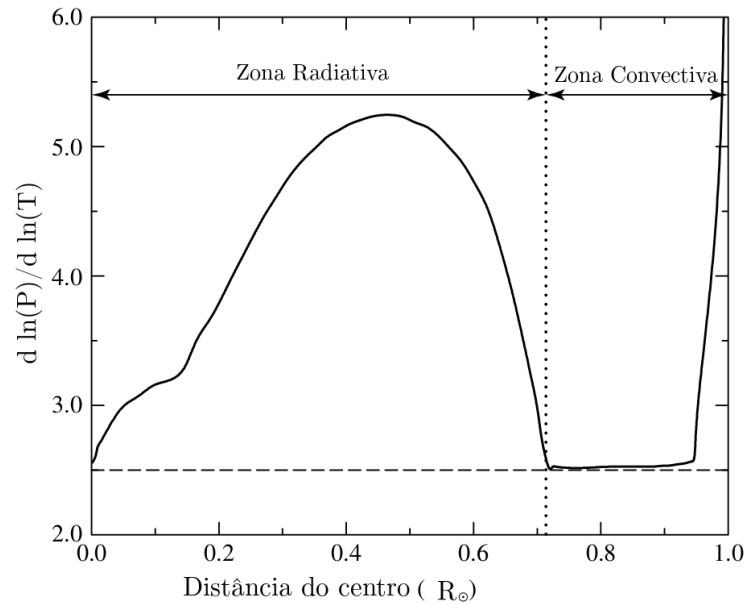


Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 324).

1.2 EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO E A APROXIMAÇÃO ADIABÁTICA

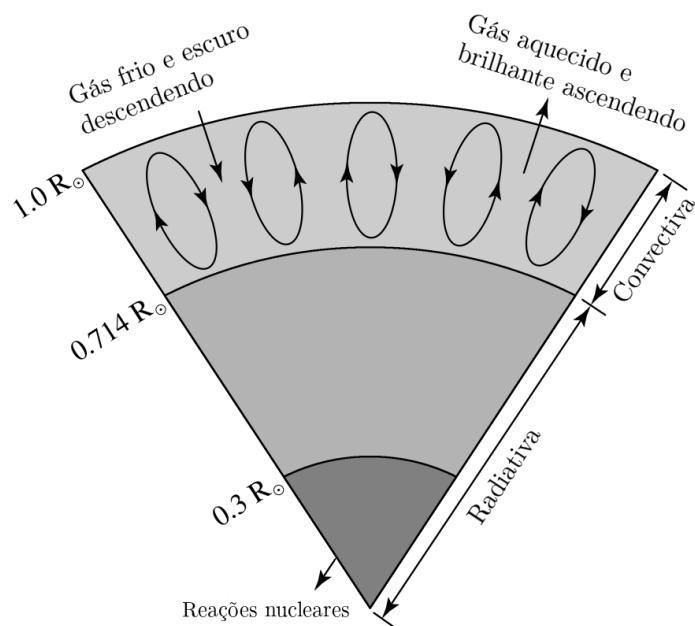
Estrelas na sequência principal têm seu comportamento modelado a partir do princípio de que as únicas forças relevantes atuando no gás são a gravidade e o gradiente da pressão de radiação. Para essas estrelas, estas forças se compensam e se anulam em toda parte, levando-as ao estado chamado de equilíbrio hidrostático. Além disso, o modelo não leva em conta a rotação, atividade atmosférica ou forças de maré. A situação descrita

Figura 6 – Inverso da efetividade de transferência de energia de cada região do Sol ao longo do raio. De acordo com a aproximação adiabática, $1/\nabla \leq 2,5$ é condição para transporte de energia adiabático (linha tracejada), como na zona convectiva. A linha pontilhada representa a interface entre os mecanismos de convecção adiabática e radiação como formas dominantes entre as zonas radiativas e convectivas. Valores próximos a superfície sofrem efeitos da superadiabacidade das camadas superiores e seguem modelos mais complicados.



Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 327).

Figura 7 – Diagrama esquemático das regiões do Sol de diferentes mecanismos de transporte de energia.



Fonte: adaptado de Carroll e Ostlie (2014, p. 323).

Tabela 1 – A abundância em massa de diferentes núclídeos na atmosfera solar.

Núclídeo	Z	A	(X_i)
H	1	1	70,57 %
He	2	4	27,52 %
O	8	16	0,9592 %
C	6	12	0,3032 %
Ne	10	20	0,1548 %
Fe	26	56	0,1169 %
N	7	14	0,1105 %
Si	14	28	0,0653 %
Mg	12	24	0,0513 %
S	16	32	0,0396 %
Ne	12	24	0,0208 %
Mg	12	26	0,0079 %
Ar	18	36	0,0077 %
Fe	26	54	0,0072 %
Mg	12	25	0,0069 %
Ca	20	40	0,0060 %
Al	13	27	0,0058 %
Ni	28	58	0,0049 %
C	6	13	0,0037 %
He	2	3	0,0035 %
Si	14	29	0,0034 %
Na	11	23	0,0033 %
Fe	26	57	0,0028 %
Si	14	30	0,0024 %
H	1	2	0,0023 %

Fonte: Asplund et al. (2009)

é ilustrada na Figura 10.

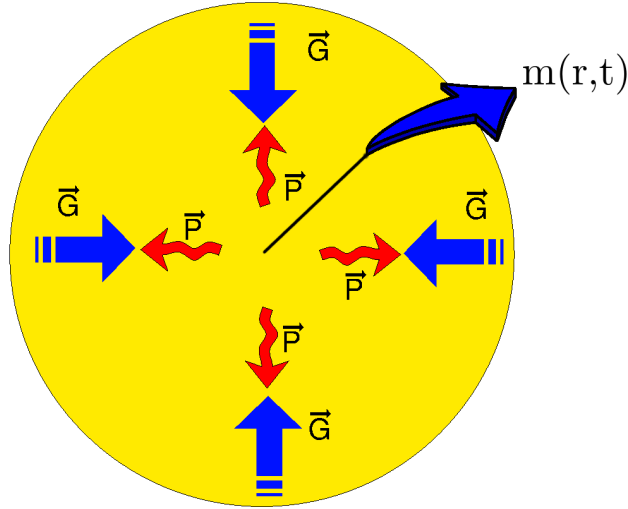
A partir de uma perspectiva euleriana sobre uma casca esférica com massa, tratando r e t como variáveis independentes, estipulamos $m(r,t)$ e expressamos a equação variacional de massa (dm) para elemento de volume na forma da equação

$$dm = 4\pi r^2 \rho \, d\vec{r} - 4\pi r^2 \rho \vec{v} \, dt \quad , \quad (1.9)$$

em que o primeiro termo se refere a variação da massa em relação ao tamanho da casca esférica e o segundo ao fluxo de matéria nas bordas da casca, em que \vec{v} representa o fluxo.

Se derivarmos a Eq. 1.9 em relação a ∂r , depois em ∂t e derivarmos a Eq. 1.9 em

Figura 8 – Diagrama das forças em uma estrela em situação de equilíbrio hidrostático.



Fonte: o autor.

relação a ∂t e só então em ∂r , podemos igualar as expressões na Equação 1.10

$$\begin{aligned} \frac{\partial m}{\partial t \partial \vec{r}} &= \frac{\partial m}{\partial \vec{r} \partial t} \\ \Rightarrow r \frac{\partial \rho}{\partial t} &= \frac{\partial r^2 \rho \vec{v}}{\partial r} \\ \Rightarrow \frac{\partial \rho}{\partial t} &= \frac{1}{r^2} \frac{\partial (r^2 \rho \vec{v})}{\partial r} = -\nabla \cdot (\rho \vec{v}) \quad , \end{aligned} \quad (1.10)$$

que expressa a equação de continuidade hidrodinâmica, uma das equações bases do modelo estelar padrão já apresentado, desta vez em termos de r . Esta equação não apresenta termos de fonte ou sumidouro de massa, pois não trataremos de sistemas trocando massa e desprezamos a perda de massa em forma de energia irradiada, seja como fótons ou neutrinos.

A velocidade euleriana do fluxo de matéria $\vec{v}(r,t)=dr/dt$ se relaciona à variação temporal de uma quantidade ψ que segue o movimento de $v(r,t)$ como

$$\frac{d\psi}{dt} = \left(\frac{\partial \psi}{\partial t} \right)_r + \nabla \psi \cdot \frac{d\vec{r}}{dt} = \frac{\partial \psi}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \psi \quad , \quad (1.11)$$

em que d/dt é conhecida como derivada temporal material e $\partial/\partial t$ a derivada temporal local (para dado r). Utilizando esta relação a Eq. 1.10, obtemos

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \nabla \cdot \vec{v} = 0 \quad , \quad (1.12)$$

que se refere à derivada que acompanha as flutuações que r pode sofrer.

Pode ser montada a equação da dinâmica do sistema com a pressão e gravidade, que se apresenta como

$$\rho \frac{d\vec{v}}{dt} = \nabla P + \rho \vec{g} \quad , \quad (1.13)$$

em que \vec{g} se refere à força por unidade de massa da gravidade e ∇P à pressão exercida em sentido oposto à gravidade. Se fizermos uso da Eq. 1.11, podemos identificar que

$$\rho \frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \rho \vec{v} \cdot \nabla \vec{v} = -\nabla p + \rho \vec{g} \quad (1.14)$$

e a força por unidade de massa será a aceleração gravitacional no sistema, que atenderá a um potencial Φ na forma

$$\vec{g} = -\nabla \Phi \quad , \quad (1.15)$$

e Φ deverá satisfazer à equação de Poisson:

$$\nabla^2 \Phi = 4\pi G \rho \quad . \quad (1.16)$$

Como ρ não é constante em todo o sistema, podemos utilizar a forma integral da equação de Poisson como

$$\Phi(\vec{r}, t) = -G \int_V \frac{\rho(\vec{r}', t) dV}{|\vec{r} - \vec{r}'|} \quad , \quad (1.17)$$

em que V representa o volume específico, definido por $V = 1/\rho$.

Para encontrar uma relação direta entre P e ρ , devemos recorrer à termodinâmica. A primeira lei da termodinâmica impõe que a energia interna q , V e a energia de agitação térmica E devem satisfazer

$$\frac{dq}{dt} = \frac{dE}{dt} + P \frac{dV}{dt} \quad , \quad (1.18)$$

em que o termo do lado esquerdo se refere ao ganho ou perda de energia por unidade de massa e E se refere à energia interna por unidade de massa. Em resumo, esta lei determina que toda energia que é inserida ou retirada do sistema se divide entre trabalho ou aumento da agitação térmica. Se substituirmos dV por $d\rho$, podemos escrever a primeira lei como segue

$$\frac{dq}{dt} = \frac{dE}{dt} - \frac{p}{\rho^2} \frac{d\rho}{dt} = \frac{dE}{dt} + \frac{p}{\rho} \nabla \cdot \vec{v} \quad . \quad (1.19)$$

Neste ponto, iremos aplicar a chamada aproximação adiabática, em que desprezamos o termo dq/dt . Isso implica que tratamos o movimento oscilatório como não independente dos ganhos ou perdas de energia do sistema. Desta forma, a relação termodinâmica impõe que os processos devem apresentar energias variando entre agitação térmica e trabalho, mas sem ganhos ou perdas de energia do sistema. Também implica que podemos resgatar da termodinâmica elementar as relações dos expoentes adiabáticos na forma da equação

$$\Gamma_1 = \left(\frac{d \ln(P)}{d \ln(\rho)} \right)_{ad} = \frac{\rho}{P} \left(\frac{dP}{d\rho} \right) \quad , \quad (1.20)$$

que estipula relação direta entre variações de pressão com variações de densidade, especificamente para processos adiabáticos. Podemos agora fazer uso do expoente adiabático para reescrever como

$$\frac{dP}{dt} = \frac{\Gamma_1 P}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \quad . \quad (1.21)$$

Temos agora um conjunto de equações para descrever o movimento adiabático do gás das estrelas. A Equação da continuidade 1.12, Eq. do equilíbrio mecânico 1.14 e a primeira lei da termodinâmica com a aproximação adiabática clássica da Eq. 1.21 são referentes respectivamente à conservação de massa, momento e energia da estrela durante os processos que abordaremos.

1.3 PERTURBAÇÕES DO EQUILÍBRIO HIDROSTÁTICO

O conjunto de equações do movimento adiabático, expostas na seção anterior, remontam às equações de estrutura estelar quando analisadas no equilíbrio, ou seja, quando consideramos r constante no tempo.

Para estudarmos soluções das equações do movimento adiabático perturbadas, iremos inserir variáveis perturbadas referentes às oscilações do plasma. Estas variações que perturbam o meio deverão ser pequenas o suficiente para não fugirmos da linearidade das soluções analíticas (TOUTAIN; BERTHOMIEU; PROVOST, 1999). A perturbação na pressão do sistema pode ser introduzida como

$$P(\vec{r}, t) = P_0(\vec{r}) + P'(\vec{r}, t) \quad , \quad (1.22)$$

em que $P(\vec{r}, t)$ é a pressão perturbada, $P_0(\vec{r})$ a pressão no modelo de equilíbrio e $P'(\vec{r}, t)$ a perturbação inserida. Denotaremos a partir de agora as grandezas subscritas com zero (0) como sendo os valores do modelo em equilíbrio, as grandezas com traço (') como sendo as perturbações Eulerianas e as grandezas com δ como referente às perturbações Lagrangianas. Logo, a Equação 1.22 se refere a uma perturbação Euleriana, ou seja, uma perturbação que acompanha as variações de pressão em dado ponto localizado por \vec{r} ao longo do tempo. Como já mencionado, a formulação Lagrangiana, que analisa as variáveis de estado como em um elemento de massa do fluido, é equivalente e podemos trocar uma pela outra, por exemplo para a pressão, através da Eq. 1.23

$$\delta P(A(\vec{r}), t) = P'(\vec{r}, t) + \delta r \frac{dP}{dr} \quad , \quad (1.23)$$

em que $A(\vec{r})$ corresponde ao elemento fluido localizado em \vec{r} e δr o deslocamento radial de matéria.

A descrição analítica de oscilações busca determinar o comportamento no tempo das variáveis de estrutura e, uma vez que o modelo hidrostático impõe $\vec{v}_0 = 0$,

$$v'(\vec{r}, t) \equiv v(\vec{r}, t) \equiv \frac{\partial \vec{\delta r}}{\partial t} \quad . \quad (1.24)$$

Obtemos expressões para as perturbações se inserirmos nas Equações 1.12, 1.14 e 1.21 perturbações da forma de 1.22, levando em conta a Eq. 1.24, descartando os termos do equilíbrio e tomando apenas os termos lineares. As equações podem ser expressas como

$$\frac{\partial}{\partial t}\rho' + \nabla \cdot (\rho_0 \vec{v}) = 0 \quad , \quad (1.25)$$

para Equação da continuidade 1.12,

$$\rho_0 \frac{\partial}{\partial t} \vec{v} = -\nabla P' - \rho_0 \nabla \vec{g}' - \rho' \nabla \vec{g}_0 \quad , \quad (1.26)$$

para equação em que a perturbação do potencial gravitacional é determinado pela Equação de Poisson 1.27 na forma

$$\nabla^2 \Phi' = 4\pi G \rho' \quad , \quad (1.27)$$

como anteriormente na Eq. 1.16. Para a primeira lei da termodinâmica, já com a admissão de adiabaticidade na Eq. 1.21, ficamos com

$$\frac{d \delta P}{dt} = \frac{\Gamma_1 P_0}{\rho_0} \frac{d \delta \rho}{dt} \quad , \quad (1.28)$$

ou da forma Euleriana

$$P' + \vec{\delta r} \cdot \nabla P_0 = \frac{\Gamma_1 P_0}{\rho_0} (\rho' + \vec{\delta r} \cdot \nabla \rho_0) \quad . \quad (1.29)$$

1.3.1 Separação de componentes em harmônicos esféricos

Como nosso sistema apresenta uma simetria esférica e as equações obtidas do movimento adiabático não apresentam derivadas mistas, faz sentido separarmos as equações em componentes radiais (indexados por r) e horizontais/tangentes (indexados por h). Para isto, se faz necessário considerar para cada grandeza perturbada ψ' a transformação

$$\psi'(r, \theta, \phi, t) = \tilde{\psi}(r) Y_l^m(\theta, \phi) e^{-i\omega t} \quad , \quad (1.30)$$

em que $\tilde{\psi}(r)$ se refere à função radial da grandeza perturbada ψ' e $Y_l^m(\theta, \phi)$ representa as funções de esféricos harmônicos complexas na forma

$$Y_l^m(\theta, \phi) = (-1)^m c_{lm} P_l^m(\cos \theta) \exp(im\phi) \quad . \quad (1.31)$$

Os autoestados de vibrações ressonantes em uma esfera usualmente são expressos como produto de uma função radial e outra para os ângulos polares (PIJPERS, 2006, p. 59), como a forma da Eq. 1.30 propõe. Devemos, quando falarmos de propriedades físicas,

atentar apenas à parte real da equação 1.30 (STIX, 2012, p. 196). Os pontos em que $Y_l^m(\theta, \phi)$ é nulo são os pontos nodais para dado grau l e ordem azimutal m que determinam o modo vibracional. A forma geral de 1.30 apresenta um termo para perturbação radial, porém este não será abordado.

Ao integrar no tempo e eliminar ω , a Equação da continuidade 1.25 pode ser escrita como

$$\rho' = -\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (\rho_0 r^2 \delta r_r) - \frac{\rho_0}{r} \nabla \cdot \delta r_r \quad . \quad (1.32)$$

A equação de conservação de momento tem as componentes separadas como

$$\begin{aligned} -\omega^2 \rho_0 \widetilde{\delta r}_r &= -\frac{\partial}{\partial r} \tilde{P} - \tilde{\rho} \frac{\partial}{\partial r} \Phi_0 - \rho_0 \frac{\partial}{\partial r} \tilde{\Phi} \quad , \\ -\omega^2 \rho_0 \delta \vec{r}_h &= -[\tilde{P} + \rho_0 \tilde{\Phi}] \frac{1}{r} \nabla_h Y_l^m \quad , \end{aligned} \quad (1.33)$$

sendo o potencial gravitacional perturbado 1.27 representado por

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \tilde{\Phi}}{\partial r} \right) - \frac{l(l+1)}{r^2} \tilde{\Phi} = 4\pi G \tilde{\rho} \quad . \quad (1.34)$$

A forma Euleriana da Equação de energia 1.29 é reduzida como

$$\tilde{P} + \widetilde{\delta r}_r \frac{\partial}{\partial r} P_0 = \left(\frac{\Gamma_1 P}{\rho} \right) \left[\tilde{P} + \widetilde{\delta r}_r \frac{\partial}{\partial r} \rho_0 \right] \quad . \quad (1.35)$$

A segunda Equação de 1.33 pode ser usada para isolar o vetor $\delta \vec{r}_h$ em termos das outras variáveis perturbadas como

$$\delta \vec{r}_h = \frac{1}{r\omega^2} \left(\frac{\tilde{P}}{\rho_0} + \tilde{\Phi} \right) \left(0, \frac{\partial Y_l^m}{\partial \theta}, \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial Y_l^m}{\partial \phi} \right) e^{-i\omega t}, \quad (1.36)$$

e então simplificar $\nabla \cdot \delta \vec{r}_h$ de 1.32, que se torna

$$\omega^2 \left[\tilde{\rho} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} (\rho_0 r^2 \widetilde{\delta r}_r) \right] = [\tilde{P} + \rho_0 \tilde{\Phi}] \frac{l(l+1)}{r^2} \quad . \quad (1.37)$$

A Equação 1.34 representa uma relação linear entre as perturbações de densidade e pressão, assim como o deslocamento radial. podemos isolar $\tilde{\rho}$ como

$$\tilde{\rho} = \left(\frac{\rho}{\Gamma_1 P} \right)_0 \tilde{P} + \rho_0 \widetilde{\delta r}_r \left(\frac{1}{\Gamma_{1,0} P} \frac{\partial P_0}{\partial r} \tilde{P} - \rho_0 \frac{\partial}{\partial r} \tilde{\Phi} \right) \quad , \quad (1.38)$$

que, definindo a frequência de Brunt-Väisälä N (ou frequência de flutuabilidade) dada por

$$N^2 \equiv \frac{\partial \Phi_0}{\partial r} \left(\frac{1}{\Gamma_{1,0}} \frac{\partial \ln P_0}{\partial r} - \frac{\partial \ln \rho_0}{\partial r} \right) \quad , \quad (1.39)$$

nos permite substituir a expressão da Eq. 1.38 na primeira Equação de 1.33 de forma reduzida como

$$\frac{\partial}{\partial r} \tilde{P} = (\omega^2 - N^2) \rho_0 \widetilde{\delta r}_r + \frac{1}{\Gamma_{1,0} P_0} \frac{\partial P_0}{\partial r} \tilde{P} - \rho_0 \frac{\partial}{\partial r} \tilde{\Phi} \quad . \quad (1.40)$$

Se recuperarmos da Eq. 1.1 a velocidade do som adiabática para

$$c^2 \equiv \left(\frac{\Gamma_1 P}{\rho} \right)_0 \quad (1.41)$$

e definir uma frequência acústica característica S_l^2 para o grau l como

$$S_l^2 \equiv \frac{l(l+1)c^2}{r^2} \quad , \quad (1.42)$$

podemos substituir 1.38 também em 1.34 e 1.37, que se tornam respectivamente

$$\frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial \tilde{\Phi}}{\partial r} \right) = \frac{l(l+1)}{r^2} \tilde{\Phi} + 4\pi G \left[\frac{1}{c^2} \tilde{P} + \frac{\rho_0 N^2}{\partial \Phi_0 / \partial r} \tilde{\delta r_r} \right] \quad (1.43)$$

e

$$\frac{\partial}{\partial r} \tilde{\delta r_r} = - \left[\frac{2}{r} + \frac{1}{\Gamma_{1,0} P_0} \frac{\partial P_0}{\partial r} \right] \quad . \quad (1.44)$$

Estas equações descrevem o comportamento adiabático de ondas em um sistema linear no interior solar. Os modos vibracionais da superfície e suas autofrequências são determinados uma vez que conhecemos as condições de contorno das equações. Como temos apresentadas duas frequências características, sabe-se que teremos dois tipos distintos de modos vibracionais, que dependerão dos valores de ω , N e S_l . Em quase todo o interior solar $N < S_l$. Se $\omega < N$, o comportamento é controlado por flutuabilidade e os modos são chamados de modos g. Porém, se $S_l < \omega$, a oscilação é controlada pela pressão e os modos são muito similares a ondas acústicas e chamados de modos p (PIJPERS, 2006, p. 67).

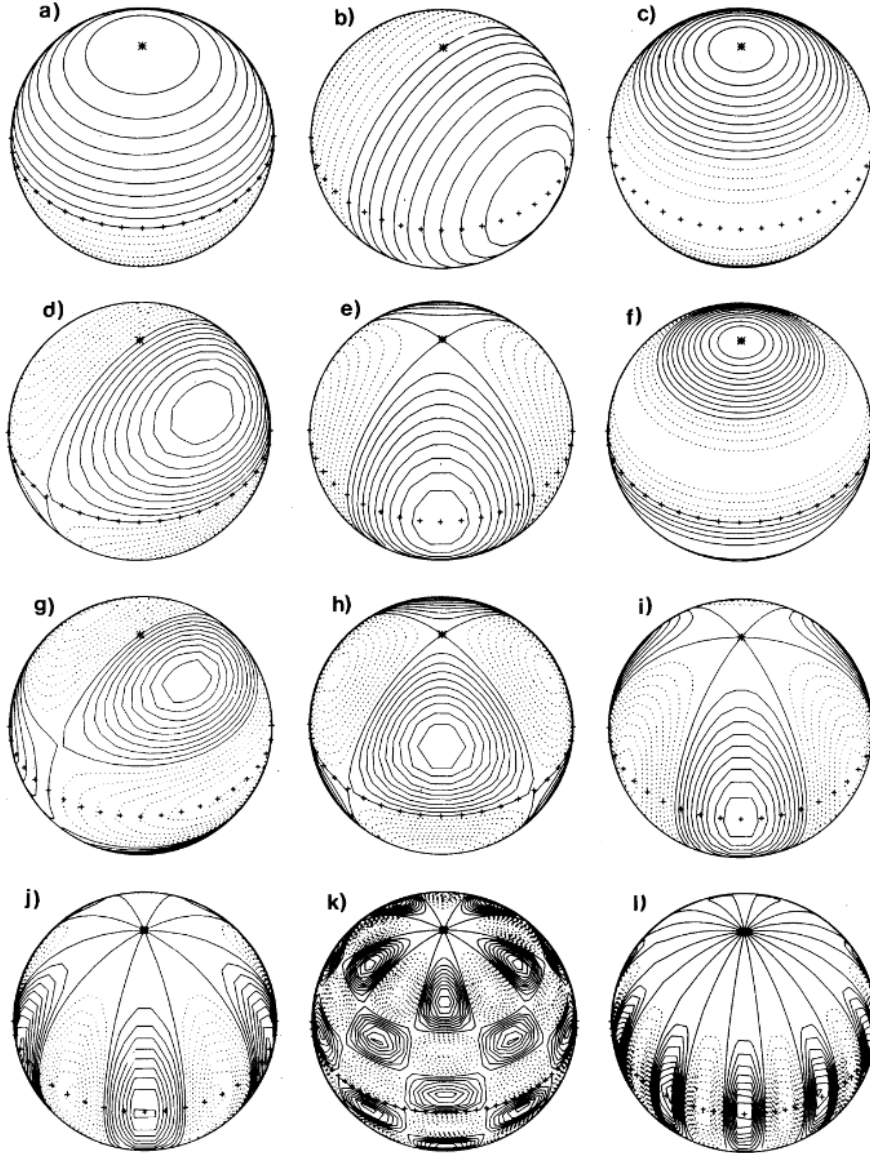
Na Figura 9, observamos as partes reais de diferentes valores de harmônicos esféricos. Estas formas de soluções para oscilações em simetria esférica são clássicas em diferentes meios da Física. Dentro da sismologia solar, veremos que nem todos os modos, apesar de matematicamente possíveis, deverão existir.

1.3.2 Condições de contorno das equações

Para obter as condições de contorno para as equações a serem resolvidas assumimos algumas presunções para duas regiões solares: o centro ($r=0$) e a superfície ($r=R$). No centro, as condições de borda se resumem a condições de regularidade, que traduzem o fato das variáveis físicas não divergirem. Neste sentido, implicam que para $l > 0$ as perturbações no centro devem desaparecer como

$$\begin{aligned} \tilde{\delta r_r} &\propto r^{l-1} \quad , \\ \tilde{P} &\propto r^l \quad , \\ \tilde{\Phi} &\propto r^l \quad . \end{aligned} \quad (1.45)$$

Figura 9 – Gráficos das partes reais de harmônicos esféricos Y_l^m , como na Eq. 1.31. Projeções positivas (para fora da esfera) se apresentam como linhas contínuas, enquanto as projeções para dentro negativas são determinadas por regiões pontilhadas. A linha do equador está indicada com ".". Estão apresentados os casos a) $l = 1, m = 0$; b) $l = 1, m = 1$; c) $l = 2, m = 0$; d) $l = 2, m = 1$; e) $l = 2, m = 2$; f) $l = 3, m = 0$; g) $l = 3, m = 1$; h) $l = 3, m = 2$; i) $l = 3, m = 3$; j) $l = 5, m = 5$; k) $l = 10, m = 5$; l) $l = 10, m = 10$.



Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997, p. 6).

Para a superfície, devido à perturbação de Φ corresponder à solução da Equação de Poisson 1.27 que se aproxima de zero em $r \rightarrow \infty$. Logo, podemos estabelecer

$$\left. \frac{\partial \tilde{\Phi}}{\partial r} \right|_{r=R} + \frac{l+1}{r} \tilde{\Phi}(R) = 0 \quad . \quad (1.46)$$

Outra condição de borda da superfície se refere à perturbação Lagrangiana da pressão

indo a zero, portanto

$$\tilde{P}(R) + \frac{\partial P_0}{\partial r} \Big|_{r=R} \tilde{\delta r}_r(R) = 0 \quad . \quad (1.47)$$

Outras abordagens mais realistas podem ser tomadas dependendo de como tratarmos a atmosfera solar, região que é bastante complicada de se modelar, e dependente do modelo de convecção para região. O que ocorre é que ω aumenta vertiginosamente à medida que se aproxima da superfície vindo do interior, e os modelos demonstram consistência se adotarmos o ponto de reflexão logo abaixo. Pode se dizer que um dos maiores desafios é desenvolver um modelo de convecção para efeitos de superadiabaticidade próximo à superfície estelar. A velocidade de convecção do gás se aproxima da velocidade do som, o que promove dependência dos campos magnéticos gerados pelo movimento. Um dos caminhos para modelar a convecção seria utilizar a teoria do comprimento de mistura (KIPPENHAHN; WEIGERT; WEISS, 1990, p. 62) que ainda é ideal, porém, na região, a alta turbulência e diferenças das formas e tamanhos das bolhas de convecção que se formam nos levam à necessidade de utilizar um modelo de convecção estelar turbulenta (CANUTO; MAZZITELLI, 1991), que seria mais próximo da realidade desenvolvido até então. Erros na escolha das posições de ponto de reflexão não devem modificar o espaçamento entre as frequências do modelo das reais, mas produzir um deslocamento geral das posições de todas no espectro (PIJPERS, 2006, p. 80).

1.4 APROXIMAÇÃO DE COWLING

É possível avaliar propriedades das equações de oscilação sem soluções completas detalhadas. Para isso, realizamos a chamada aproximação de Cowling, que consiste em desprezar a perturbação no termo de potencial gravitacional ($\tilde{\Phi}$) em 1.37 e 1.40, descartando 1.43 completamente. Reduzimos o problema em duas equações diferenciais de primeira ordem:

$$\frac{1}{r^2} \frac{d}{dr} (r^2 \tilde{\delta r}_r) + \frac{\tilde{\delta r}_r \partial \Phi_0 / \partial r}{c^2} + \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{1}{c^2} - \frac{l(l+1)}{r^2 \omega^2} \right) \tilde{P} = 0 \quad , \quad (1.48)$$

$$\frac{1}{\rho_0} \frac{d\tilde{P}}{dr} - \frac{\partial \Phi_0 / \partial r}{\rho_0 c^2} \tilde{P} - (\omega^2 - N^2) \tilde{\delta r}_r = 0 \quad . \quad (1.49)$$

As soluções das Equações 1.48 e 1.49 diferem pouco das soluções completas, tendo as perturbações do potencial gravitacional pequena influência na previsão dos períodos de oscilações gravitacionais (PROVOST, 1984) e para modos de ordem alta tiveram seus resultados computacionais dados como consistentes (CHRISTENSEN-DALSGAARD, 1991).

1.5 APRISIONAMENTO DOS MODOS VIBRACIONAIS

Para oscilações de ordem alta, as autofunções perturbadas devem variar muito mais rápido que as derivadas gravitacionais, logo os segundos termos de gravidade de 1.48 e de 1.49 são muito pouco significativos. Se desprezarmos estes termos, derivarmos em r o restante da Eq. 1.48 e substituírmos no resultado o restante da Eq. 1.49, teremos

$$\frac{d^2 \widetilde{\delta r_r}}{dr^2} = \frac{\omega^2}{c^2} \left(\frac{S_l^2}{\omega^2} - 1 \right) \left(1 - \frac{N^2}{\omega^2} \right) \widetilde{\delta r_r} . \quad (1.50)$$

Apesar desta conter a maior quantidade de aproximações possíveis do sistema, a Eq. 1.50 é suficiente para ilustrar o comportamento alvo dos modos de oscilação da estrela. Se considerarmos localmente S_l e N^2 como constantes, podemos determinar que a equação está na forma

$$\frac{d^2 \widetilde{\delta r_r}}{dr^2} = -K(r) \widetilde{\delta r_r} , \quad (1.51)$$

em que

$$K(r) = \frac{\omega^2}{c^2} \left(1 - \frac{N^2}{\omega^2} \right) \left(\frac{S_l^2}{\omega^2} - 1 \right) , \quad (1.52)$$

que é o análogo a uma constante de mola de uma equação do oscilador harmônico simples em 1.51. Para existir um comportamento oscilatório K deve se manter positivo, possibilitando à solução ter a forma clássica, sem amortecimento como

$$\widetilde{\delta r_r} \approx \cos \left(\int K^{1/2} dr + \phi \right) , \text{ com } K > 0 . \quad (1.53)$$

A solução pode também assumir uma forma exponencial como

$$\widetilde{\delta r_r} \approx \exp \left(\pm \int |K|^{1/2} dr \right) , \quad (1.54)$$

a depender do sinal de K exclusivamente. Através de uma análise de 1.52, fica evidente que as frequências características S_l e N^2 assumem papel importante na caracterização do comportamento da solução, por definirem o sinal de K . A combinação de faixas de valores diferentes devem condicionar as oscilações de $\widetilde{\delta r_r}$. Neste sentido, a solução pode ser:

1. oscilatória como em 1.53 quando

- a) $|\omega| > |N|$ com $|\omega| > S_l$,
- b) $|\omega| < |N|$ com $|\omega| < S_l$,

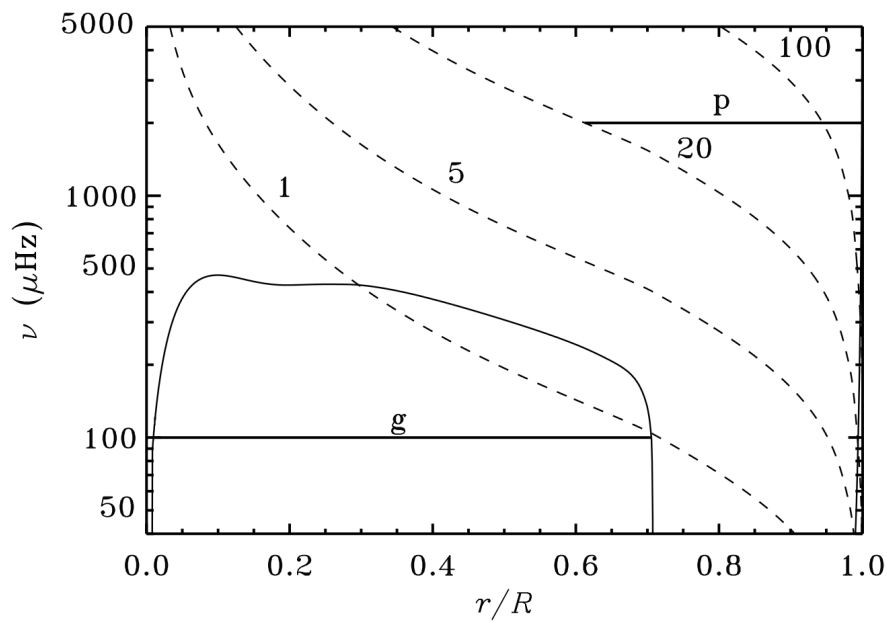
2. exponencial como em 1.54 quando

- a) $|N| < |\omega| < S_l$,

$$b) S_l < |\omega| < |N| .$$

Os conjuntos de frequências que satisfazem à condição 1 variam dentro do modelo solar e aprisionam as condições a) e b) da situação oscilatória, representados na Figura 10.

Figura 10 – Regimes dos modos vibracionais g e p, e valores de N descritos pela curva sólida e valores de S_l nas linhas tracejadas para diferentes modos l . As curvas são baseadas no modelo solar.



Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997, p. 76).

O que é decisivo para distribuição destes modos dentro da estrela é como a relação entre S_l e N evolui ao longo do interior. S_l tende ao infinito próximo do centro da estrela e decresce a medida que r aumenta e c diminui. N^2 decai em regiões convectivas e aumenta em regiões de estabilidade, e todos os modelos solares apontam para $\approx 30\%$ das camadas mais externas como sendo convectivas. Irão existir, portanto, conjuntos de soluções oscilatórias para diferentes modos de vibração ao longo de toda a estrela. Do comportamento de S_l e N na Figura 10, observamos que devem haver duas classes de soluções, os modos p e modos g . Como bordas da condição de oscilação, temos $K(r) = 0$ em que existem os chamados pontos de retorno, nos quais ocorrem a reflexão total das ondas se propagando no interior do Sol.

1.5.1 Modos p e modos g

Modos p são aprisionados entre o ponto de retorno em $r = r_t$ e a superfície em $r = R$. O ponto de retorno para modos p depende de S_l , com $K(r) = 0$ quando $S_l = \omega$, logo podemos determinar r_t levando em conta que para as altas frequências dos modos p , $N \ll \omega$ e 1.52 pode ser aproximada de

$$K(r) \approx \frac{1}{c^2}(\omega^2 - S_l^2) \quad , \quad (1.55)$$

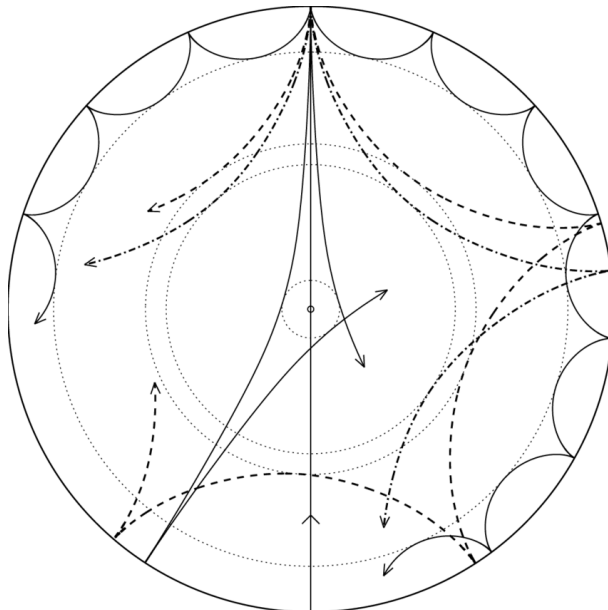
que impõe a dinâmica dos modos p como sendo determinada pela variação da velocidade do som ao longo do interior. Logo, para $K(r) = 0$

$$\frac{c^2(r_t)}{r_t^2} = \frac{\omega^2}{l(l+1)} \quad , \quad (1.56)$$

nos permitindo obter r_t em função de l e ω . Estes modos são ondas acústicas estacionárias, com o gradiente da pressão do gás sendo força restauradora predominante da perturbação, por esta razão o termo modos p .

Cada um destes modos traz informações físicas sobre o interior da estrela entre a superfície e o ponto de retorno, revelando ser possível aferir a dinâmica de c em todo o interior, como demonstra o diagrama de trajetória da propagação destas ondas na Figura 11.

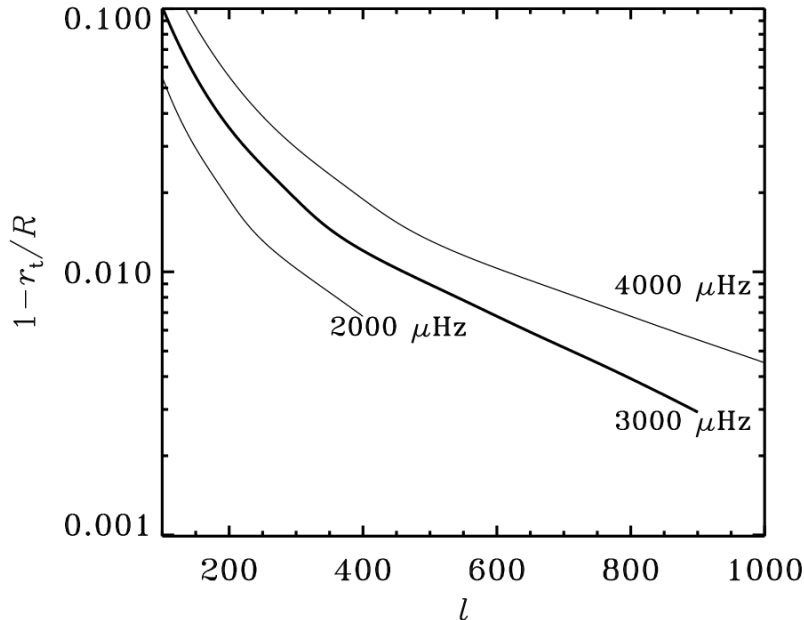
Figura 11 – Diagrama de propagação de modos p de diversas ordens em uma seção transversal do Sol. Os círculos pontilhados mais fracos indicam a posição dos pontos de retorno. As ordens mais baixas de l apresentam pontos de retorno mais profundos.



Fonte: Kurtz (2019).

É importante ter em mente que para cada modo, existe um ponto de retorno em diferente posição, como demonstra os modelos elaborados na Figura 12.

Figura 12 – Modelo calculado de posições de r_t para os modos p com três autofrequências distintas.



Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997).

O processo físico é análogo à perturbação da pressão de um instrumento musical. O Sol apresenta simetria esférica, ao contrário de vários instrumentos lineares como a flauta ou o oboé, por exemplo, mas ambos têm a pressão local como mecanismo de restauração do gás no interior, o que nos impele a referir aos modos p como modos acústicos. O tamanho do intervalo perturbado (r_t) é relacionado a uma frequência específica da mesma maneira que o tamanho das cordas de um piano.

De acordo com a Figura 10, os modos g estariam aprisionados entre pontos de retorno no centro e no início da zona convectiva. Desta vez, trataremos de frequências em torno de $N = \omega$, mais baixas que as referentes aos modos p .

Para modos g de ordem alta, usualmente $\omega^2 \ll S_l^2$ e tomamos a aproximação de 1.52 como

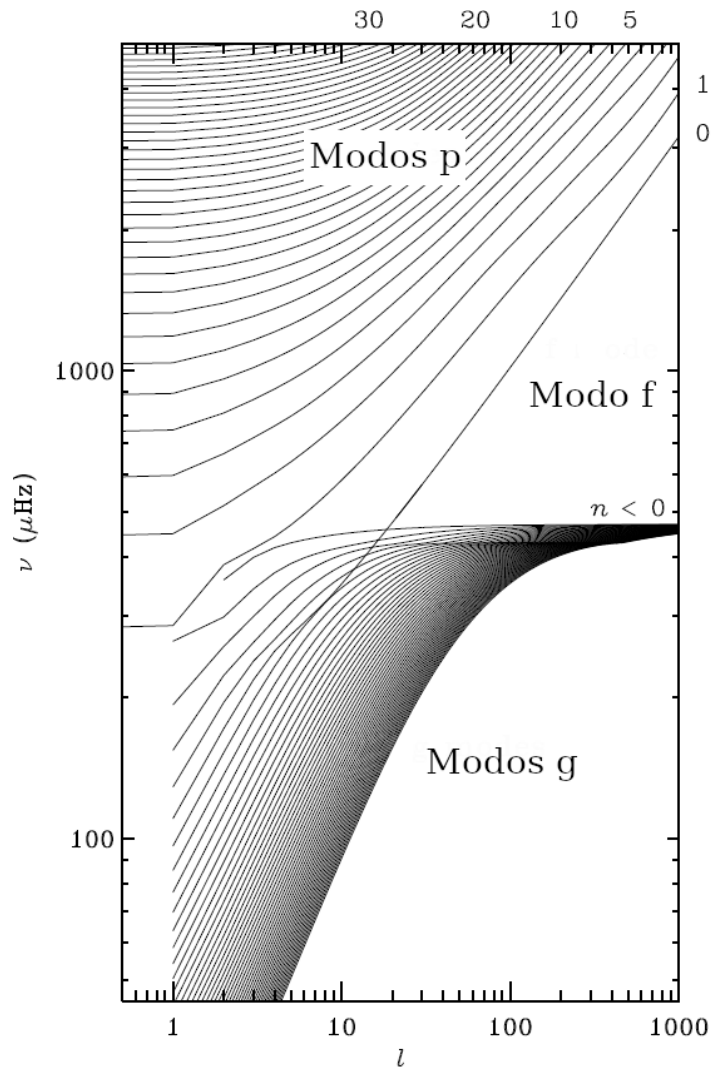
$$K(r) \approx \frac{1}{\omega^2} (N^2 - \omega^2) \frac{l(l+1)}{r^2} \quad , \quad (1.57)$$

análoga a 1.55, demonstra que K diminui com aumento de ω . Portanto, a ordem do modo aumenta com a diminuição de ω . A gravidade atua na perturbação da densidade e é a força restauradora dominante. Por serem ondas de gravidade confinadas, são denominados modos g .

1.5.2 Resultados numéricos

Podemos comparar numericamente os modelos encontrados para modos g e modos p em relação a ω e l , como se pode apreciar através da Figura 13.

Figura 13 – Cálculos das franjas dos modos p , modos g e modos f de oscilação calculados para o modelo solar.



Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997).

O gráfico apresentado ajuda a identificar os modos através da ordem de grandeza que apresentam e do seu comportamento com aumento de l . Notamos a presença de uma única franja de modos f . Menos conhecidos, são referentes a oscilações de ordem zero. Apesar de similaridade com os modos p , são distintos fisicamente. Apenas modos g com ordem menor que 50 estão presentes, mas são suficientes para mostrar o comportamento geral: se aproximam um dos outros assintoticamente para maiores valores de l e vão à

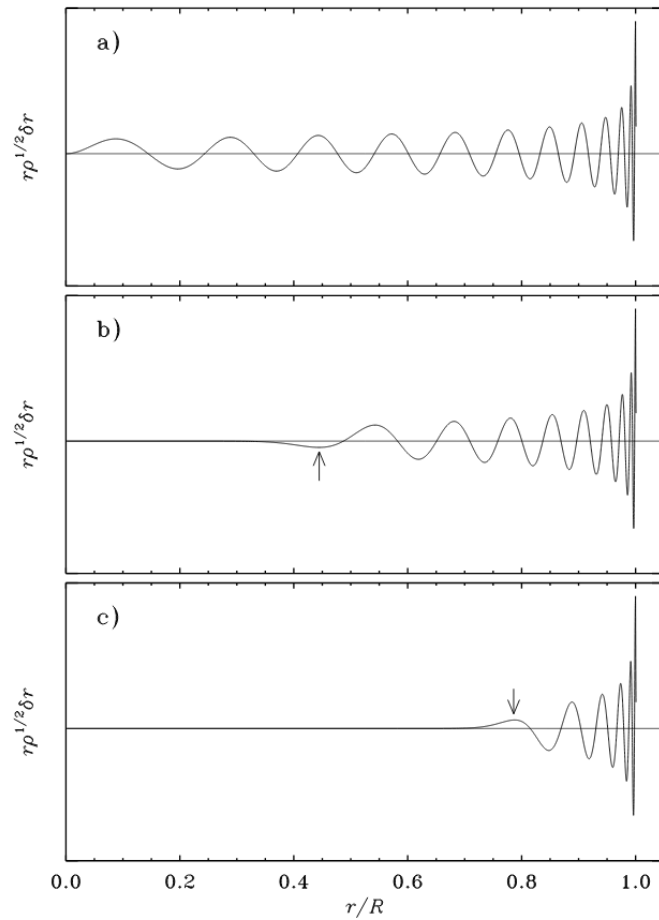
frequências muito baixas para l menores. A classificação precisa dos modos observados e indexação de ordens radiais ainda é uma tarefa não resolvida, pois a amplitude com que eles chegam na superfície deve ser da ordem de poucos mm/s .

Podemos também utilizar a equação de média temporal da densidade de energia para simetria esférica \mathcal{E} de ondas propagando pela equação

$$\mathcal{E} = 4\pi \int_0^R [|\tilde{\xi}_r(r)|^2 + l(l+1)|\tilde{\xi}_r(h)|^2] \rho_0 r^2 dr \quad , \quad (1.58)$$

que nos permite visualizar intuitivamente a diferença das amplitudes das oscilações ao longo de todo o interior solar, tanto para modos p quanto para modos g . A partir disso, modelos de densidade podem ser calculados para diferentes modos, grau e ordem ao longo do raio solar, como nas curvas da Figura 14 para os modos p .

Figura 14 – Modelos dos reflexos radiais de modos p no interior solar. Modelo a) referente a $l = 0, n = 23, \nu = 3310\mu\text{Hz}$; b) $l = 0, n = 17, \nu = 3375\mu\text{Hz}$; c) $l = 0, n = 10, \nu = 3234\mu\text{Hz}$. As flechas indicam a posição do ponto de retorno.



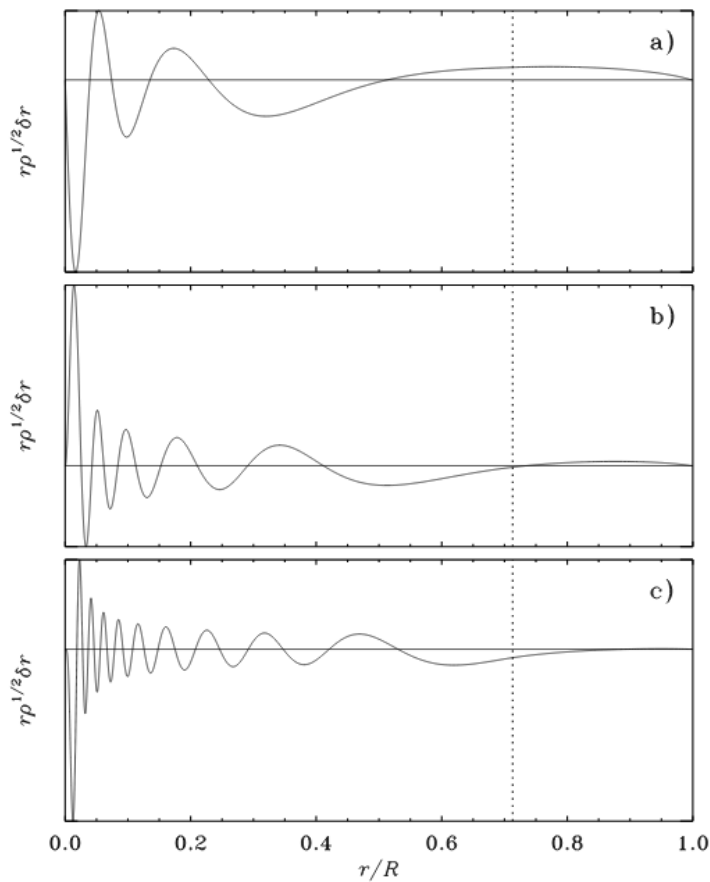
Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997, p. 87).

É de interesse observar que o confinamento dos modos de oscilação não é um fenômeno estritamente rigoroso e percebemos que o regime de transporte de energia radiativa atenua os modos p , mas não os anula de fato. Isso torna muito difícil observar

modos de ordem baixa, que penetram muito profundamente no interior do Sol. Notamos também que o perfil destas oscilações pouco se altera próximo à superfície.

Efeito análogo temos ao observar o perfil da densidade média de energia para os modos g na Figura 15.

Figura 15 – Modelos dos reflexos radiais de modos g no interior solar. Modelo a) é referente ao modo $l = 1$, $n = -5$, $\nu = 110\mu\text{Hz}$; b) $l = 2$, $n = -10$, $\nu = 103\mu\text{Hz}$; c) $l = 4$, $n = -19$, $\nu = 100\mu\text{Hz}$. As linhas verticais pontilhadas indicam a interface entre as zonas radiativa e convectiva.



Fonte: Christensen-Dalsgaard (1997, p. 89).

Neste caso, notamos que os modos g têm sua densidade de energia atenuada dentro do regime de convecção. Estes modos, ainda não detectados diretamente, podem trazer informações sobre o núcleo do Sol e toda a região radiativa. Notamos também que o perfil das oscilações dos modos g pouco se altera próximo do núcleo.

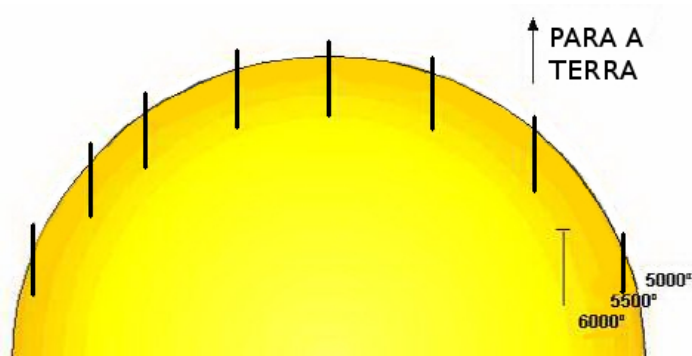
2 HELIOSSISMOLOGIA NO LIMBO SOLAR

Tratamos no Capítulo 1 de discussões a cerca do modelo estrutural, ou do interior solar, porém modelos de atmosfera solar abordam outras questões. É importante ter em mente alguns efeitos que interferem diretamente com o fluxo proveniente dessa região enquanto estudarmos o fenômeno de escurecimento do limbo.

2.1 ESCURECIMENTO DO LIMBO SOLAR

O escurecimento de limbo se refere a um efeito óptico que depende do ângulo de visada com a superfície estelar. Em resumo, a intensidade luminosa irradiada para o observador decai no sentido radial do disco estelar. Nas regiões mais externas do disco, a linha de visada encontra a superfície num ângulo mais agudo, cada vez mais perto de tangenciá-la. Logo, a penetração óptica é mais superficial, portanto a luz recebida do limbo do disco é oriunda de camadas mais superficiais da estrela, logo mais frias e menos brilhantes, como segue o diagrama na Figura 16.

Figura 16 – O alcance óptico na fotosfera estelar quando observamos da Terra. A profundidade radial das observações depende da distância do centro do disco, uma vez que a opacidade é a mesma, mas o ângulo de incidência difere. O vetor indica a direção da linha de visada do observador e as barras pretas representam a penetração óptica na atmosfera.



Fonte: adaptado de União de Astronomia e Astrofísica de Portugal UAA (2019).

Apesar de nos referirmos ao limbo da estrela como a região mais externa do disco, o fenômeno de escurecimento do limbo ocorre ao longo de todo o disco, com atenuação no sentido radial. Para abordar o fenômeno analiticamente, trataremos o plasma de forma diferente de quando discutimos modelos estruturais. A primeira premissa que difere ao

lidarmos com modelo atmosférico é, ao invés de estabelecer relação de temperatura e pressão, considerá-las constantes, fazendo uso da aproximação conhecida como equilíbrio térmico local. Esperamos que a função para ajuste deva atender alguns requisitos como continuidade e decaimento suave em direção às bordas do disco solar. A abordagem mais simples para descrever como a intensidade luminosa decai em direção ao limbo é através da aproximação de Eddington (1916), a qual determina que a integral da transferência radiativa sobre todas as frequências pode ser aproximada como

$$\int_0^\infty I_\nu d\nu \equiv I(\tau, \theta) = I_0(\tau) + \cos(\theta)I_1(\tau) \quad , \quad (2.1)$$

em que a intensidade I é função da relação da penetração óptica em determinado comprimento de onda τ e o ângulo de incidência na superfície disco θ , e pode ser aproximada para $\tau = 0$ como

$$I(0, \mu)/I(0, 1) = (2 + 3\mu)/5 \quad , \quad (2.2)$$

que é a função de escurecimento de limbo, ou LDF, linearizada, na qual $\mu = \cos(\theta)$ e $I(0, 1)$ a intensidade luminosa na superfície do centro.

Entretanto, é característica a dependência da LDF com o comprimento de onda. Sabendo que a profundidade óptica deve variar com o comprimento de onda λ , podemos tratar $I(\tau, \mu) = I_\lambda(\tau, \mu)$ e a partir das relações de Barbier (1943), é possível aproximar com a função fonte S , assim

$$I_\lambda(\tau = 0, \mu) \approx S_\lambda \quad , \quad (2.3)$$

$$F_\lambda(0) \approx S_\lambda(2/3) \quad (2.4)$$

para intensidade e fluxo respectivamente, determinando que a intensidade emergente na posição θ é aproximadamente uma função fonte em $\tau = \cos(\theta)$. A variação do brilho em função da posição, como na Eq. 2.2, pode ser remapeada em função da profundidade. Portanto, no limbo, vemos a radiação da própria superfície, em $\tau = 0$, e no centro do disco vemos a luz emitida próxima de $\tau = 1$, com fótons provenientes da maior profundidade possível. A Equação 2.4 determina que o fluxo $F(\tau = 0)$ é igual à função fonte em $\tau = 2/3$. A função fonte é definida como a razão da emissividade com a absorvidade, sendo

$$S_\lambda = j_\lambda/k_\lambda = B_\lambda(T) \quad , \quad (2.5)$$

em que j_λ é a emissividade do corpo, k_λ a absorvidade do corpo e $B_\lambda(T)$ a função de radiação de Planck, todos para dado comprimento de onda λ . É possível, porém escrever S_λ em uma forma com dependência do ângulo para intensidade emergente $I(\tau = 0, \mu)$

$$I_\lambda(0, \mu) = \int_0^\infty S_\lambda(\tau_\lambda) e^{-\tau_\lambda/\mu} \frac{d\tau_\lambda}{\mu} \quad , \quad (2.6)$$

em que

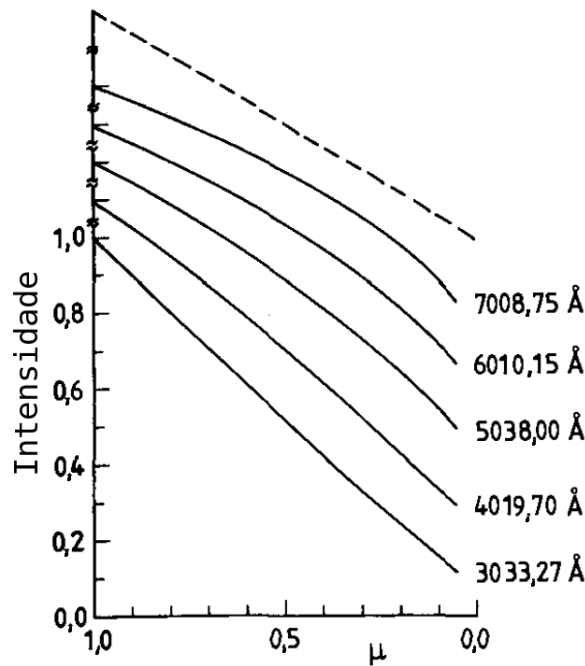
$$d\tau_\lambda = -k_\lambda \rho dx \quad (2.7)$$

que faz possível obter a dependência da absorção com o comprimento de onda diretamente através da diferenciação da Eq. 2.7 (ZIRIN, 1988), que revela

$$\frac{d\tau_\lambda}{dT} = -k_\lambda \rho \frac{dx}{dT} \quad . \quad (2.8)$$

O comprimento de onda é, portanto, variável de uma LDF mais consistente e diferenças entre LDFs de comprimentos de onda diferentes podem ser apreciadas na Figura 17.

Figura 17 – Ajuste de polinômio de 5º grau aos dados de Pierce e Slaughter (1977) para a intensidade luminosa ao longo de μ .



Fonte: adaptado de Stix (2012).

2.2 OBSERVAÇÕES NO LIMBO SOLAR

As observações de heliossismologia mais empregadas baseiam-se na obtenção de medidas de deslocamento Doppler. Para tal, fotometrias são obtidas em filtros igualmente espaçados em relação a uma linha de absorção do Sol e a diferença destes quadros revela a velocidade de deslocamento no eixo de visada. Entretanto, detectar as oscilações ressonantes através do limbo requer análises a parte do que é feito com o disco solar como um todo. Neste sentido, modelos das variáveis observadas devem ser introduzidos especificamente para esta situação. Os trabalhos mais tradicionais sobre o tema foram aprimorando

os modelos precedentes, sendo o primeiro o modelo de Hill (HILL; ROSENWALD; CAU-DELL, 1978), então o modelo de Buta e Smith (BUTA; SMITH, 1979) e, no final do milênio, o modelo de Toutain (TOUTAIN; BERTHOMIEU; PROVOST, 1999). Hill desenvolveu um modelo para pulsações radiais e não adiabáticas detectadas no limbo. Buta e Smith apresentaram um modelo que previa oscilações não lineares adiabáticas para a estrela variável 53 Persei. Toutain baseou seu trabalho em analogia ao trabalho de Buta e Smith, porém aplicando a abordagem para o Sol, levando em conta oscilações não radiais. Observações de heliosismologia no limbo solar fizeram possível observar flutuações do diâmetro aparente do disco solar ou medindo as variações locais da função de escurecimento de limbo (DEUBNER; GOUGH, 1984b).

2.2.1 Modelo de Toutain e outros

Tomando como partida o modelo de Buta e Smith, Toutain e seus colaboradores desenvolveram o que é, hoje, a teoria mais sólida para modelagem do fenômeno na região do limbo. O modelo determina relações analíticas para variações de luminosidade (intensidade e fluxo) levando em conta a esfericidade das camadas em emissão a partir da formulação lagrangiana e euleriana, comparando os resultados das duas para demonstrar a robustez da abordagem proposta.

Visando desenvolver expressões analíticas para perturbação fotométrica no contínuo visível referente às oscilações ressonantes atuando na região, o trabalho parte da proposição de um Sol perfeitamente esférico, em um sistema de referência definido na Figura 18.

A premissa de esfericidade é suficientemente boa para estrelas de rotação lenta, sendo o Sol um bom exemplo. Logo, toda deformação devido rotação pode ser desprezada. É assumido o centro do Sol no ponto O , com raio R e eixo de rotação Z^* . Definimos o sistema da estrela estático como (X^*, Y^*, Z^*) e o eixo Z indo de O até o observador em (X, Y, Z) , sendo $Z \gg R$ e M_0 a superfície visível para o observador em (R, θ_0, ϕ_0) . Para o observador, M_0 está em Z_0 e N_0 em $-Z_0$, pois a linha P entre M_0 e N_0 apresenta simetria azimutal.

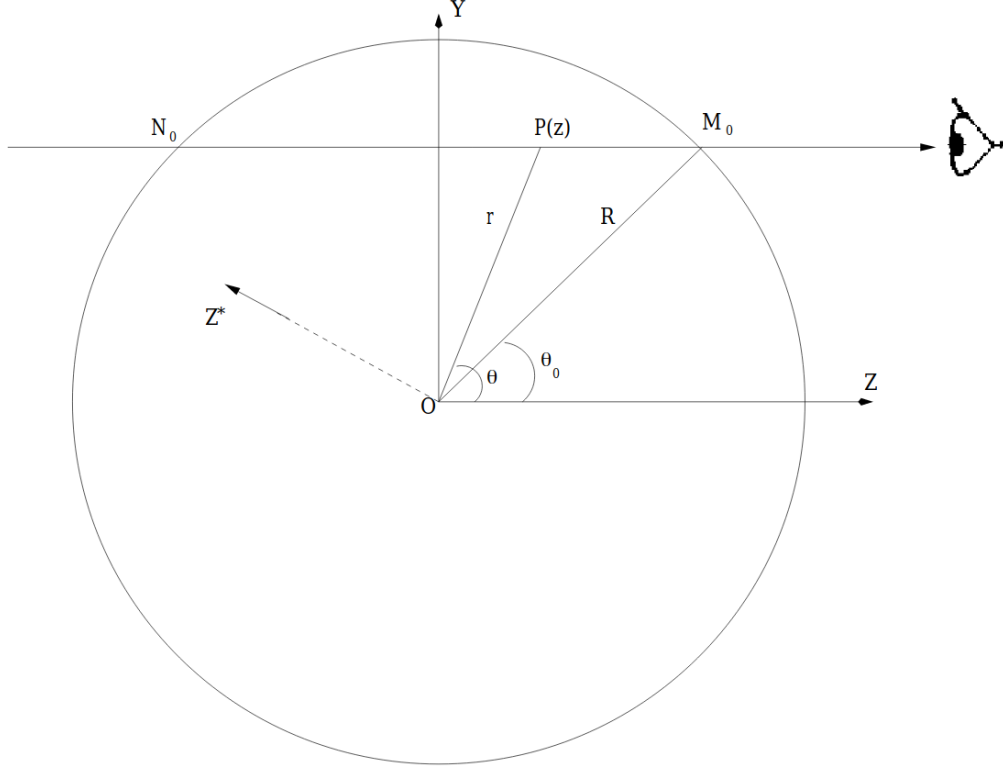
A intensidade emitida em M_0 para o observador ($I_\nu(z)$) é a integração da emissão dos elementos entre M_0 e N_0 na forma

$$I_\nu(z) = \int_{-Z_0}^Z \epsilon_\nu(z) e^{\eta_\nu(z)} dz \quad , \quad (2.9)$$

em que

$$\eta_\nu(z) = \int_z^{Z_0} \alpha_\nu(z) dz \quad , \quad (2.10)$$

Figura 18 – Sistema de referência estático que define o caminho de integração da intensidade emergente. P é o ponto de fuga e z a variável de integração. Z^* é o eixo de rotação e Z é o eixo que liga o centro ao observador. R é o raio da estrela, r a distância do centro ao ponto de fuga P . M_0 e N_0 são os pontos da superfície que são cruzados pela linha de visada. θ a inclinação entre $Z\hat{O}P$, enquanto θ_0 a inclinação de $Z\hat{O}M_0$. O ponto central do Sol é o ponto O .



a profundidade óptica na linha de visada,

$$\alpha_\nu = \kappa_\nu \rho \quad , \quad (2.11)$$

o coeficiente de absorção por volume e η_ν o coeficiente de emissão expresso como

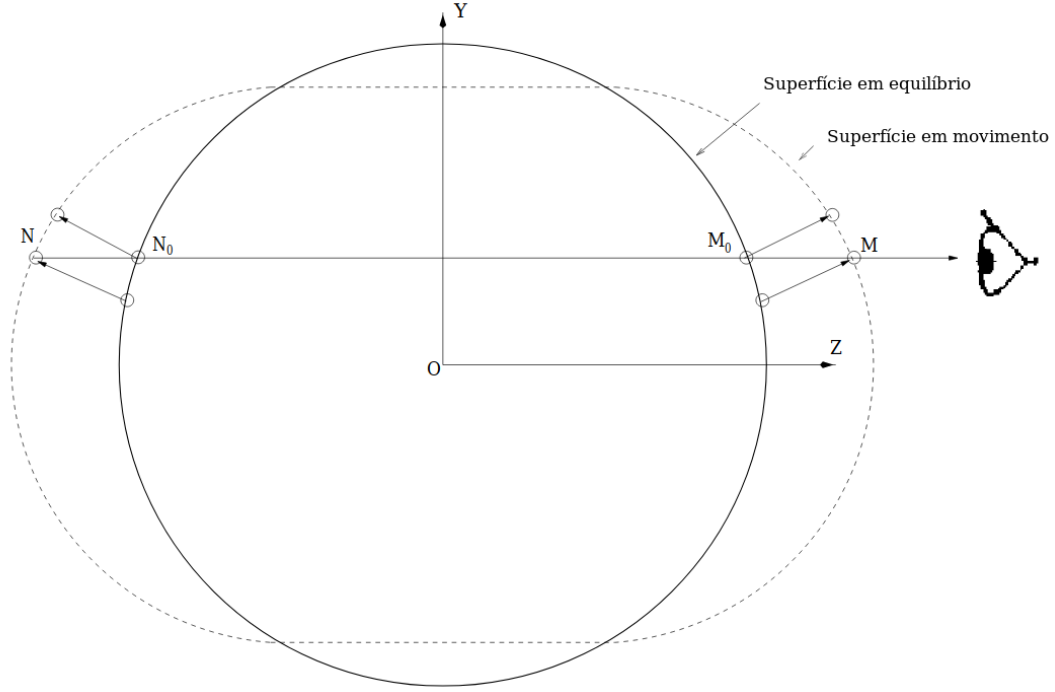
$$\eta_\nu(z) = \alpha_\nu S_\nu \quad . \quad (2.12)$$

Neste ponto, existem dois caminhos para abordar qualquer perturbação: lagrangiana ou euleriana. A abordagem euleriana acompanha as variações de temperatura, pressão e volume do gás em dado ponto (a temperatura, por exemplo, passa a ser $T'(r, t)$). A abordagem lagrangiana analisa as variáveis de estado do gás ionizado como um elemento de massa do fluido ($\delta T(A(r), t)$ seria a variação de um elemento de volume em $A(r)$). A variação do brilho é, por definição,

$$\Delta I_\nu(\mu, \phi, t) = I_\nu(\mu_0, \phi_0, t) - I_\nu^0(\mu_0) \quad , \quad (2.13)$$

em que $I_\nu(\mu_0, \phi_0, t)$ seria o brilho medido e $I_\nu^0(\mu_0)$ o brilho do modelo em equilíbrio. Presumimos uma perturbação pequena o suficiente para não fugir da linearidade das

Figura 19 – Sistema de referência sob perturbação. A linha sólida descreve a superfície em equilíbrio, enquanto a linha tracejada ilustra a superfície em movimento. Quando perturbada, cada elemento de fluido localizado na linha de visada durante o equilíbrio é substituída por elementos de fluido na mesma casca esférica. Neste caso, os elementos fluidos em M_0 e N_0 são substituídos por elementos de M e N , respectivamente.



Fonte: adaptado de Toutain, Berthomieu e Provost (1999).

soluções de equações para todo o modelo de estrutura padrão já definido, podendo observar o novo sistema em escala exagerada na Figura 19.

Ao perturbarmos o sistema, introduzimos dependências temporais às variáveis, como feito em 2.13. Ao perturbarmos através da formulação euleriana, por exemplo, não nos atemos mais a M_0 e N_0 , mas a $M(t)$ e $N(t)$, que são definidos como as interseções entre a linha de visada e a superfície distorcida. Portanto,

$$\Delta Z(M_0) = Z(M) - Z_0 \quad (2.14)$$

e

$$\Delta Z(N_0) = Z(N) + Z_0 \quad (2.15)$$

nos leva à intensidade emergente da estrela perturbada como

$$I_\nu(\mu, \phi, t) = \int_{Z(N)}^{Z(M)} \left[(\epsilon_\nu + \epsilon'_\nu) \exp \left(- \int_z^{Z(M)} (\eta_n u + \eta'_\nu) dz \right) \right] dz \quad , \quad (2.16)$$

que, através da Relação 2.13 com a Equação 2.9, mantendo os termos de primeira ordem, nos permite descrever a perturbação da intensidade emergente da estrela perturbada como

$$\Delta I_\nu(\mu, \phi, t) = I_\nu^a(\mu_0, \phi_0, t) + I_\nu^b(\mu_0, \phi_0, t) + I_\nu^c(\mu_0, \phi_0, t) \quad . \quad (2.17)$$

Neste ponto, já temos o que seria o modelo de Toutain para variação de brilho em posições externas com a abordagem Lagrangiana. A variação do brilho pode ser calculada numericamente a partir de três funções. Ignorando as notações de tempo e frequência para não acumularmos muita informação, podemos analisar os termos um a um. O termo I_ν^a é relativo às variações de estado entre M_0 e N_0 e tem a forma

$$I_\nu^a(\mu_0, \phi_0) \int_{-Z_0}^{Z_0} \left[\frac{\epsilon'}{\epsilon} - \int_z^{Z_0} \alpha' dz \right] \epsilon(z) e^{-\eta} dz \quad . \quad (2.18)$$

O termo I_ν^b corresponde à variação da opacidade por distorção e é relativo à expressão

$$I_\nu^b = -\alpha(Z_0) \Delta Z(M_0) I^0(\mu_0) \quad , \quad (2.19)$$

em que α é referente ao coeficiente de absorção por volume na superfície e $Z(M_0)$ é o deslocamento geométrico de M_0 . Por sua vez, I_ν^c é o termo que descreve a movimentação de matéria e sua forma não comprimida é

$$I_\nu^c = \epsilon(Z_0) \Delta Z(M_0) - \epsilon(-Z_0) \Delta Z(N_0) \exp \left(- \int_{-Z_0}^{Z_0} \eta(z) dz \right) \quad , \quad (2.20)$$

em que o termo dentro da exponencial representa a opacidade total entre M_0 e N_0 .

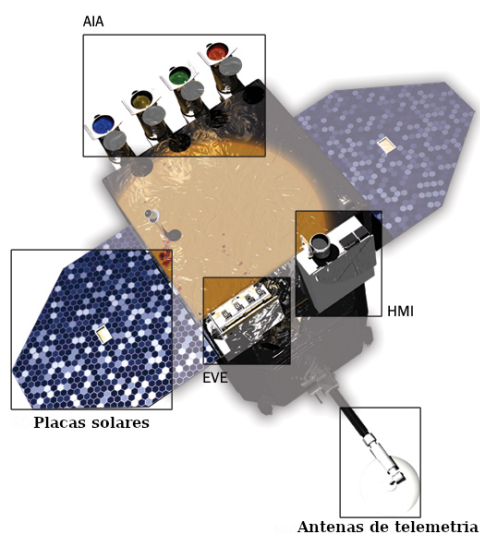
3 **HELIOSEISMIC AND MAGNETIC IMAGER (HMI)**

O *Solar Dynamics Observatory* (SDO), satélite lançado em 2010, entrou em operação no mesmo ano. Este satélite estuda o interior solar aplicando técnicas de heliosismologia, assim como o campo magnético próximo à superfície da estrela. O SDO transmite dados de três instrumentos:

- *Atmospheric Imaging Assembly* (AIA), que coleta dados com quatro telescópios da coroa solar em sete comprimentos de onda diferentes dentro de bandas estreitas no ultra-violeta (LEMEN et al., 2011) e 3 comprimentos de onda no visível com cadência de 10 segundos;
- O *EUV Variability Experiment* (EVE), que aborda as variações espectrais da irradiância solar dentro da banda do ultravioleta extremo (EUV) (EPARVIER et al., 2004);
- O *Helioseismic and Magnetic Imager* (HMI) que obtém Diagrama Doppler de velocidades para análise do desvio Doppler referente a oscilações e atividade magnética na fotosfera.

Todos estes podem ser visualizados na Figura 20 em suas respectivas posições no SDO.

Figura 20 – Telescópio espacial SDO com seus instrumentos científicos indicados: AIA, EUV e HMI.

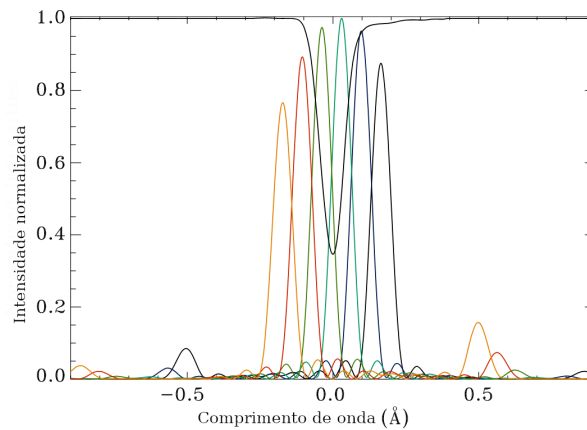


Fonte: NASA (2020).

O satélite faz parte do programa *Living with a star* (Vivendo com uma estrela) da NASA que tem como objetivo desenvolver projetos para melhor entendimento dos efeitos da atividade e do vento solar na vida na Terra e Sistema Solar, assim como os mecanismos que os produzem no Sol e como estes variam.

O HMI foi baseado no seu antecessor de sucesso *Michelson Doppler Imager* (MDI), do satélite SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory*), em funcionamento desde 1995, tendo sua missão sido planejada para apenas 2 anos. O novo instrumento trouxe mais vantagens, como duas câmeras ao invés de uma, com maior resolução espacial e temporal e telemetria mais eficiente, possibilitando envio dos dados com baixo nível de processamento. Isso permite que as reduções de dados sejam feitas e refeitas em solo. O instrumento de sismologia do SDO gera o que se conhece como filtrograma, obtém imagens do disco solar em diversos comprimentos de onda, no caso do HMI são seis diferentes em torno da linha de absorção do Fe I em 6.173 Å. A posição destas linhas pode ser vista no gráfico da Figura 21.

Figura 21 – Em preto a linha de absorção do Fe I (6.173 Å) e em cores os seis comprimentos de onda observados pelo HMI dispostos entre $\pm 172,5$ mÅ em torno da linha central.



Fonte: Schou et al. (2012).

Além do comprimento de onda, as imagens também se diferem entre 6 polarizações que se alternam entre exposições. Para determinar cada tipo de exposição, com mesma frequência e polarização, os quadros são indexados em categorias com um código denominado *Frame Definition Block ID* (FID). Para cada exposição, são 6 comprimentos de onda distintos e 6 polarizações, logo 36 possíveis combinações que distinguem 36 FIDs. Para heliosismologia, a polarização em si não mostra muita relevância, sendo mais especificamente utilizada para atestar fluxo e atividade atmosférica com medidas dos parâmetros de Stokes.

3.1 PACOTE ÓPTICO DO HMI

O pacote óptico do HMI isola todos os instrumentos ópticos e eletrônicos do HMI. Tem sua temperatura mantida pelo *Flight Software* (Software de voo) em 20°C, através de sete aquecedores de operação, dependendo da temperatura desejada para cada modo de operação (sistema desligado, ligado no alvo ou fora, situações de trânsitos, etc). Também contém aquecedores de sobrevivência, ligados direto no sistema de alimentação da nave, para proteger de mudanças de temperatura em caso de falhas. As CCDs têm seus próprios sistemas de resfriamento, que as mantém em temperaturas menores que -50°C, permitindo desprezar as contagens devido à excitação térmica dos *pixels*. Cada CCD tem resolução 4.096 x 4.096 *pixels* com 12 μm de tamanho cada, sendo o ponto de saturação em 200.000 contagens.

Para isolar a luz de cada FID e polarizá-la como desejado, o pacote óptico do HMI conta com diversos elementos ópticos que formam um sistema complexo exposto no diagrama da Figura 22.

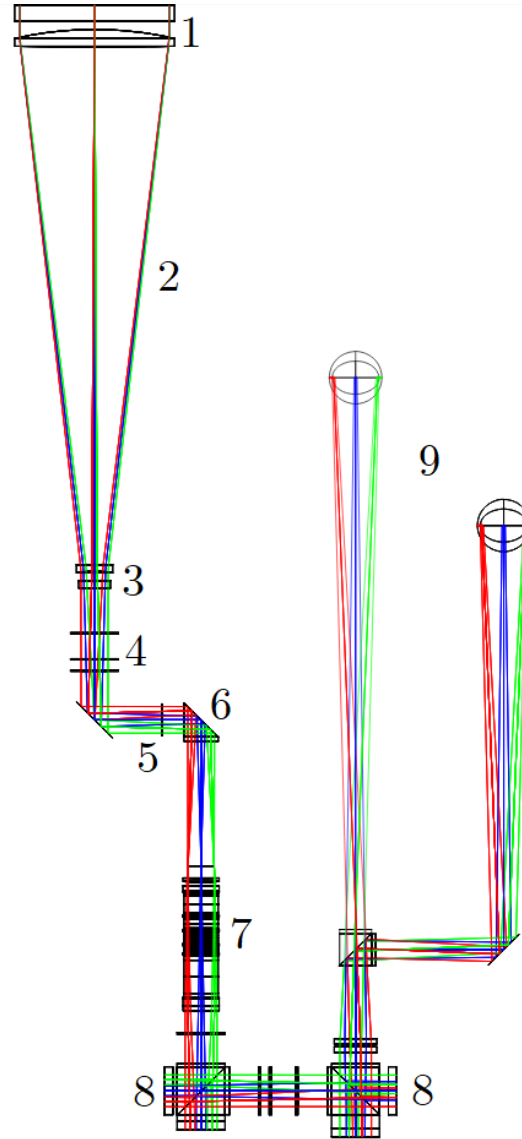
Após entrar no filtro da janela frontal, a luz passa por um telescópio refrator, seletor de foco e uma série de lentes de calibração, seletores de polarização, espelhos semi-transparentes para direcionar luz ao sistema de acompanhamento, a luz então passa pelo filtro de Lyot, e então por dois interferômetros de Michelson. O sistema de filtros permite isolar as linhas estreitas em torno da linha do Fe, como apresentado na Figura 21 antes de se projetarem nas CCDs.

A janela frontal tem como principal função refletir a maior parte da luz incidente antes de ser coletada pelo telescópio interno. O conjunto de espelhos para estabilização e sistema de acompanhamento previnem que a imagem desvie da sua posição projetada devido a flutuações de posicionamento da nave.

3.1.1 Filtro de Lyot

O filtro de Lyot, desenvolvido pelo astrônomo Bernerd Lyot em 1933 e Öhman em 1938, é muito utilizado em observações solares. O objetivo do dispositivo é estreitar as linhas transmitidas, agindo como um monocromador de campo extenso (EVANS, 1949). O filtro de Lyot comum trata-se de conjunto de placas de quartzo birrefringentes, placas de onda dispostas em série e polarizador. A birrefringência se refere ao material que apresenta índices de refração diferentes dependendo da direção de polarização e propagação. Para

Figura 22 – Caminho da luz através dos elementos do pacote óptico do HMI desde a janela frontal até as duas CCDs. Estão dispostos no diagrama: (1) Janela frontal; (2) Telescópio refrator; (3) seletores de foco; (4) seletores de polarização; (5) espelhos de estabilização; (6) espelhos semi-transparentes; (7) filtro de Lyot; (8) Interferômetros de Michelson; (9) CCDs.



Fonte: Schou et al. (2012).

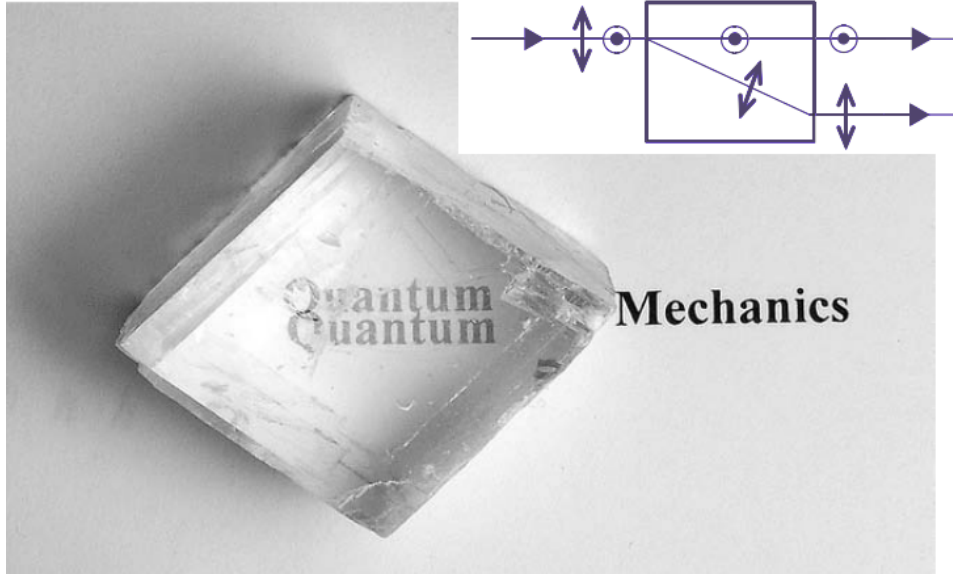
um feixe de luz que combina polarização horizontal e vertical, podemos contemplar o efeito através da Figura 23.

Com o fenômeno, a luz muda de direção, mesmo quando a lei de Snell sugere que não. O que ocorre é a mudança de direção de fluxo de energia, apontado na direção do chamado vetor de Poynting \vec{S} (BECK, 2012), relacionado pela Equação 3.1

$$\vec{S} = \frac{1}{\mu} (\vec{E} \times \vec{B}) \quad , \quad (3.1)$$

em que μ é a permissividade, \vec{E} o campo elétrico e \vec{B} o magnético.

Figura 23 – Refração dupla, ou birrefringência, gerando imagens duplicadas através de bloco de calcita. A trajetória dos raios polarizados horizontalmente (\odot) e verticalmente (\updownarrow) está no diagrama também presente.



Fonte: adaptado de Beck (2012).

Em um filtro de Lyot, todos os polarizadores são posicionados paralelos entre si e todos os cristais dividem o mesmo eixo óptico e são posicionados de maneira que formem ângulo de 45° com os polarizadores. No filtro do HMI, foram utilizadas placas de onda para gerar a interferência dos raios ao invés de polarizadores, salvo o polarizador na entrada do filtro, que possibilita ajustar o sistema como desejado. A espessura do n -ésimo cristal é definida por

$$e_n = 2^{n-1}e \quad , \quad (3.2)$$

em que e é a espessura da primeira placa. Logo, cada uma das placas apresenta metade da espessura da placa anterior.

Após a luz de intensidade A ser linearmente polarizada com um polarizador, esta penetra no primeiro cristal, sendo separada em duas componentes perpendiculares entre si, uma componente ordinária e outra extraordinária, cada uma com amplitude $A/\sqrt{2}$, sendo A a amplitude da onda incidente. Uma das componentes é a vibração elétrica paralela ao eixo óptico, com velocidade c/n_e e a outra componente perpendicular viaja com velocidade c/n_o . Essa diferença de velocidade provém da característica birrefringente do material, uma vez que os índices de refração n_e e n_o são diferentes. Após passarem por um cristal, as componentes terão diferença de fase δ dada por

$$\delta = 2\pi e(n_o - n_e)/\lambda \quad , \quad (3.3)$$

em que λ é o comprimento de onda incidente no vácuo. O próximo polarizador irá transmitir apenas a componente paralela ao seu eixo óptico. A amplitude da onda transmitida

será

$$\frac{A}{2} \cos(\phi + \delta) + \frac{A}{2} \cos(\phi) = A \cos(\delta/2) \cos(\phi + \delta/2) \quad . \quad (3.4)$$

Temos uma oscilação com fase ϕ e desvio $\delta/2$, porém sua amplitude $A' = A \cos(\delta/2)$ é modulada com a variável λ . A intensidade será

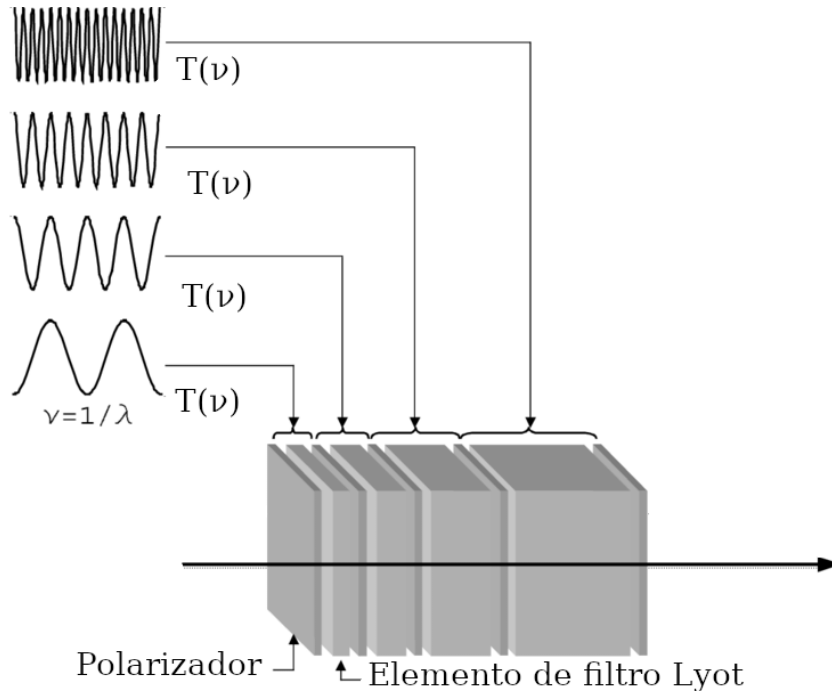
$$I = A^2 \cos^2(\delta/2) \quad , \quad (3.5)$$

com máximo em $\delta = 2k\pi$ e nula em $\delta = (2k - 1)\pi$, em que k é inteiro (STIX, 2012). Para uma série de N placas de quartzo e $(N + 1)$ polarizadores, a transmissão espectral será o produto das funções de transmissão de todas as placas/polarizadores da montagem na forma

$$T(1/\lambda) = \prod_{i=1}^N \cos^2 \left(\frac{i\pi\delta}{\lambda} \right) \quad , \quad (3.6)$$

como no sistema da Figura 24.

Figura 24 – Representação do princípio de operação do filtro de Lyot. Cada gráfico apresenta o perfil de transmissão $T(1/\lambda)$ a cada conjunto quartzo-polarizador.



Fonte: adaptado de Harvey e Fletcher-Holmes (2003).

Neste ponto, é interessante entender que o objetivo do equipamento é gerar um perfil de transmissão estreito (aproximadamente monocromático) e com *Free Spectral Range* (FSR) baixo. O FSR de um filtro é definido como a separação em comprimento de onda entre os picos máximos de transmissão do filtro. Assim, é possível transmitir para os interferômetros de Michelson as linhas como nos perfis da Figura 21 todos juntos. A

FSR para o filtro de Lyot do HMI pode ser calculado como definido por (EVANS, 1949) em

$$\text{FSR} \approx \left| \frac{\lambda^2}{D\Delta n} \left(1 - \frac{\lambda}{\Delta n} \frac{\Delta n}{\lambda} \right)^{-1} \right| . \quad (3.7)$$

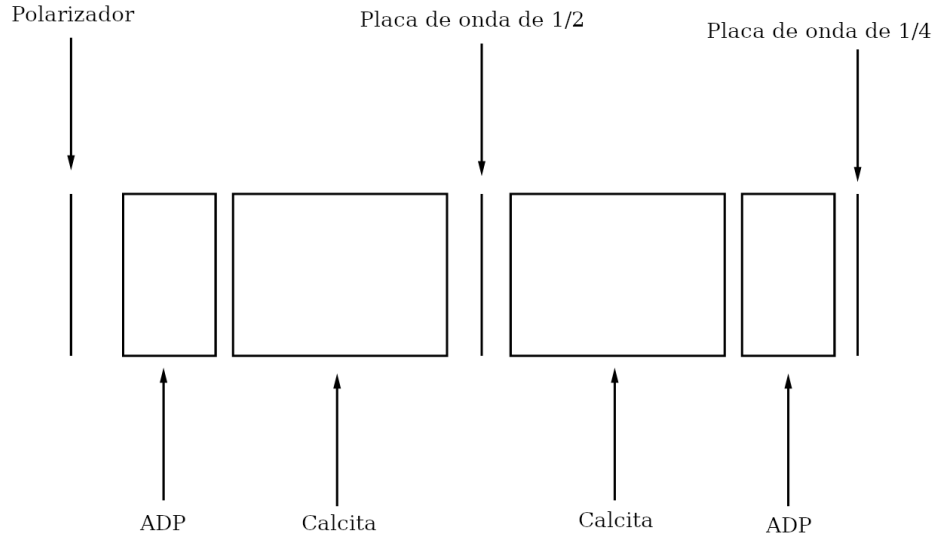
Para transmissão de raios colimados que incidem perfeitamente perpendiculares, têm sua transmissão como

$$T(\lambda, 0) \approx \frac{1 + B \cos(2\pi\lambda/\text{FSR})}{2} , \quad (3.8)$$

em que B é o contraste do elemento e Φ a fase relativa.

No caso do HMI, o filtro de Lyot tem cada elemento sendo composto por nove partes: espaçador de sílica, polarizador, uma placa de fosfato de potássio monobásico (KDP) de fórmula KH_2PO_4 ou $\text{H}_2\text{KO}_4\text{P}$ (NCBI, 2019) ou bifosfato de amônia (ADP) de fórmula $\text{H}_6\text{NO}_4\text{P}$ (CHEBI, 2019), um pedaço de calcita, uma placa de onda de $1/2$, calcita, outra placa de KDP ou ADP, uma placa de onda de $1/4$ e um espaçador de sílica (SCHOU et al., 2012). A disposição das partes do elemento está presente no diagrama da Figura 25.

Figura 25 – Diagrama de um dos elementos do filtro de Lyot presentes no pacote óptico do HMI.

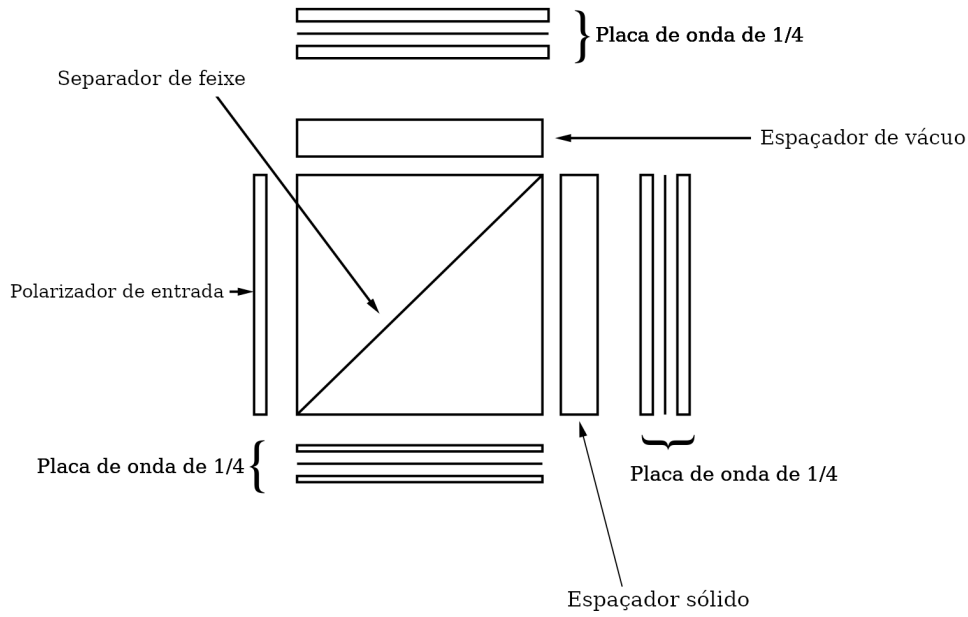


Fonte: adaptado de Couvidat et al. (2012).

3.1.2 Interferômetros de Michelson

O HMI apresenta dois interferômetros de Michelson, um denominado de banda larga (WB) e outro de banda estreita (NB). O diagrama dos interferômetros em maior detalhe está na Figura 26, que diferem somente pelo sentido de fluxo da luz. Entre ambos existe ainda uma placa de onda de $1/2$ para ajuste da interferência para operação.

Figura 26 – Diagrama de um dos interferômetros de Michelson presentes no pacote óptico do HMI.



Fonte: adaptado de Couvidat et al. (2012).

A transmissão T do equipamento leva em conta a diferença do caminho óptico $\Delta(\theta)$, logo o atraso ($\Delta t = \Delta(\theta)/c$), que seria o tempo de separação da fase entre as ondas. $\Delta(\theta)$ pode ser expresso no geral como

$$\Delta(\theta) = 2(n_1 d_1 - n_2 d_2) - \left(\frac{d_1}{n_1} - \frac{d_2}{n_2} \right) \sin^2(\theta) - \left(\frac{d_1}{n_1^3} - \frac{d_2}{n_2^3} \right) \frac{\sin^4(\theta)}{4} - \left(\frac{d_1}{n_1^5} - \frac{d_2}{n_2^5} \right) \frac{\sin^6(\theta)}{8} \quad (3.9)$$

em que n_1 e n_2 são os índices de refração respectivamente da perna sólida e perna de vácuo e d_1 e d_2 são seus tamanhos. Na condição imposta de campo amplo, devemos ter $d_1/n_1 = d_2/n_2$, portanto o termo de $\sin^2(\theta)$ é cancelado e teremos

$$\Delta(\theta) = 2(n_1 d_1 - n_2 d_2) - \left(\frac{d_1}{n_1^3} - \frac{d_2}{n_2^3} \right) \frac{\sin^4(\theta)}{4} - \left(\frac{d_1}{n_1^5} - \frac{d_2}{n_2^5} \right) \frac{\sin^6(\theta)}{8} \quad (3.10)$$

O perfil de transmissão do interferômetro de Michelson ajustável e com $\theta = 0$ será dado

por

$$T(\lambda, 0) \approx \cos^2 \left(\pi \frac{\Delta(\theta)}{\lambda} + 2\phi \right) = \frac{1 + \cos(2\pi \frac{\Delta(\theta)}{\lambda} + 4\phi)}{2} \quad , \quad (3.11)$$

em que ϕ é a fase de ajuste. Entretanto, os interferômetros do HMI apresentam imperfeições (p. ex. coeficientes de transmissão e reflexão do divisor de feixe menores que um, retardâncias das placas de onda não exatas e mal alinhamento das placas de onda). No HMI, o pico das transmitâncias de ambos os interferômetros de Michelson devem coincidir para $\phi_{NB} = 2\phi_{WB}$, pois FSR nominal do Michelson WB (344 Å) é o dobro do Michelson NB (172 Å). Para escolher o comprimento de onda central transmitido, o ajuste de ângulo da placa de onda de 1/2 é feito de acordo com

$$\delta\lambda = \frac{FSR}{\pi} 2\delta\phi \quad , \quad (3.12)$$

em que $\delta\lambda$ é a mudança do comprimento de onda central do perfil de transmissão e $\delta\phi$ é o ângulo de ajuste de placa de onda de 1/2. Na prática, os interferômetros de Michelson funcionam como monocromadores ajustáveis (STIX, 2012), capazes de transmitir pequenas bandas selecionadas a partir do perfil de transmissão do interferômetro de Lyot (Eq. 3.5). A operação do instrumento requer, portanto, ajustes conjuntos dos interferômetros de Michelson e filtro de Lyot (COUVIDAT et al., 2012).

3.2 DADOS DO HMI

O produto final obtido e transmitido pelo satélite são imagens 4k x 4k do Sol para cada FID, com cadência de 45 segundos e cálculo completo dos parâmetros de Stokes com cadência de 720 segundos, sendo exposições feitas a cada 1,25 segundos. Tempo este em que ocorrem os processos de ajuste mecânico dos instrumentos ópticos (seletores de polarização, de comprimento de onda e ajuste do foco), descarga da CCD e início da exposição, abertura do obturador e leitura eletrônica dos dados. Cada câmera tem uma caixa eletrônica para leitura dos dados de cada exposição com capacidade de 2 Mpixels s⁻¹ em cada quadrante. Os dados obtidos são transmitidos como imagens FITS (*Flexible Image Transport System*) para o *Joint Science Operations Center* (JSOC), em Stanford, composto por JSOC *Instrument Operations Center* (IOC), *Science Data Processing* (SDP) e *AIA Visualization Center* (AVC). Estas instituições executam as funções necessárias para andamento do projeto do SDO, sendo o controle da nave e instrumentos gerida pela IOC, o processamento dos dados e a disponibilização ao público pelo SDP e o AVC responsável pelo monitoramento de atividade da atmosfera. O JSOC-SDP provê ferramentas digitais para acesso aos dados dos instrumentos do SDO, assim como os produtos básicos obtidos do processamento dos dados registrados. O processamento de dados do HMI é feito

através de um “*pipeline*”, levando as informações de filtrogramas observados a produtos científicos básicos (observáveis) com diversas simetrias e aplicações, assim como mapas de fluxo. Os *pipelines* são processados na base de dados do SDP, em *Stanford University*, em diversos passos com algoritmos específicos. Mais de 45.000 séries de dados diferentes estão disponíveis ao acesso público através da plataforma *online* do JSOC (JSOC, 2019), sendo cada série de dados referida como um nome distinto (*dataseries*). Cada série de dados provê um conjunto de valores de diversas observáveis referente a cada registro processado - não necessariamente todos os registros obtidos pelo satélite. Podemos ter, portanto valores para raio solar em determinado FID, posição do pólo norte solar na CCD, tempo de exposição do registro ou horário de observação. Cada tipo de observável é denominada *keyword* e cada tipo de série de dados irá dar acesso às *keywords* pertinentes.

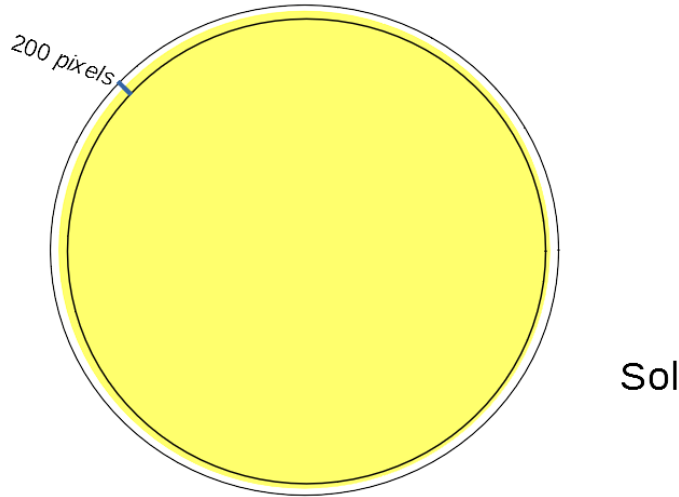
4 METODOLOGIA

Este trabalho traz análises de dados obtidos pelo HMI. A série de dados utilizada é “*limbfit*” e está parcialmente disponível na plataforma JSOC¹. O *pipeline* desta série de dados utiliza as imagens de cada FID para obter ajustes de LDF em 256 posições ao longo do limbo solar. Cada ajuste é realizado com dois parâmetros, o que faz o método empregado nos ajustes deste conjunto de dados consistir em reduzir a série de dados de cada FID em duas funções $\alpha(\theta, t)$ e $\beta(\theta, t)$, a linearização indicada na Equação 4.1 sobre os valores de brilho ao longo de retas de 200 *pixels* cada que cruzam radialmente uma coroa circular (*annulus*) em 256 posições no limbo na borda do disco solar. A função de ajuste no caso é

$$L(r, \theta) = L_0[1 - \alpha(\theta)][r - \beta(\theta)] \quad . \quad (4.1)$$

A título de exemplo, a Figura 27 demonstra distribuição de uma destas retas no limbo.

Figura 27 – Esquemática da posição das retas de ajuste do *pipeline limbfit* em torno do disco solar. O *annulus* está demarcado pelos círculos em preto que circundam o disco do Sol. Sua grossura é de 200 *pixels* em cada imagem e as 256 retas traçadas para ajuste estariam igualmente espaçadas entre si.



Fonte: o autor.

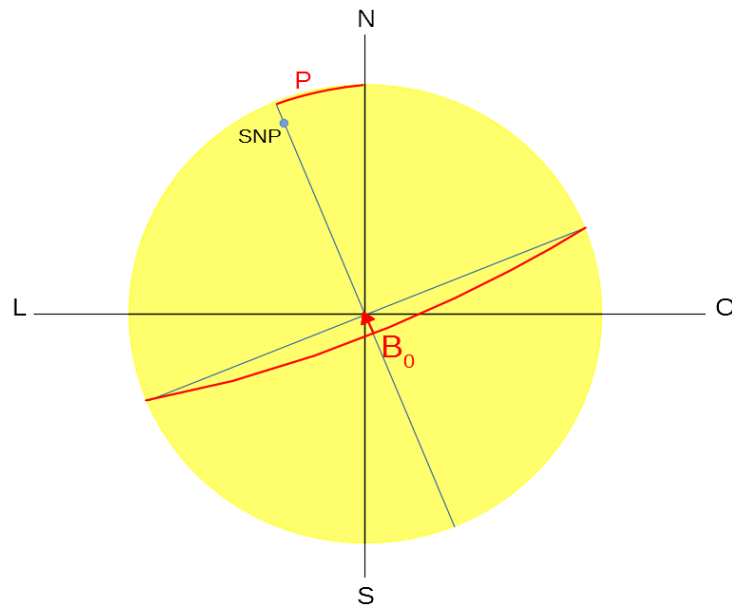
Portanto, $\alpha(\theta)$ e $\beta(\theta)$ são parâmetros do ajuste para o limbo em cada imagem e L_0 é o brilho médio de todas as funções de ajuste. Cada um dos ajustes em $i = 1, 2, \dots, 256$

¹ A série de dados foi agregada ao *pipeline* do JSOC a partir do projeto de pesquisa *Using microarcsecond solar astrometry to reveal the Sun's atmosphere and interior structure* de autoria de Jeff Kuhn, *University of Hawaii System*, 2012.

apresentará oscilações em relação à uma LDF média, sendo α o parâmetro que indica o deslocamento de brilho e β indica o deslocamento de posição do ajuste à média.

Com o intuito de obter modelos de estrutura solar com dados de heliosismologia, o processo usual requer obtenção prévia de uma lista das frequências que são picos de potência no diagrama de Fourier para diferentes graus l de oscilação. Neste trabalho, discutiremos o desenvolvimento destas listas a partir dos dados do *limbfit*. Partindo de α ou β , um processo de obtenção das frequências inicia-se calculando a média aritmética dos dados e interpolando valores no tempo, onde há lacunas de dados ausentes (exposições consideradas ruins pelo algoritmo do *pipeline* ou não realizadas pelo HMI). Após isso, efetua-se a transformada de Fourier e é adotada a parte real da transformada para trabalhar nos ajustes. Com as transformadas de Fourier, separam-se as funções que descrevem a potência do diagrama de cada modo de oscilação e são realizados ajustes com funções lorentzianas para identificar as posições em frequência dos picos de potência, assim como sua forma (altura e largura). Entretanto, a posição aparente do equador solar oscila ao longo do ano do ponto de vista do satélite SDO. Portanto, a latitude entre o plano equatorial solar e o centro do disco solar é apresentado na Figura 28, define o ângulo B_0 que oscila entre $\pm 7,23^\circ$ ²

Figura 28 – Coordenadas heliográficas. B_0 é a latitude entre o plano equatorial solar e o centro do disco solar, P o ângulo de posição entre o pólo norte rotacional solar e o pólo norte geográfico projetado no disco.



Fonte: o autor.

² GONG Data Managment and Analysis Center. *Definitions of solar coordinates*. 2020. Disponível em: < https://gong.nso.edu/data/DMAC_documentation/Vmbical/Solar_coord_defined.html >. Acesso em: 06 Julho. 2020.

Este movimento causa uma oscilação na posição das franjas no diagrama ao longo do eixo do grau l - autovalor espacial -, uma vez que o equipamento observa o limbo de diferentes pontos do Sol ao longo do ano. Este efeito já foi identificado (CUNNYNGHAM et al., 2017) neste conjunto de dados e deve sempre apresentar variações de natureza suave e periódica entre transformadas de Fourier espaciais das variáveis α ou β . A posição dos picos oscila em torno de um valor médio anual. Neste trabalho, aferimos e compensamos numericamente o movimento do equador solar visto pelo satélite e apresentamos os efeitos atestados nos modos de oscilação. Desta forma, pretendemos melhorar o sinal para os ajustes lorentzianos empregados, uma vez que o movimento potencialmente dispersa o sinal dos modos, aumentando a superposição dos mesmos no espectro de Fourier. Essa superposição já ocorre naturalmente para graus l e frequências mais altas.

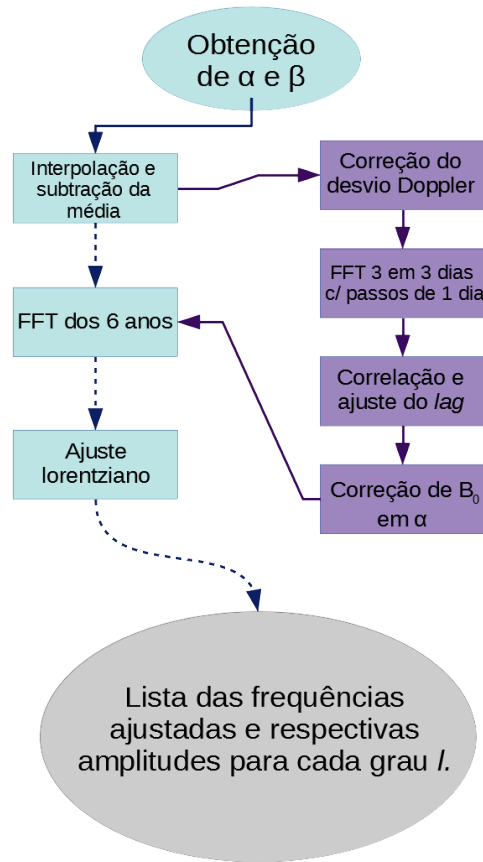
Propomos portanto, novas etapas no procedimento antes de realizar os ajustes. As etapas dos processos envolvidos que nos levam das tabelas de α ou β à lista de frequências ajustadas é apresentado no esquema da Figura 29, em que estão em roxo as etapas para correção do sinal e, em azul, estão as etapas genéricas sem a correção proposta.

Para obter os dados de α do HMI, acessamos os registros da série de dados *limbfit* através da base de dados do *University of Hawaii System*³. Os dados consistiam das tabelas de α dos 256 ajustes no limbo para mais de seis anos a partir da meia noite de 24 de Julho de 2012, com 4.145.419 exposições (uma a cada 45 segundos, salvo o caso de exposições ruins), como descrito através da Eq. 4.1 para o FID 10158. Este FID se refere à banda em +172mÅ (linha preta da Figura 21, próximo da asa da linha de absorção do Fe I) em relação à linha do Ferro (6.173Å) sob a polarização I+V. Os quadros deste FID foram todos observados utilizando a câmera 2. Além dos registros em si, uma tabela com os horários de aquisição de cada registro também foi obtida. Todos os registros de velocidade radial do satélite (velocidade relativa ao Sol) foram obtidos a partir da plataforma JSOC para o período que os dados estão presentes, sendo cada registro referente à medida de velocidade e seu horário e data de aferimento.

Os procedimentos numéricos e testes do algoritmos foram todos realizados através da plataforma IDL (*Interactive Data Language*) ou, no caso de ajustes de sinais senoidais, com o Period04 (LENZ; BREGER, 2005).

³ com acesso obtido por comunicação pessoal (e-mail) com Dr. Ian Cunnyngnam. título: limbdata [Internet]. mensagem para: Marcelo Emilio. 13/03/19.

Figura 29 – Esquemática dos algoritmos empregados no processo de extração das frequências de oscilações das tabelas de dados α e β . Em azul, o procedimento sem correção da contribuição do ângulo B_0 e, em roxo, as etapas que devem ser empregadas para compensação do movimento.



Fonte: o autor.

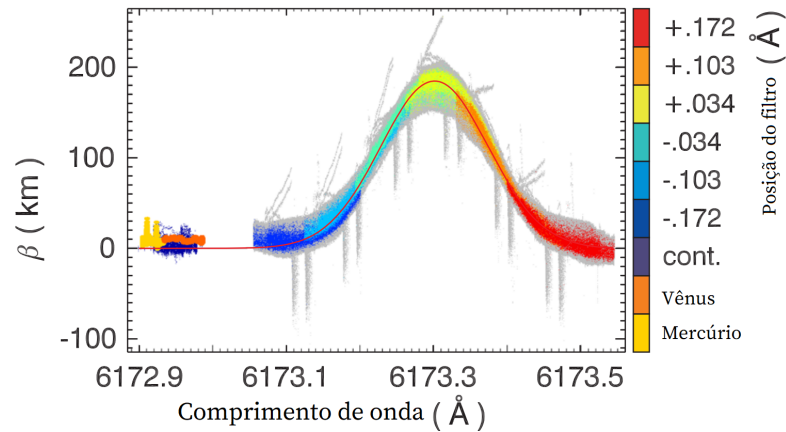
4.1 DESVIO DOPPLER

O movimento relativo do satélite em relação ao Sol causa uma oscilação de posição da linha de absorção do Fe I devido ao efeito Doppler. Ao longo do ano, os valores de intensidade aferidos com os filtros do HMI vão mudando devido a esse fenômeno. Portanto, os fótons que chegam ao satélite não são medidos necessariamente na mesma frequência de quando foram emitidos (no mesmo referencial do Sol), como pode ser observado na Figura 30.

Para compensação deste fenômeno nos dados, efetuamos um ajuste com o algoritmo MPFITPEAK⁴ (MARKWARDT, 2009) e o subtraímos do sinal original - baseado

⁴ para detalhes da rotina MPFITPEAK.pro aplicada no IDL, visitar <<https://pages.physics.wisc.edu/~craigm/idl/fitting.html>>.

Figura 30 – Medidas do parâmetro β ao longo do comprimento de onda observado ao longo de três anos e meio. Cada filtro do HMI está relacionado a uma cor, que representa seu posicionamento em relação ao centro da linha de emissão. É possível observar que os filtros alteram seus valores em relação ao comprimento de onda em razão do desvio Doppler. Medidas dos trânsitos de Vênus e Mercúrio também estão representados. A linha vermelha descreve um ajuste gaussiano aos pontos de todos os FIDs.



Fonte: adaptado de Cunyningham et al. (2017).

na Equação 4.2 -, normalizando os dados de maneira que o fenômeno não interfira nas transformadas.

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \quad , \quad (4.2)$$

em que v é a velocidade radial da nave e λ é o comprimento de onda do FID 10158 (6.173-0,172 Å).

Para correção de lacunas na série de dados, os horários de cada registro foram utilizados para interpolar os valores da série de dados não presentes (não obtidos, não processados ou referentes a uma exposição ruim) através de uma rotina de interpolação linear, traçando retas entre os pontos de controle nas bordas da lacuna para inferir os valores faltantes. As posições em que a diferença de uma exposição e outra eram maiores que a cadência do equipamento foram o parâmetro utilizado para definir onde seriam feitas as interpolações. Realizamos no total 109.717 interpolações no tempo (cada uma interpolando os 256 valores de α diferentes). Esta etapa é necessária para não gerar discontinuidades no sinal e quebra na cadência da série. Foram realizadas interpolações com funções base lineares, quadráticas e *spline*.

Efetuamos uma FFT (*Fast Fourier transform*)⁵ de α nesta etapa para nos permitir apreciar visualmente a presença e posição das franjas em relação a ajustes do projeto GONG (HARVEY et al., 1996) de heliossismologia global apresentada na Figura 38. A partir desta FFT, também foi traçado o gráfico em linha do logaritmo da potência ao longo de $l=64$, onde devem estar presentes picos de oscilações de 5 minutos apresentado

⁵ para detalhes da rotina FFT aplicada no IDL, visitar <<https://www.harrisgeospatial.com/docs/FFT.html>>.

na Figura 39. Neste l, a potência dos modos não é a de maior intensidade esperada. A FFT do cubo de dados todo, ainda sem nenhuma correção referente ao ângulo B_0 , será objeto de ajustes lorentzianos, apresentando os picos de controle dos modos para comparação neste estudo.

4.2 ÂNGULO B NOS DADOS

Tendo as lacunas de α corrigidas, foi possível fazer a busca para identificar o sinal do ângulo B_0 . O algoritmo para identificação do sinal do ângulo B_0 nos dados baseou-se na comparação de transformadas em diferentes datas (FFT de prova) com a dos primeiros 3 dias (FFT de controle). A partir da série de dados interpolada, foram selecionadas janelas de 3 dias de dados com passos de 1 dia, retirada a média aritmética das matrizes e, então, calculado as FFT para as dimensões de tempo e posição no limbo. Neste ponto, foi feito uso da rotina `C_CORRELATE`⁶ para cálculo do deslocamento em *bins* entre a máxima correlação das transformadas de prova e o de controle. Este processo foi realizado com 2.000 dias de dados. O procedimento apresenta como saída apenas uma função *lag*, que representa a correlação ao longo do movimento destas transformadas sobre a de referência no espaço de l (sob o eixo do modo espacial). Como os passos para cálculo da correlação são feitos com números inteiros, foi necessário um ajuste de parábola com os três pontos centrais do máximo para obter os valores da posição de maior correlação com a precisão desejada.

O sinal obtido foi ajustado com uma função do tipo seno, através do software de análise de séries temporais *Period04* na forma

$$lag_{m\acute{a}x}(t) = Z + \sum_i A_i \sin(2\pi(\Omega_i t + \Phi_i)) \quad , \quad (4.3)$$

em que $lag(t)$ é a função numérica medida para evolução de B_0 , Z a média dos valores, A_i , Ω_i e Φ_i a amplitude, frequência e fase da i -ésima função presente no sinal, respectivamente. Valores que estavam além de 1 desvio padrão da média do conjunto de dados não foram considerados para ajuste.

Para correção da contribuição do ângulo B_0 nos picos de potência da FFT de α , foi feito uso da propriedade de transformada de Fourier para deslocamento de frequência. O procedimento se tratou de multiplicar cada coluna de tempo de dados de α por um elemento exponencial complexo que compensaria o movimento de sua FFT utilizando os

⁶ para detalhes da rotina `C_CORRELATE` aplicada no IDL, visitar https://www.harrisgeospatial.com/docs/C_CORRELATE.html.

parâmetros já obtidos e ajustados para *lag* (fase, frequência e amplitude do sinal).

$$\alpha_{cor}[\theta, t] = \alpha[\theta, t] \times \exp(i\sigma), \quad \sigma = -2\pi \frac{\theta + lag(t)}{N} \quad (4.4)$$

em que θ é a posição no disco solar sob o limbo e N o número de pontos totais (256).

4.3 AJUSTES LORENTZIANOS

Com os dados corrigidos, realizamos o processo de ajuste dos modos presentes na amplitude do módulo da FFT a partir de posições de referência de ajustes conhecidos, obtidos com dados do projeto GONG (HARVEY et al., 1996). O algoritmo para ajuste utilizado foi o *MPFITPEAK*, desenvolvido em IDL, fazendo uso de curva lorentziana. O procedimento consistiu em selecionar as janelas de dados em torno do ajuste da literatura para modos com $m = 0$ para detecção do pico e um novo ajuste utilizando como parâmetros iniciais os obtidos do ajuste primário para caracterização completa utilizando uma janela centrada no pico detectado. O resultado destes ajustes é a Tabela 4 de saída de parâmetros das curvas com altura, posição, meia-largura-a-meia-altura, intensidade do contínuo no ajuste e coeficiente angular de crescimento do contínuo na janela do ajuste para cada modo detectado.

Com esses parâmetros dos ajustes, foram desenvolvidos gráficos para comparação e apresentação dos efeitos da correção proposta no trabalho. Os seguintes gráficos foram feitos: gráfico de linha da amplitude dos ajustes ao longo da frequência. Da diferença entre a posição do pico ajustada e a posição dos picos do trabalho de Harvey et al. (1996), um gráfico em frequência e outro em grau l . Um gráfico da mediana da largura-a-meia-altura dos modos ajustados de mesmo grau l de $l = 0$ a $l = 75$. Gráfico da largura-a-meia-altura ao longo da frequência. Gráfico do logaritmo da largura-a-meia-altura ao longo da frequência para $l = 20$, em comparação com os resultados apresentados na trabalho de Libbrecht (1988). Também um gráfico análogo ao anterior, mas dos modos de $l = 0$ a $l = 3$ para comparação com o trabalho de Chaplin et al. (1997). Também foram feitas FFTs dos modos ajustados com e sem correção do ângulo B em cores. Um caso a cor representando o contraste da amplitude dos modos, em outro representa a dinâmica da largura-a-meia-altura, e no último as cores mostram a diferença de posição em μHz dos ajustes para com as medidas da literatura.

4.4 MODELO DO RUÍDO DE FUNDO

Nessa seção, descrevemos como estimamos o ruído de fundo do espectro de potência obtido com a luminosidade do limbo solar. Utilizamos o modelo de Harvey et al. (1993), que consiste em três componentes não periódicas, duas componentes periódicas e ruído branco instrumental.

As componentes não periódicas têm a forma:

$$P(\nu) = \frac{A}{1 + (2\pi\nu p_0)^b} \quad , \quad (4.5)$$

que corresponde a uma função de autocorrelação com decaimento exponencial e tempo característico p_0 e $-2/b$ é a taxa de decaimento com o tempo. As componentes periódicas têm a forma:

$$P(\nu) = A \left(\frac{\nu}{\nu_0} \right)^c \left(\frac{\Gamma^2}{(\nu - \nu_0)^2 + \Gamma^2} \right)^b \quad , \quad (4.6)$$

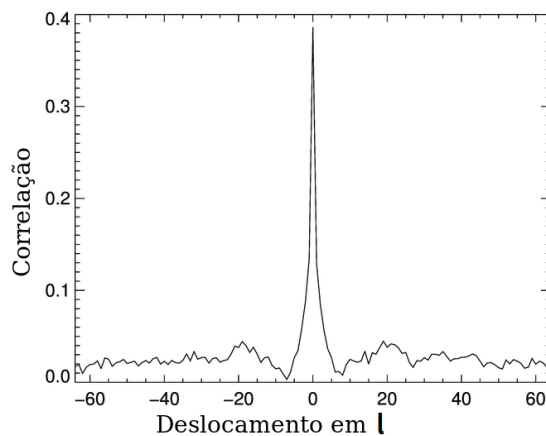
a equação é parecida com uma função lorentziana com taxa de decaimento b , frequência central ν , Amplitude A , tendência de frequência c e largura Γ . O ajuste foi realizado utilizando a rotina MPFITFUN do IDL, mantendo fixo o valor de c e reduzindo a faixa de variação de b e Γ . Demais parâmetros podendo variar livremente.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 ÂNGULO B NOS DADOS

A Figura 31 apresenta os valores de correlação para deslocamento entre FFTs de dias diferentes.

Figura 31 – Perfil da primeira correlação cruzada entre FFTs de dois dias distintos ao longo do eixo l da parte real. O ajuste de parábola empregado revela como ponto máximo da função a posição 0,10332081 para este dia. A correlação ao longo do ano oscila entre valores de 0,4 a 0,15.



Fonte: o autor.

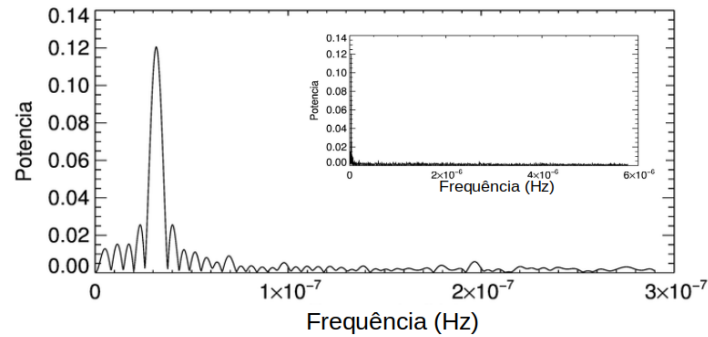
O *lag* de cada um dos dias comparados teve a posição do seu valor máximo ajustado com uma parábola e o resultado foi uma série temporal de lag para 2.000 dias consecutivos. O ajuste deste sinal realizado no *Period04* resultou da transformada de Fourier elaborada através do software com passo de cálculo numérico $\approx 3 \times 10^{-10}$, e presente na Figura 32

O ajuste senoidal obtido está exposto na Figura 33a com todos os 2.000 dias calculados, juntamente com a apresentação dos valores filtrados acima de 1σ (Figura 33b).

Os parâmetros de ajuste obtidos com o *Period04* estão expostos na tabela 2.

O período encontrado difere do tempo de um ano sideral (365 dias, 6h:09:9,76s) em apenas 11,24 segundos, demonstrando alta coerência com o valor esperado. O movimento do satélite em órbita da Terra, com período de 0,9973 dias, não corrobora significativamente com o sinal a ponto de ser perceptível, uma vez que o satélite acompanha a

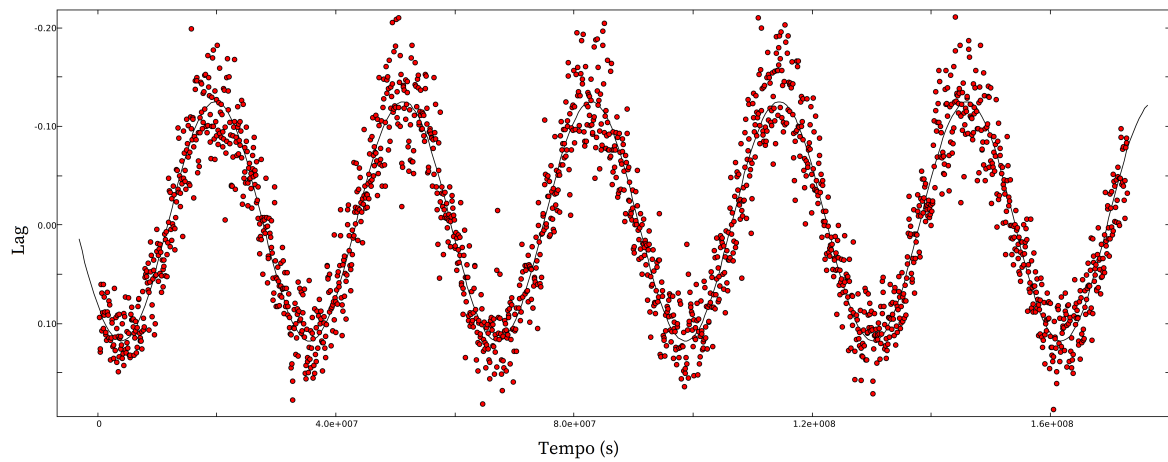
Figura 32 – Transformada de Fourier da função *lag* obtida numericamente através de correlação cruzada. O gráfico interno apresenta o cálculo do espaço completo das frequências, enquanto o gráfico que o compreende contém seus primeiros mil pontos, contendo o único pico detectado pelo método.



Fonte: o autor.

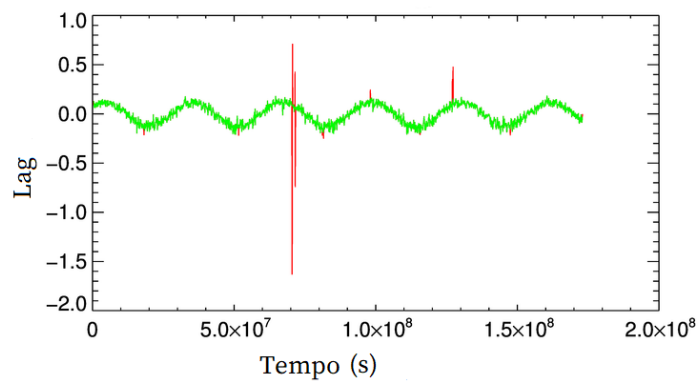
Figura 33 – Evolução do deslocamento da correlação máxima entre as transformadas de referência e de outros 2.000 dias ($\approx 5,5$ anos), já com um ajuste senoidal.

(a) Sinal do *lag* entre as FFTs filtradas e com ajuste.



Fonte: o autor.

(b) Filtro dos valores de *lag* obtidos com o algoritmo C_CORRELATE dos diagramas.



Fonte: o autor.

Tabela 2 – Parâmetros de ajuste da função *lag* obtidos com o *Period04*. A dispersão do ajuste obtidas foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados.

	parâmetros do ajuste	Valores de referência	Desvio
Amplitude	$6,95^\circ \pm 0,05^\circ$	$7,23^\circ$	$0,28^\circ$
Período	$365 \text{ dias, } 6\text{h}:09\text{min}:21\text{s} \pm 0,8\text{s}$	$365 \text{ dias, } 6\text{h}:09\text{min}:9,76\text{s}$	$11,24\text{s}$

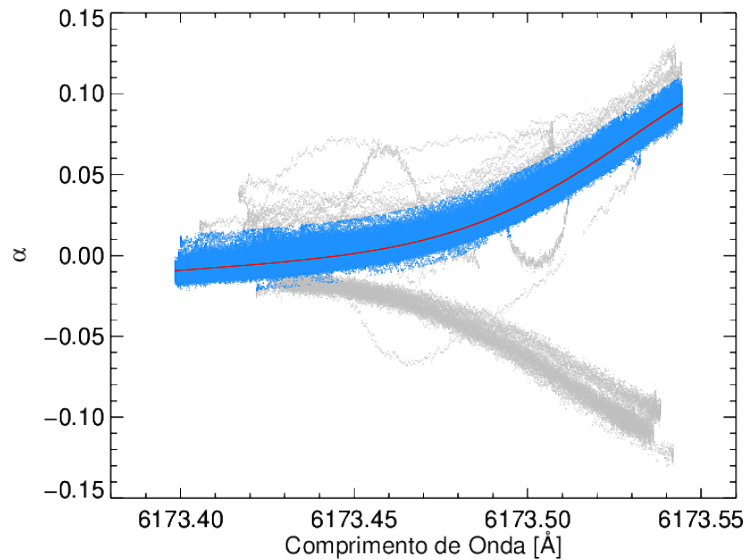
Fonte: o autor

órbita da Terra em torno do Sol. Portanto, o ajuste com um seno apenas demonstra ser o caminho mais adequado. A medida de amplitude do sinal condiz com a amplitude de pico do ângulo B_0 médio de $\pm 0,1262 \text{ rad}$ ($\pm 7,23^\circ$), diferindo em menos de 5 mrad.

5.2 DESVIO DOPPLER

A Figura 34 apresenta todos os pontos de α ao longo do comprimento de onda, assim como os pontos usados no ajuste para normalização desta curva e seu ajuste.

Figura 34 – Medidas de α ao longo do comprimento de onda. Em azul, os pontos usados para realizar o ajuste representado em vermelho. A intensidade de α de todas as posições no limbo de Julho de 2012 ao de 2018.

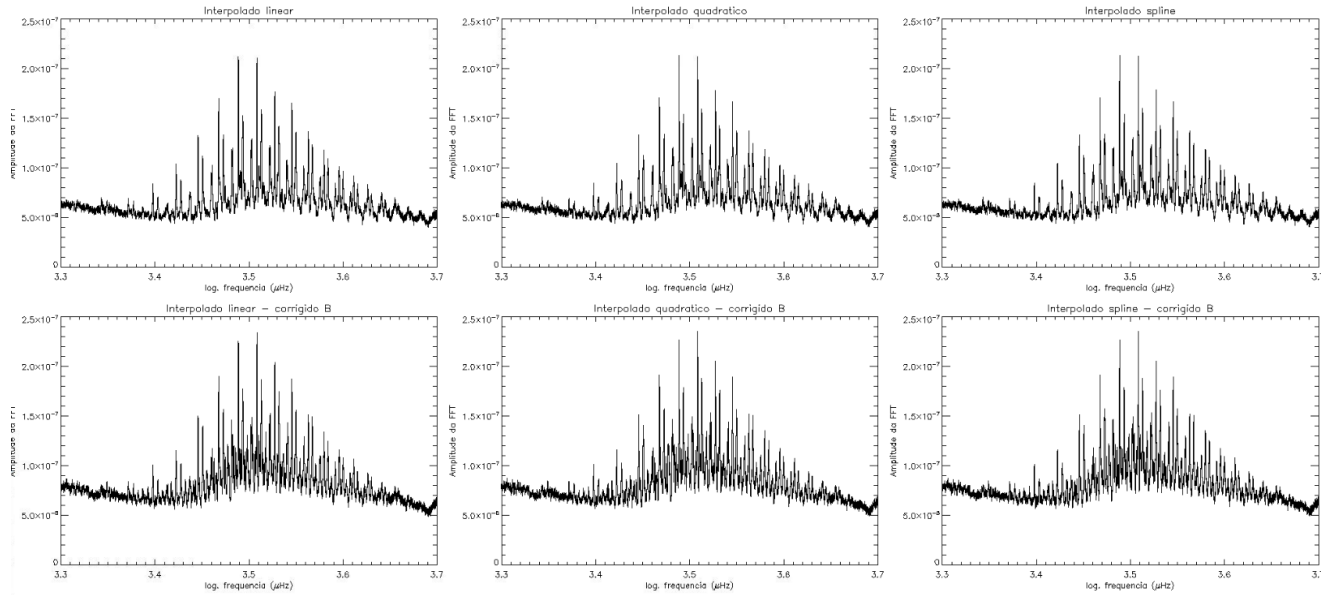


Fonte: o autor.

5.3 INTERPOLAÇÕES EM α

Para comparação entre as interpolações, a Figura 35 apresenta as transformadas em $l = 20$ para uma faixa mais estreita e intensa nos modos p com as FFTs das interpolações realizadas e suas FFTs corrigidas.

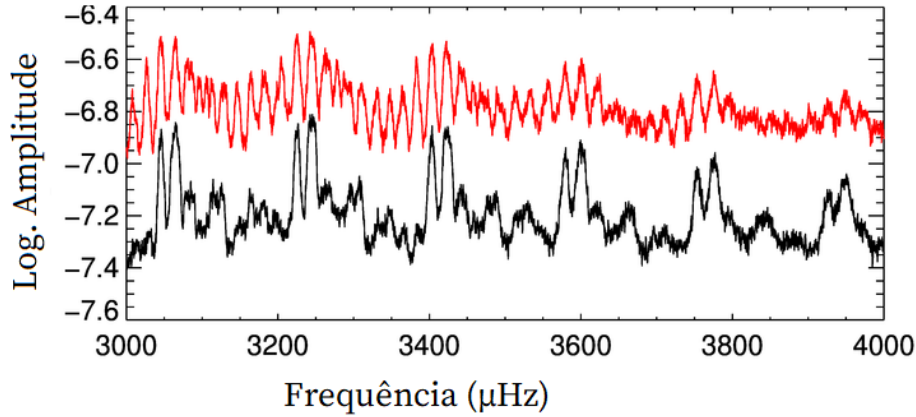
Figura 35 – Comparação das transformadas com e sem correção de B_0 para $l = 20$. A curva foi suavizada com uma média local de 300 pontos. Na primeira linha, da esquerda para direita: FFT da interpolação linear, FFT da interpolação quadrática, da *spline* e, na segunda linha, suas respectivas transformadas das correções.



Fonte: o autor.

Para comparação com maior resolução entre as transformadas, a Figura 36 apresenta a transformada em $l = 50$ para uma faixa mais estreita e intensa nos modos p .

Figura 36 – Comparação dos picos das transformadas com e sem correção de B_0 para $l = 50$. A curva foi suavizada com uma média local de 200 pontos. Em preto, FFT do α original e, em vermelho, a FFT de α_{cor} .



Fonte: o autor.

É possível notar primeiramente que as transformadas dos dados corrigidos apresentam maior amplitude na região. É também possível distinguir com maior facilidade picos de amplitude menor, indicando melhor resolução na frequência, o que proporciona definir mais facilmente os picos e ajustá-los. Não havendo clara distinção entre as interpolações, foram utilizados os dados interpolados linearmente, tanto a FFT de controle quanto a FFT corrigida, nos ajustes lorentzianos.

5.4 DIAGRAMAS DE POTÊNCIA

O logaritmo do valor absoluto do espectro de potência da parte positiva das frequências temporais e espaciais já interpolados ainda sem correção do ângulo B pode ser visualizado na Figura 37a, assim como o respectivo espectro com correção de B em 37b.

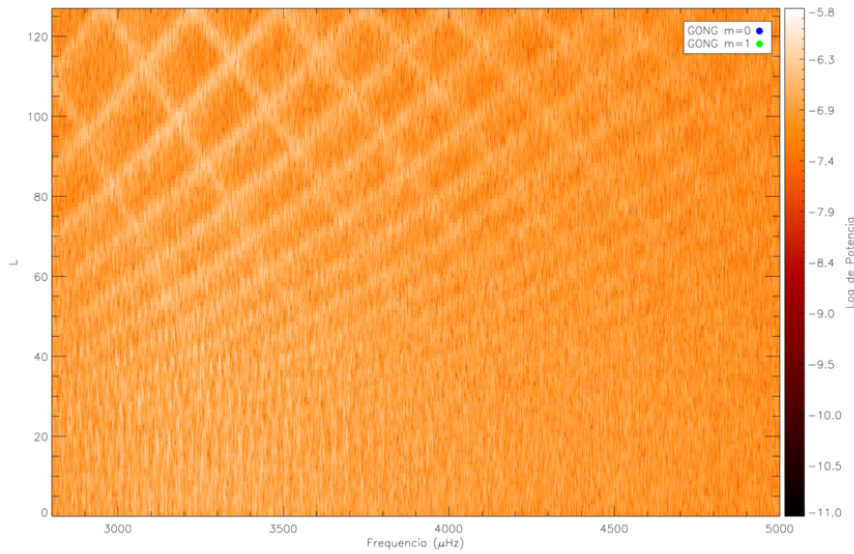
Figura 37 – Diagramas do logaritmo do valor absoluto da potência da parte real nas duas dimensões de α para todos os dados obtidos (de Julho de 2012 a Julho de 2018) com e sem correção para o movimento do ângulo B_0 .

(a) Original.



Fonte: o autor.

(b) Corrigido.

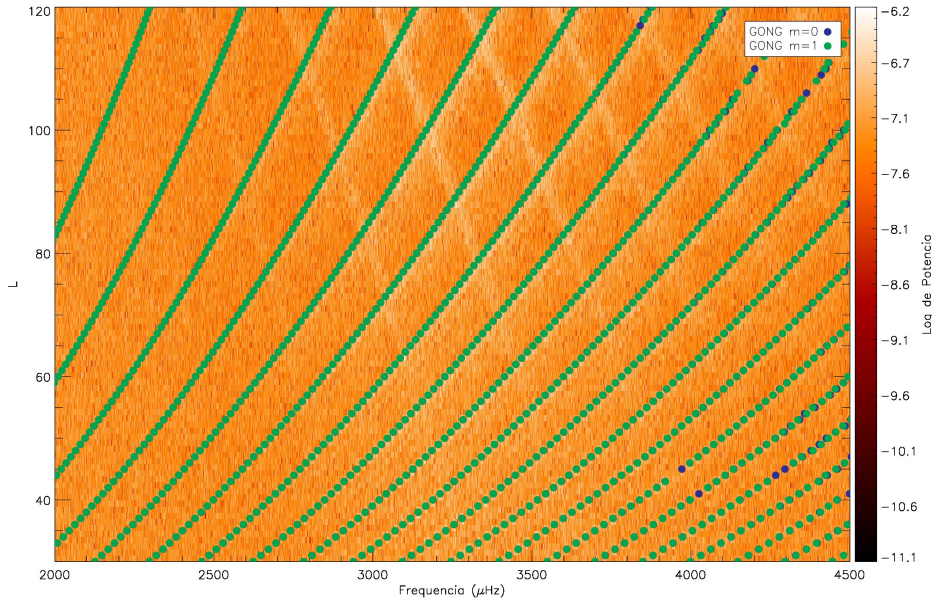


Fonte: o autor.

A concordância da posição dos modos presentes com os modos identificados pelo projeto GONG é apresentado na Figura 38.

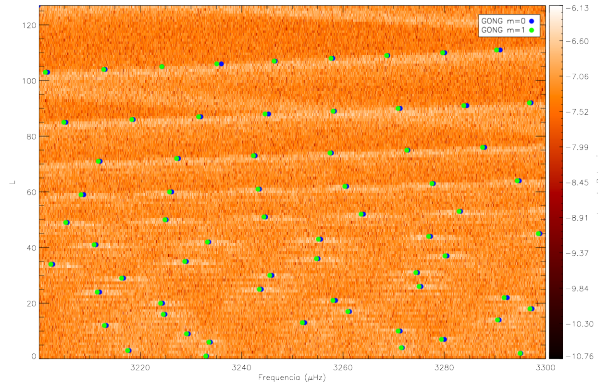
Figura 38 – Comparação dos modos para análise dos dados do GONG com os da rotina *limbfit* para $m = 0$ e $m = 1$ com e sem correção

(a) Frequências obtidas pelo GONG sobre a banda dos modos p.



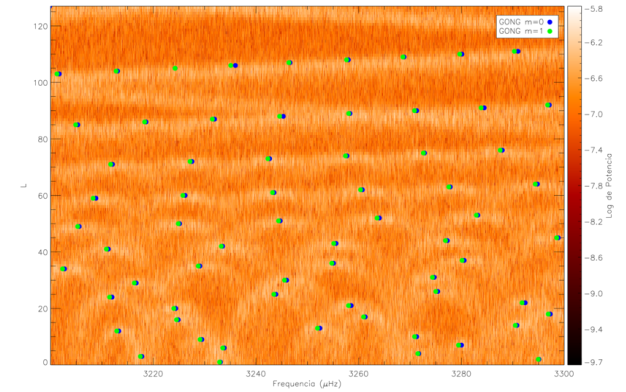
Fonte: o autor.

(b) Frequências dos modos sobre uma faixa estreita para os modos p, de 3.200 a 3.300 μHz sem correção.



Fonte: o autor.

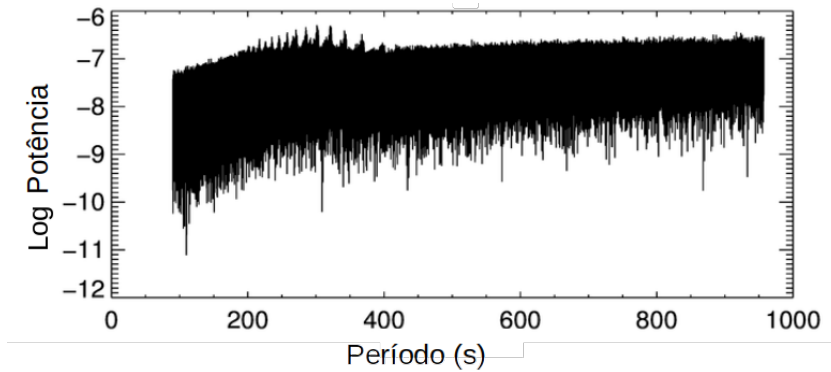
(c) Frequências dos modos sobre uma faixa estreita para os modos p, de 3.200 a 3.300 μHz obtidas pelo GONG com correção.



Fonte: o autor.

A presença dos picos no espectro referentes às oscilações de 5 minutos pode ser observada se manifestando na Figura 39 para FFT de α em $l = 64$. O gráfico demonstra a presença dos modos vibracionais em torno do período característico de 300 s. Este tipo de função será alvo dos ajustes lorentzianos para cada grau l .

Figura 39 – Periodograma de α em $l=64$, indicando a presença dos picos de oscilações de 5 minutos.



Fonte: o autor.

5.5 AJUSTES LORENTZIANOS

A Figura 40 apresenta exemplos de ajustes realizados para diferentes bandas de frequências dos modos p e diferentes graus l .

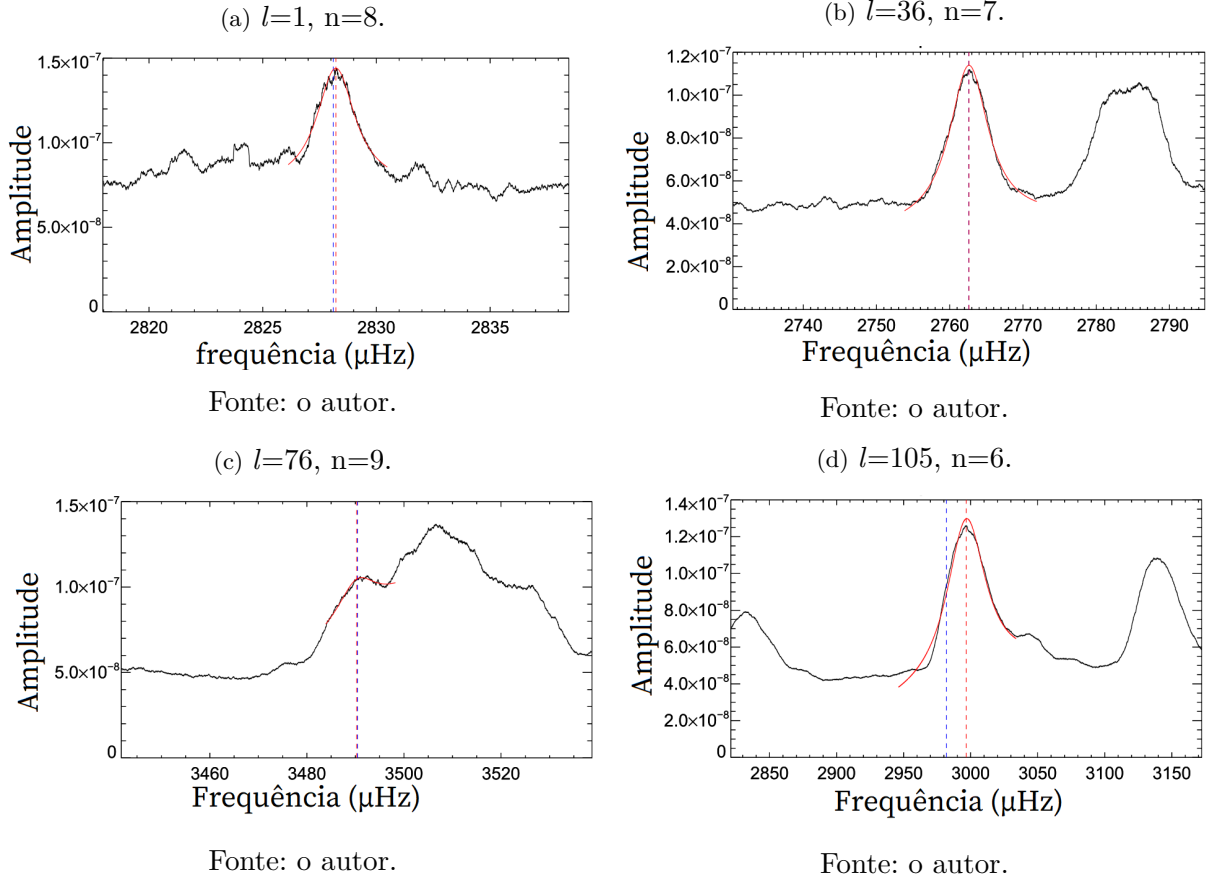
O conjunto de ajustes demonstra como o fenômeno de superposição dos modos se intensifica com o crescimento de l , estando o caso em 40d totalmente superposto.

O gráfico na Figura 41 apresenta a média em cada grau ajustado da largura-à-meia-altura das curvas com e sem correção do sinal de B .

A evolução da mediana demonstra um comportamento dependente do grau l . A maneira como os resultados dos ajustes das duas FFTs se apresentam revela uma distinção após a correção. Os dados corrigidos apresentam menor dispersão na frequência dos picos para graus até $l \approx 40$, quando invertem o comportamento e passam a apresentar picos com maiores dispersões em comparação com a FFT sem correção.

O gráfico da Figura 42 mostra a amplitude dos ajustes ao longo do eixo da frequência.

Figura 40 – Curvas suavizadas do sinal de α ao longo da frequência para quatro modos em quatro graus l diferentes com seus ajustes. Em preto: o sinal de α suavizado, em vermelho: os ajustes, linha tracejada azul: posição esperada do pico, linha tracejada vermelha: posição ajustada dos dados.



A forma apresentada sugere uma relação da amplitude com a frequência em forma de distribuição normal, comportamento já amplamente conhecido. A maior intensidade dos picos dos modos p encontra-se em torno de $3.180 \mu\text{Hz}$, de acordo com ajuste destes pontos. A curva definida pelos modos ajustados corrigidos demonstra maior intensidade dos modos ao corrigirmos B_0 .

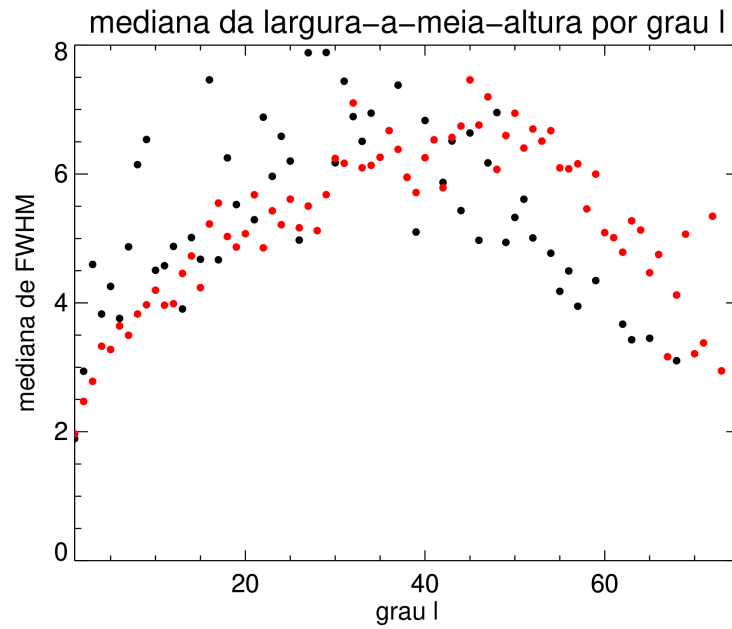
O gráfico da Figura 43 apresenta a dispersão da posição em cada grau das curvas ajustadas com e sem correção do sinal de B .

O gráfico da Figura 44 apresenta a dispersão da posição dos ajustes por frequência com e sem correção do sinal de B .

É esperado que a posição dos modos mude com o ciclo solar, portanto não é necessariamente a mesma que encontramos na literatura. O gráfico revela a dependência desta dinâmica com a frequência, uma vez que a dispersão não tem o mesmo aspecto em todas as regiões do espectro.

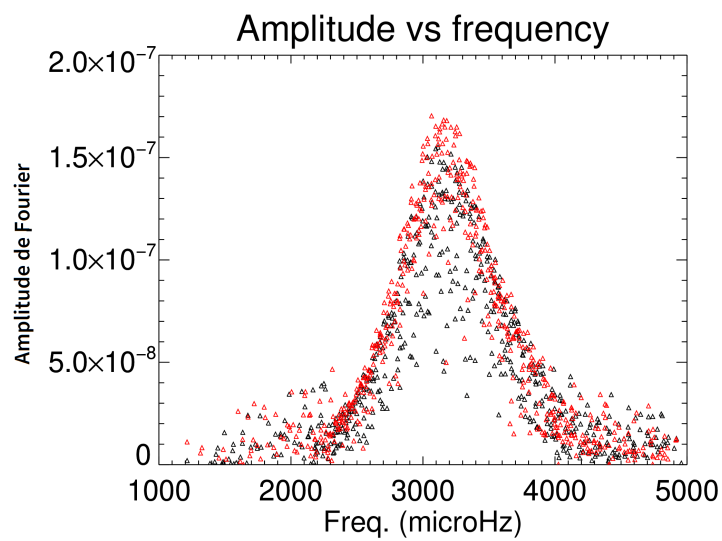
O gráfico da Figura 45 apresenta os valores da largura-a-meia-altura das curvas

Figura 41 – A mediana da largura à meia altura (FWHM) em μHz dos ajustes realizados nas FFTs para $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.



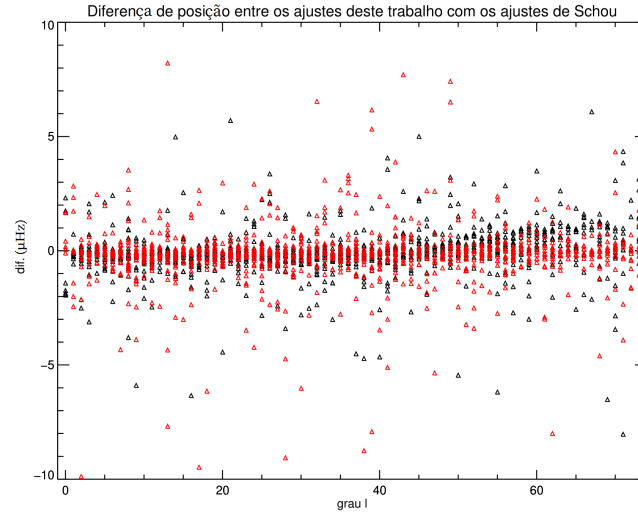
Fonte: o autor.

Figura 42 – A amplitude das curvas de amplitude ajustadas das FFTs para $m = 0$ e $l=20$ até $l=60$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.



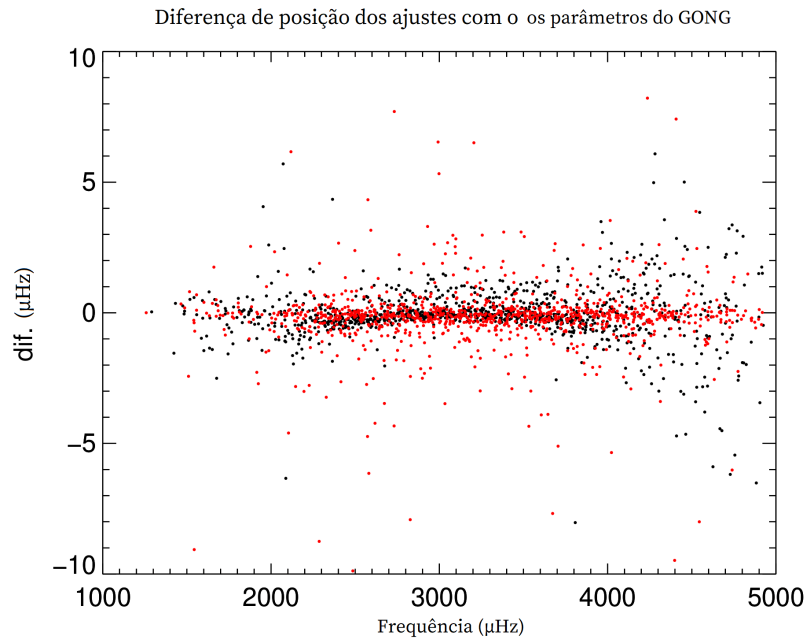
Fonte: o autor.

Figura 43 – A diferença da posição em μHz das curvas de amplitude ajustadas em comparação com os ajustes da literatura (HARVEY et al., 1996) para $m = 0$. Em preto: ajustes da FFT de controle, em vermelho: FFT_{cor} .



Fonte: o autor.

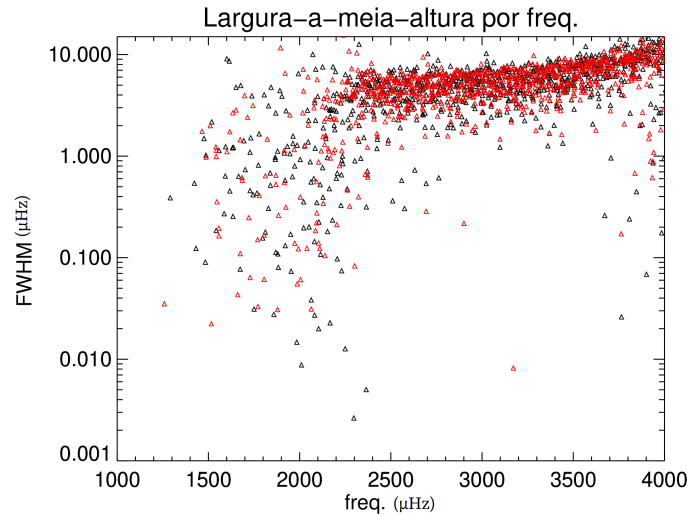
Figura 44 – A diferença da posição em μHz das curvas de amplitude ajustadas em comparação com os ajustes da literatura (HARVEY et al., 1996) para $m = 0$. Em preto: ajustes da FFT de controle, em vermelho: FFT_{cor} .



Fonte: o autor.

ajustadas com e sem correção do sinal de B .

Figura 45 – A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFTs para $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção.



Fonte: o autor.

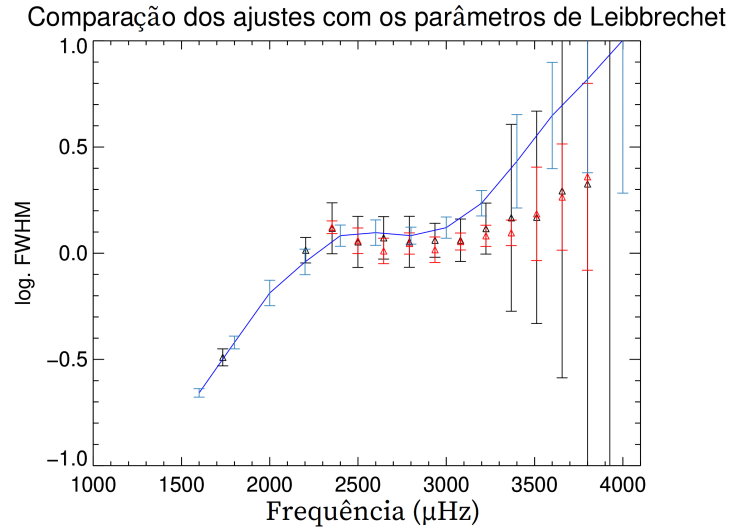
O gráfico da Figura 45 demonstra a dependência da largura-a-meia-altura com a frequência. É notável a mudança de comportamento para frequências mais baixas (até $\approx 2.400 \mu \text{ Hz}$). Os ajustes nessa região têm comportamento bastante disperso e não é possível notar diferença entre os resultados de FFT e FFT_{cor} . O gráfico da Figura 46 apresenta a comparação entre os ajustes realizados e valores de literatura (LIBBRECHT, 1988).

Os ajustes revelam concordância com a inflexão que sugerem os pontos dos ajustes da literatura. A maior parte dos pontos ajustados encontra-se a menos de duas vezes do desvio padrão abaixo dos valores da literatura, indicando uma diferença sistemática dos ajustes dos dois métodos, o que sugere melhor dispersão dos picos pelo método empregado no limbo para estes modos. Entretanto, não é possível apreciar mudança consistente entre os ajustes de FFT e FFT_{cor} neste caso, o que não revela uma melhora na dispersão dos picos dos modos com a correção, já podendo estar apresentando seus valores de dispersão intrínsecos nesta região.

O gráfico na Figura 47 apresenta a comparação entre os ajustes realizados e valores de literatura (CHAPLIN et al., 1997).

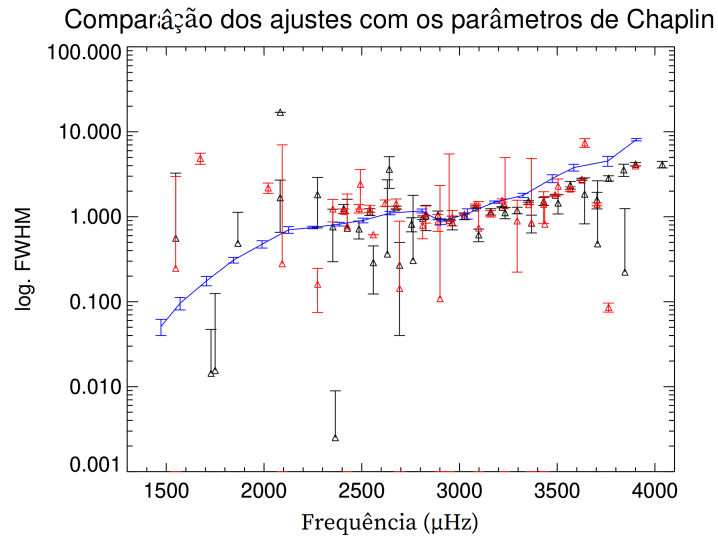
A primeira impressão que o gráfico revela é o menor número de pontos ajustados na FFT de controle. A segunda é que os pontos que temos ajustados da FFT de controle estão muito dispersos. Já os ajustes da FFT_{cor} sugerem que foi muito mais fácil o algoritmo identificar e ajustar os picos neste caso e, desta vez, com valores mais concisos entre a

Figura 46 – A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFT de α e α_{cor} para $l = 20$ e $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção e em azul as medidas da literatura para os mesmos modos, junto de seus respectivos desvios padrão (LIBBRECHT, 1988).



Fonte: o autor.

Figura 47 – A largura-a-meia-altura das curvas ajustadas das FFT de α e α_{cor} para $l = 0, 1, 2$ e 3 e $m = 0$. Em preto: FFT de controle, em vermelho: FFT com correção e em azul as medidas da literatura para os mesmos modos, junto de seus respectivos desvios padrão (CHAPLIN et al., 1997).

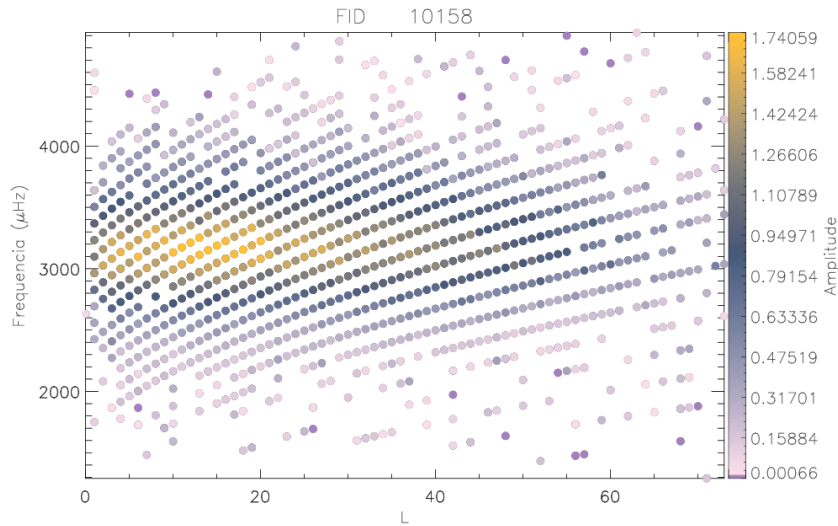


Fonte: o autor.

vizinhança e com os dados da literatura, mesmo que poucos pontos se encontrem dentro de uma vez o desvio padrão. Na Figura 48, podemos comparar os valores de amplitude dos ajustes das transformadas com e sem correção do ângulo B .

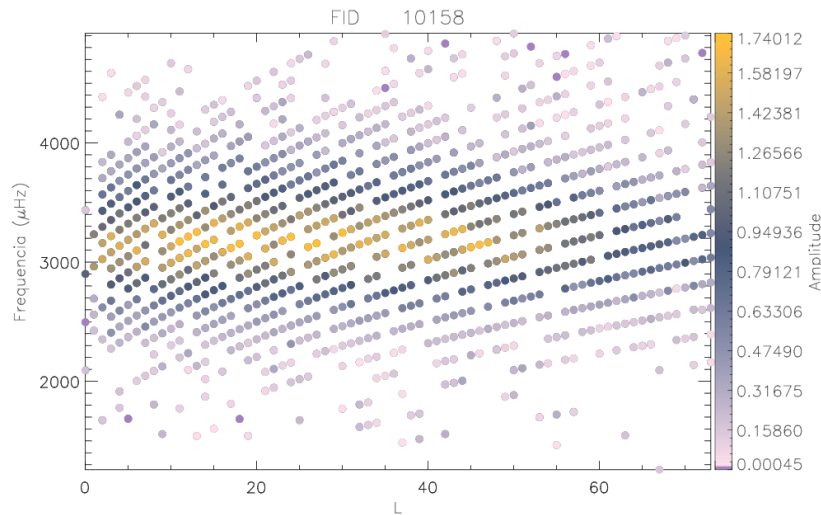
Figura 48 – Comparação dos diagramas em cores da amplitude dos ajustes da rotina *limbfit* para $m = 0$ com e sem correção.

(a) Amplitude dos ajustes da FFT de controle.



Fonte: o autor.

(b) Amplitude dos ajustes da FFT corrigida.



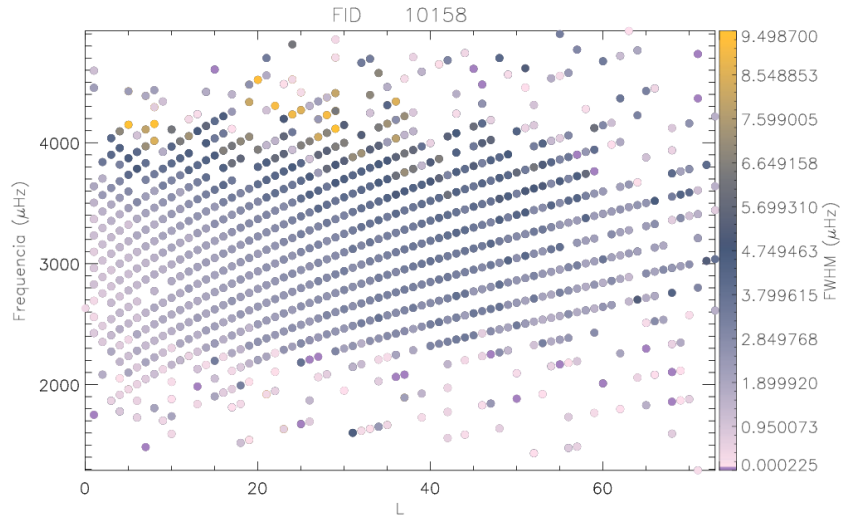
Fonte: o autor.

É bastante perceptível a mudança da amplitude dos picos entre as transformadas ao longo da dimensão do grau l . Os picos presentes na Figura 48b persistem com valores mais elevados a medida que l cresce quando em comparação com a transformada de controle na Figura 48. Na Figura 49 podemos comparar os valores de largura-a-meia-altura dos ajustes das transformadas com e sem correção do ângulo B .

Nestes gráficos nota-se o crescimento da largura-a-meia-altura tanto com o grau

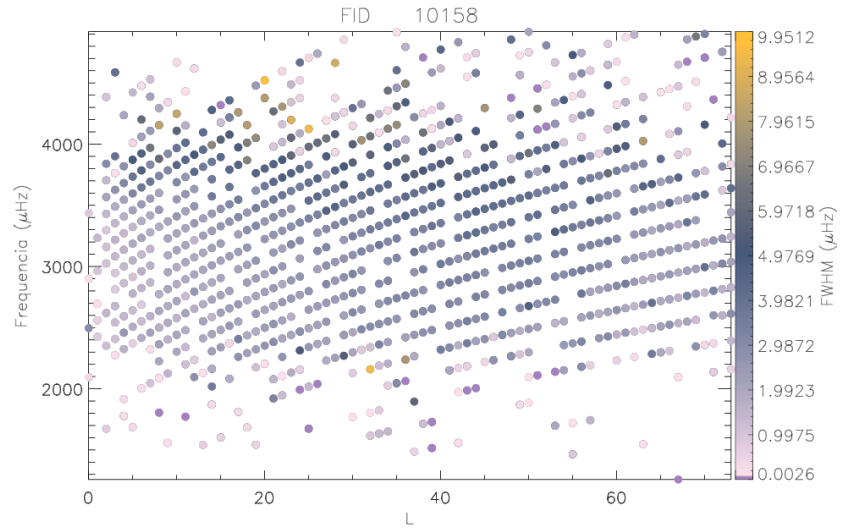
Figura 49 – Comparação dos diagramas em cores da Largura-a-meia-altura dos ajustes da rotina *limbfit* para $m = 0$ com e sem correção.

(a) Largura-a-meia-altura dos ajustes da FFT de controle.



Fonte: o autor.

(b) Largura-a-meia-altura dos ajustes da FFT corrigida.

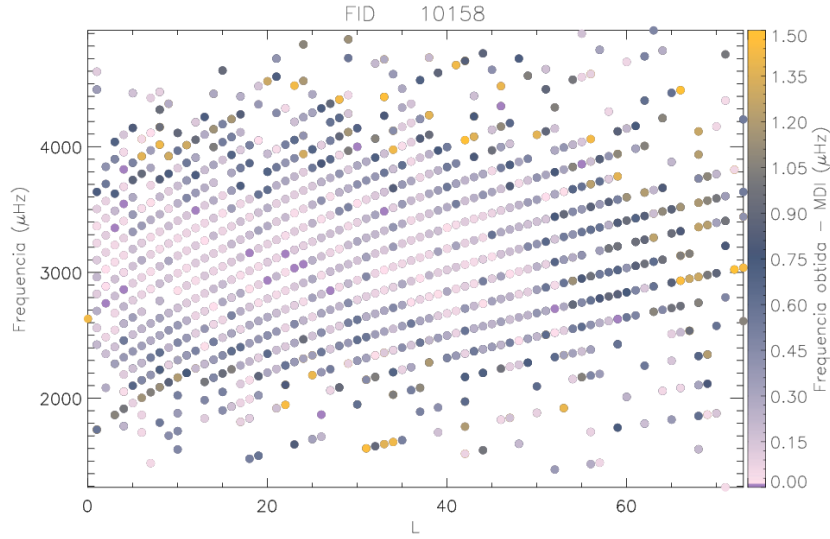


Fonte: o autor.

l quanto com a frequência. Na Figura 50, podemos comparar as posições dos ajustes das transformadas com e sem correção do ângulo B_0 com as posições dos respectivos modos da literatura.

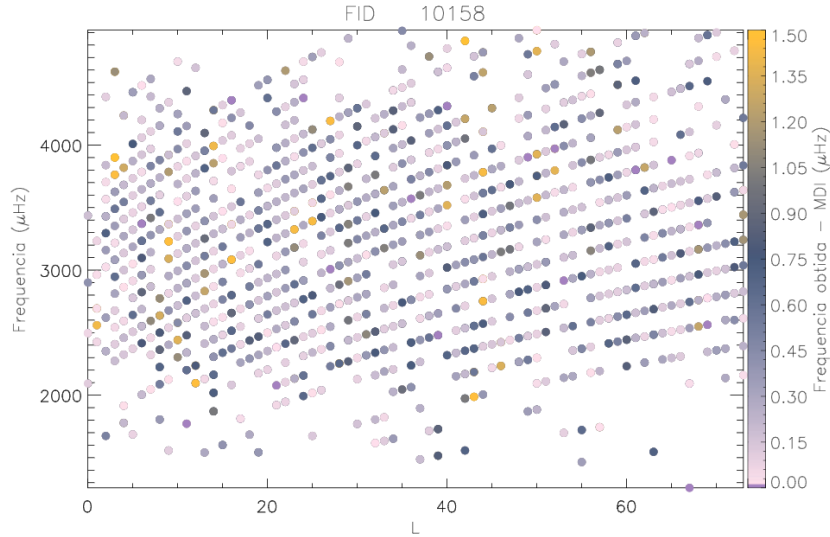
Figura 50 – Comparação dos diagramas em cores da diferença de posição dos ajustes da rotina *limbfit* para $m = 0$ com e sem correção.

(a) Módulo da diferença de posição dos ajustes da FFT de controle.



Fonte: o autor.

(b) Módulo da diferença de posição dos ajustes da FFT corrigida.



Fonte: o autor.

A diferença entre as posições dos modos contém mais valores dispersos da região dos modos p na Figura 50b. Não é trivial estipular quais são referentes a ajustes de picos falsos, pois é natural que a posição dos modos possa flutuar com o ciclo solar e não ser a mesma que encontramos na literatura. Quando em comparação com a região de graus l mais altos (acima de 60), é possível notar uma inversão de comportamento: temos mais

modos ajustados e com valores mais concisos com a vizinha quando olhamos para o gráfico de 50a.

Os parâmetros dos ajustes individuais encontram-se no apêndice A.

5.6 MODELO DO RUÍDO DE FUNDO

A Figura 51 mostra o ajuste entre $l=25$ e $l=30$ e a Tabela 3 os valores dos coeficientes encontrados para ajuste das funções propostas por Harvey et al. (1993). A Figura 52 mostra cada componente do ajuste individualmente.

Tabela 3 – Parâmetros do ajuste das funções do ruído de fundo de acordo com o Modelo de Harvey et al. (1993).

A	b	c	$p_0 = 1/\nu_0$	Γ	Fonte
0,13	1,9	-	$1,1 \times 10^{+6}$	-	Regiões ativas
$4,4 \times 10^{-7}$	5,5	-	221	-	Overshoot da granulação
$4,2 \times 10^{-7}$	4,9	-	76	-	Evolução de pontos brilhantes
$2,1 \times 10^{-7}$	6,9	1	298	0,00172	Oscilação fotosférica
$1,7 \times 10^{-7}$	2,8	0	226	0,00227	Oscilação Cromosférica

Figura 51 – A linha vermelha mostra o ajuste de mínimos quadrados do ruído de fundo do espectro de potência somados entre $l=25$ e 30 . A linha em preto foi obtida fazendo uma média móvel utilizando 500 pontos após somar a amplitude de α entre os graus $l=25$ a $l=30$.

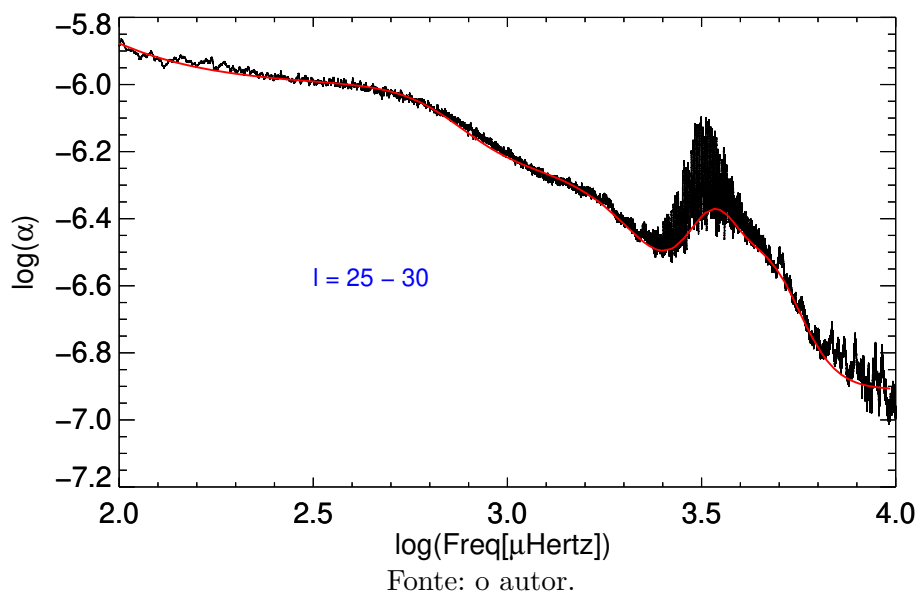
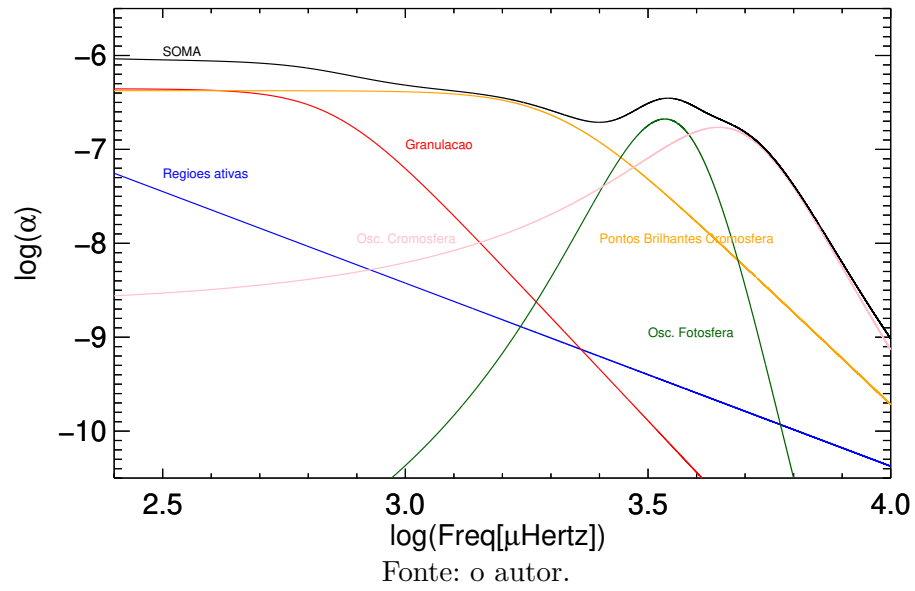


Figura 52 – Cada componente do modelo do ajuste do ruído de fundo do espectro de potência entre $l = 25$ e 30.



6 CONCLUSÕES

Com o método proposto, obtivemos sucesso ao detectar a contribuição do movimento em B_0 com valores coerentes com os encontrados no levantamento bibliográfico. Em especial, a grande concordância do período ajustado no sinal proporciona confiança de aplicar o sinal correto ao executar o método de correção proposto. A amplitude do sinal aferido se apresenta como 3,9% abaixo do valor nominal, indicando um desvio de natureza sistemática, uma vez que todos os pontos concordam com um sinal de amplitude menor. As análises posteriores demonstraram suficiente o método de obtenção de B . Com os ajustes das transformadas, as análises dos parâmetros revelou diferenças na dinâmica dos parâmetros com o grau l dos modos e a frequência encontrados. A intenção inicial da proposta era utilizar do método de correção de B para melhorar os sinais e atestar seus efeitos, portanto trazer melhor precisão aos ajustes. A diminuição da dispersão dos picos não foi atestada, o que definiria maior confiança nas medidas de posição dos picos e proporcionaria distinção maior entre modos que se misturam para l maiores que 70 e frequência maiores que $4.000 \mu\text{Hz}$. Entretanto, foi possível resolver muito mais facilmente, no caso corrigido, modos de pequena amplitude, muitas vezes sobrepostos entre si. Notou-se também nos modos corrigidos uma melhora na razão sinal/ruído dos picos à medida com que l aumenta. Este efeito demonstra maior significância estatística dos picos e pode demonstrar o potencial da técnica em contribuir com ajustes, principalmente em sinais de menor amplitude, como conjuntos de dados pequenos, modos com $m > 0$ ou análises que partam de β (que não foi alvo de ajustes no trabalho, mas apresenta sinais com amplitudes consideravelmente menores).

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, B. Theoretical amplitudes of solar g-modes. *Astronomy and Astrophysics*, v. 312, p. 610–614, 1996.
- APPOURCHAUX, T. et al. The quest for the solar g modes. *The Astronomy and Astrophysics Review*, Springer, v. 18, n. 1-2, p. 197–277, 2010.
- ASPLUND, M. et al. The chemical composition of the sun. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, Annual Reviews, v. 47, p. 481–522, 2009.
- BAHCALL, J. Ulrich’s explanation for the solar five minute oscillations. *The Astrophysical Journal*, v. 525, p. 1199, 1999.
- BARBIER, D. Sur la théorie du spectre continu des étoiles. In: *Annales d’Astrophysique*. [S.l.: s.n.], 1943. v. 6, p. 113.
- BECK, M. *Quantum mechanics: theory and experiment*. [S.l.]: Oxford University Press, 2012.
- BUTA, R.; SMITH, M. The light variations of nonradial pulsators-theory and application to the line profile variable 53 persei. *The Astrophysical Journal*, v. 232, p. 213–235, 1979.
- CANUTO, V.; MAZZITELLI, I. Stellar turbulent convection: a new model and applications. *The Astrophysical Journal*, v. 370, p. 295–311, 1991.
- CARROLL, B. W.; OSTLIE, D. A. *An introduction to modern astrophysics*. [S.l.]: Cambridge University Press, 2014.
- CHAPLIN, W. et al. Solar p-mode linewidths from recent bison helioseismological data. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Blackwell Science Ltd Oxford, UK, v. 288, n. 3, p. 623–626, 1997.
- CHEBI. *ammonium dihydrogen phosphate (CHEBI:62982)*. 2019. Disponível em: <<https://www.ebi.ac.uk/chebi/searchId.do?chebiId=CHEBI:62982>>. Acesso em: 25 Set. 2019.
- CHRISTENSEN-DALSGAARD, J. Some aspects of the theory of solar oscillations. *Geophysical & Astrophysical Fluid Dynamics*, Taylor & Francis, v. 62, n. 1-4, p. 123–152, 1991.
- CHRISTENSEN-DALSGAARD, J. Lecture notes on stellar oscillations. Citeseer, 1997.
- CHRISTENSEN-DALSGAARD, J. Helioseismology. *Rev. Mod. Phys.*, American Physical Society, v. 74, p. 1073–1129, Nov 2002. Disponível em: <<https://link.aps.org/doi/10.1103/RevModPhys.74.1073>>.
- COUVIDAT, S. et al. Wavelength dependence of the helioseismic and magnetic imager (hmi) instrument onboard the solar dynamics observatory (sdo). *Solar Physics*, Springer, v. 275, n. 1-2, p. 285–325, 2012.

CUNNYNGHAM, I. et al. Poynting-robertson-like drag at the sun's surface. *Phys. Rev. Lett.*, American Physical Society, v. 118, p. 051102, Feb 2017. Disponível em: <<https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevLett.118.051102>>.

DEUBNER, F.-L.; GOUGH, D. Helioseismology: Oscillations as a diagnostic of the solar interior. *Annual review of astronomy and astrophysics*, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 22, n. 1, p. 593–619, 1984.

DEUBNER, F.-L.; GOUGH, D. Helioseismology: Oscillations as a diagnostic of the solar interior. *Annual review of astronomy and astrophysics*, Annual Reviews 4139 El Camino Way, PO Box 10139, Palo Alto, CA 94303-0139, USA, v. 22, n. 1, p. 593–619, 1984.

DOMINGO, V.; FLECK, B.; POLAND, A. I. Soho: The solar and heliospheric observatory. *Space Science Reviews*, v. 72, n. 1, p. 81–84, Apr 1995. ISSN 1572-9672. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/BF00768758>>.

EDDINGTON, A. S. S. On the radiative equilibrium of the stars. In: . [S.l.]: Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 1916. v. 77, p. 16–35.

EPARVIER, F. G. et al. The euv variability experiment (eve) aboard the nasa solar dynamics observatory (sdo). In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICS AND PHOTONICS. *Instruments, Science, and Methods for Geospace and Planetary Remote Sensing*. [S.l.], 2004. v. 5660, p. 48–56.

EVANS, J. W. The birefringent filter. *J. Opt. Soc. Am.*, OSA, v. 39, n. 3, p. 229–242, Mar 1949. Disponível em: <<http://www.osapublishing.org/abstract.cfm?URI=josa-39-3-229>>.

HALE, S. J. et al. Performance of the birmingham solar-oscillations network (bison). *Solar Physics*, Springer, v. 291, n. 1, p. 1–28, 2016.

HARVEY, A. R.; FLETCHER-HOLMES, D. W. High-throughput snapshot spectral imaging in two dimensions. v. 4959, p. 46–54, 2003.

Harvey, J. W. et al. Chromospheric Oscillations and the Background Spectrum. In: Brown, T. M. (Ed.). *GONG 1992. Seismic Investigation of the Sun and Stars*. [S.l.: s.n.], 1993. (Astronomical Society of the Pacific Conference Series, v. 42), p. 111.

HARVEY, J. W. et al. The global oscillation network group (gong) project. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 272, n. 5266, p. 1284–1286, 1996. ISSN 0036-8075. Disponível em: <[https://science.sciencemag.org/content/272-5266/1284](https://science.sciencemag.org/content/272/5266/1284)>.

HILL, H.; ROSENWALD, R.; CAUDELL, T. Solar oscillations-the influence of the sun's outer layers on their detection. *The Astrophysical Journal*, v. 225, p. 304–317, 1978.

JSOC. *JSOC Lookdata*. 2019. Disponível em: <<http://jsoc2.stanford.edu/ajax/lookdata.html>>. Acesso em: 1 Out. 2019.

KIPPENHAHN, R.; WEIGERT, A.; WEISS, A. *Stellar structure and evolution*. [S.l.]: Springer, 1990.

KURTZ, D. How can we probe the interiors of stars? 09 2019.

- LEIBACHER, J.; STEIN, R. A new description of the five-minute solar oscillation. *Astrophys. lett*, v. 162, p. 191, 1971.
- LEIGHTON, R. B.; NOYES, R. W.; SIMON, G. W. Velocity fields in the solar atmosphere. i. preliminary report. *The Astrophysical Journal*, v. 135, p. 474, 1962.
- LEMEN, J. R. et al. The atmospheric imaging assembly (aia) on the solar dynamics observatory (sdo). In: *The Solar Dynamics Observatory*. [S.l.]: Springer, 2011. p. 17–40.
- LENZ, P.; BREGER, M. Period04 user guide. *Communications in Asteroseismology*, v. 146, p. 53–136, 2005.
- LIBBRECHT, K. Solar p-mode phenomenology. *The Astrophysical Journal*, v. 334, p. 510–516, 1988.
- LIBBRECHT, K.; WOODARD, M. Advances in helioseismology. *Science*, American Association for the Advancement of Science, v. 253, n. 5016, p. 152–157, 1991.
- MAMAJEK, E. et al. Iau 2015 resolution b3 on recommended nominal conversion constants for selected solar and planetary properties. *arXiv preprint arXiv:1510.07674*, 2015.
- MARKWARDT, C. B. *Non-linear Least Squares Fitting in IDL with MPFIT*. 2009.
- NASA. *SDO Spacecraft Instruments*. 2020. Disponível em: <https://www.nasa.gov/mission_pages/sdo/spacecraft/index.html>. Acesso em: 04 Fev. 2020.
- NCBI. *Potassium dihydrogen phosphate / KH₂PO₄ - PubChem*. 2019. Disponível em: <<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Potassium-dihydrogen-phosphate>>. Acesso em: 25 Set. 2019.
- PESNELL, W. D.; THOMPSON, B. J.; CHAMBERLIN, P. C. *The Solar Dynamics Observatory (SDO)*. New York, NY: Springer US, 2012. ISBN 978-1-4614-3673-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3673-7_2>.
- PIERCE, A. K.; SLAUGHTER, C. D. Solar limb darkening. *Solar Physics*, Springer, v. 51, n. 1, p. 25–41, 1977.
- PIJPERS, F. P. *Methods In Helio-And Asteroseismology*. [S.l.]: World Scientific, 2006.
- PROVOST, J. Solar constraints. In: CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS. *Symposium-International Astronomical Union*. [S.l.], 1984. v. 105, p. 47–65.
- SCHOU, J. et al. Design and ground calibration of the helioseismic and magnetic imager (hmi) instrument on the solar dynamics observatory (sdo). *Solar Physics*, Springer, v. 275, n. 1-2, p. 229–259, 2012.
- STIX, M. *The Sun: an introduction*. [S.l.]: Springer Science & Business Media, 2012.
- TOUTAIN, T.; BERTHOMIEU, G.; PROVOST, J. Light perturbation from stellar nonradial oscillations: an application to solar oscillations. *Astronomy and Astrophysics*, v. 344, p. 188–198, 1999.
- ULRICH, R. K. The five-minute oscillations on the solar surface. 1970.

UNIÃO DE ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA DE PORTUGAL UAA. *Sol - Escurecimento do*. 2019. Disponível em: <<http://www.astrosurf.com/uaa/Estrelab-Arquivo/id44.htm>>. Acesso em: 25 Set. 2019.

ZIRIN, H. *Astrophysics of the Sun*. [S.l.: s.n.], 1988.

APÊNDICE A – PARÂMETROS AJUSTADOS

A tabela a seguir apresenta os parâmetros de ajuste encontrados para os modos p da FFT de controle e da FFT dos dados com sinal de B_0 corrigido. Os parâmetros apresentados são: grau l do modo; f denota ordinalmente o f -ésimo na lista do GONG para este grau e $m = 0$ utilizado para encontrar o modo; Amplitude de Fourier do modo, frequência central do pico; HWHM é a meia-altura-a-meia-largura; diferença se refere ao desvio de posição do pico ajustado da posição prevista pelo GONG.

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

<i>Continua</i>					
l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
-	-	—	parâmetros da FFT de controle	—	—
0	0	$4,3 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1548,2 \pm 1,0$	1 ± 3	0,0563
0	2	$2,0 \times 10^{-09}$	2083,0	17,0	10,4827
0	4	$3,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	2365 ± 13	$0,003 \pm 0,006$	-1,8568
0	6	$4,7 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-06}$	$2631,1 \pm 1,0$	0 ± 2	-1,4151
0	7	$2,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2762,58 \pm 0,01$	0 ± 1	1,6699
0	13	$4,6 \times 10^{-08}$	3706,2	0 ± 2	1,7435
0	14	$2,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3846,2 \pm 0,8$	0 ± 1	-1,9056
0	16	$2,1 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4116,1 \pm 0,6$	2 ± 3	2,3152
0	19	$2,2 \times 10^{-08}$	4530,2	145,7	-1,9414
0	20	$3,1 \times 10^{-09}$	4669,1	2 ± 7	-1,7368
1	1	$1,1 \times 10^{-08}$	1749,8	$0,0 \pm 0,1$	-0,5798

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
1	5	$3,1 \times 10^{-08}$	2425,8	$0,7 \pm 0,9$	-0,2054
1	6	$3,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	2559,2	$0,3 \pm 0,2$	-0,1191
1	7	$3,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$2693,5 \pm 0,9$	$0,3 \pm 0,2$	-0,2595
1	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2828,2 \pm 0,7$	$1,0 \pm 0,3$	-0,1085
1	9	$1,4 \times 10^{-07}$	2963,3	$0,9 \pm 0,2$	-0,2077
1	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	3098 ± 2	$0,6 \pm 0,1$	-0,1205
1	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-01}$	$3233,139 \pm 0,002$	$1,1 \pm 0,2$	-0,0581
1	12	$1,0 \times 10^{-07}$	3368,5	$0,8 \pm 0,2$	0,0329
1	13	$5,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	3504,3	$1,5 \pm 0,4$	-0,1022
1	14	$1,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	3640 ± 2	2 ± 1	0,7237
2	3	$1,3 \times 10^{-08}$	2082,5	2 ± 1	-0,2730
2	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2352,00 \pm 0,07$	$0,8 \pm 0,5$	0,1786
2	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-04}$	2486 ± 95	$0,7 \pm 0,2$	0,0662
2	7	$9,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	2641 ± 2	4 ± 1	-21,1584
2	8	$7,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-06}$	$2754,501 \pm 0,001$	$0,8 \pm 0,2$	-0,0051
2	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2889,6 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,1$	0,0136
2	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3024,77 \pm 0,09$	$1,02 \pm 0,09$	-0,0148
2	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3159,9 \pm 0,1$	$1,14 \pm 0,10$	0,0846
2	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3295,2 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	-0,0997
2	13	$9,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3430,70 \pm 0,06$	$1,5 \pm 0,2$	0,0854
2	14	$7,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3566,84 \pm 0,05$	$2,4 \pm 0,2$	-0,0824
2	15	$3,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3703,57 \pm 0,07$	$1,6 \pm 0,4$	-0,5579

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
2	16	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3840,33 \pm 0,07$	$3,6 \pm 0,6$	-0,4106
2	19	$5,1 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4661,3 \pm 0,2$	1 ± 2	-2,1312
3	0	$1,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1728,9 \pm 0,5$	$0,01 \pm 0,03$	0,2195
3	1	$2,8 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-03}$	1866 ± 18	$0,5 \pm 0,6$	-1,0537
3	4	$3,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$2273,671 \pm 0,004$	2 ± 1	-0,3355
3	5	$5,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-01}$	$2407,808 \pm 0,007$	$1,2 \pm 0,1$	-0,1594
3	6	$4,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	2542 ± 4	$1,1 \pm 0,1$	-0,0599
3	7	$7,7 \times 10^{-08}$	$2676,2$	$1,28 \pm 0,05$	0,0619
3	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-07}$	$2811,5 \pm 0,4$	$0,96 \pm 0,03$	-0,1806
3	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{+01}$	$2947,124 \pm 0,001$	$0,91 \pm 0,02$	-0,1665
3	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3082,3 \pm 0,4$	$1,27 \pm 0,03$	-0,0316
3	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-05}$	3218 ± 29	$1,30 \pm 0,02$	0,0498
3	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3353,5 \pm 0,2$	$1,52 \pm 0,04$	-0,0039
3	13	$8,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3489,55 \pm 0,09$	$1,79 \pm 0,05$	0,2020
3	14	$6,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3626,1 \pm 0,7$	$2,75 \pm 0,08$	0,7074
3	15	$4,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3762,61 \pm 0,06$	$2,8 \pm 0,2$	2,0605
3	16	$3,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3900,62 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,2$	-0,4718
3	17	$1,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4037,66 \pm 0,03$	$4,1 \pm 0,4$	-0,6970
3	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4309,00 \pm 0,04$	11 ± 4	1,6987
3	20	$3,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4452,32 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,03$	-3,1157
4	0	$1,5 \times 10^{-10} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1778,30 \pm 0,06$	$0,2$	-0,2831
4	1	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1915,72 \pm 0,10$	1 ± 2	-0,9860

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
4	2	$8,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2051,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,8$	0,0242
4	3	$1,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2188,2 \pm 0,3$	1 ± 2	0,1116
4	4	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2324,45 \pm 0,01$	$0,7 \pm 0,9$	-0,3740
4	5	$3,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2458,9 \pm 0,7$	$1,7 \pm 0,9$	-0,5420
4	6	$5,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2593,19 \pm 0,01$	$1,3 \pm 0,3$	-0,2361
4	7	$8,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2728,6 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,3$	-0,2233
4	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2864,185 \pm 0,007$	$1,3 \pm 0,2$	-0,0098
4	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-06}$	3136 ± 9	$1,4 \pm 0,2$	-0,0456
4	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3271,8 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,2$	-0,0865
4	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3408,16 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,2$	-0,0424
4	13	$8,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3544,77 \pm 0,04$	$2,4 \pm 0,4$	-0,0048
4	14	$4,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3681,73 \pm 0,02$	$3,0 \pm 0,8$	-0,0561
4	15	$4,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3819,14 \pm 0,01$	$3,2 \pm 0,8$	0,0067
4	16	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3956,660 \pm 0,008$	$4,3 \pm 1,0$	-0,0301
4	17	$2,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4095,171 \pm 0,010$	12 ± 2	-0,8711
5	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1960,500 \pm 0,009$	0 ± 2	0,0840
5	3	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2099,05 \pm 0,01$	2 ± 16	-0,6732
5	4	$2,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2235,53 \pm 0,02$	1 ± 1	-0,1690
5	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$2371,36 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,4$	-0,3871
5	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2506,20 \pm 0,06$	1 ± 2	-0,1792
5	7	$4,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2641,47 \pm 0,07$	$1,1 \pm 0,5$	-0,3438
5	8	$8,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2777,4 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,5$	-0,1046

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
5	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-05}$	$2913,7745 \pm 0,0005$	$1,1 \pm 0,2$	-0,0995
5	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	3050 ± 1	$1,2 \pm 0,2$	-0,1565
5	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3186,12 \pm 0,01$	$1,5 \pm 0,2$	0,1813
5	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3322,4$	$1,0 \pm 0,2$	0,3743
5	13	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3459,7 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,4$	-0,3721
5	14	$7,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3597,0 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,7$	-0,2810
5	15	$5,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3734,9 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,6$	-0,9280
5	16	$3,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3871,9 \pm 0,7$	5 ± 2	-0,4898
5	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4147,8 \pm 0,4$	6 ± 2	0,5105
5	20	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4425,4 \pm 0,3$	$0,01 \pm 0,04$	-0,1674
5	21	$8,6 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4706,4 \pm 0,1$	13 ± 15	-5,2802
6	1	$3,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1728,13 \pm 0,10$	0 ± 2	-0,4203
6	3	$2,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2002,92 \pm 0,09$	$0,5 \pm 0,4$	1,1342
6	4	$6,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2142,78 \pm 0,08$	$0,8 \pm 0,6$	-0,4704
6	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2279,94 \pm 0,07$	$1,8 \pm 0,6$	-0,2166
6	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2415,79 \pm 0,07$	$1,8 \pm 0,4$	-0,3346
6	7	$3,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2551,19 \pm 0,09$	$1,0 \pm 0,2$	-0,2214
6	8	$6,6 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2687,2 \pm 0,2$	$0,96 \pm 0,08$	-0,1660
6	9	$1,0 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2823,6 \pm 0,3$	$1,29 \pm 0,10$	0,0802
6	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3097,4 \pm 0,3$	$1,32 \pm 0,06$	-0,2647
6	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3233,9 \pm 0,5$	$1,83 \pm 0,07$	-0,1084
6	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3371,1 \pm 0,9$	$1,76 \pm 0,09$	-0,3616

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
6	14	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3508,16 \pm 0,02$	$2,9 \pm 0,1$	-0,0301
6	16	$4,9 \times 10^{-08}$	3785,2	$3,2 \pm 0,1$	-1,4151
6	17	$4,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3923,75 \pm 0,03$	$3,6 \pm 0,2$	-1,8533
6	18	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4060,5 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,6$	-0,0456
6	19	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	4157 ± 6	56,2	41,2350
6	21	$3,8 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4473,6 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,4$	2,4233
7	0	$5,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1483,2 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,1$	0,1902
7	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2046,8 \pm 0,4$	1 ± 1	-1,0365
7	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2184,9 \pm 0,2$	2 ± 3	-0,3941
7	6	$2,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2322,7 \pm 0,2$	1 ± 2	-0,5213
7	7	$3,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2458,36 \pm 0,07$	$1,4 \pm 0,6$	-0,2627
7	8	$5,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2594,49 \pm 0,07$	$1,5 \pm 0,5$	-0,2562
7	10	$1,1 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2868,44 \pm 0,07$	$1,5 \pm 0,3$	0,0292
7	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3142,73 \pm 0,07$	$1,8 \pm 0,2$	0,0856
7	13	$1,6 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3280,1 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,2$	-0,0447
7	14	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3417,7 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,3$	-0,2533
7	15	$7,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3555,3 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,4$	0,0194
7	16	$6,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3693,3 \pm 0,7$	$3,2 \pm 0,9$	-0,0668
7	17	$4,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	$3832,28 \pm 0,01$	4 ± 1	-0,3066
7	18	$4,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3971,4 \pm 1,0$	$5,1 \pm 0,6$	-1,2818
7	19	$3,3 \times 10^{-08}$	4109,5	8 ± 2	0,0166
7	20	$5,5 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	$4387,90 \pm 0,03$	2 ± 4	-0,1016

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
8	2	$1,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	1806 ± 5	2 ± 11	0,5524
8	4	$1,4 \times 10^{-08}$	2087,2	1 ± 5	-1,1129
8	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2225,8 \pm 0,6$	2 ± 3	-0,7051
8	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-01}$	$2363,3097 \pm 0,0008$	1 ± 2	-0,6154
8	7	$4,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2499,7 \pm 0,2$	2 ± 1	-0,2869
8	8	$5,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2636,4 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,8$	-0,3277
8	9	$8,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2773,9 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,5$	-0,2287
8	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2911,7 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,4$	-0,1830
8	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3049,27 \pm 0,07$	$1,6 \pm 0,3$	-0,1712
8	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3186,77 \pm 0,04$	$1,7 \pm 0,3$	-0,0384
8	13	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3324,34 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,3$	-0,0854
8	14	$1,0 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3462,60 \pm 0,03$	$2,1 \pm 0,5$	-0,2361
8	15	$7,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3600,86 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,6$	-0,2075
8	16	$4,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3739,96 \pm 0,03$	3 ± 2	-0,8046
8	17	$3,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3879,52 \pm 0,03$	5 ± 6	-1,7067
8	19	$4,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4155,58 \pm 0,05$	9 ± 3	0,9318
8	20	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4294,00 \pm 0,05$	1 ± 2	0,9145
8	21	$5,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4435,09 \pm 0,09$	0 ± 1	0,0827
8	22	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4580,6 \pm 0,1$	9 ± 4	-7,2637
9	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2125,9 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,9$	-0,8401
9	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2264,5	1 ± 1	-0,0892
9	6	$2,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	2403 ± 4	1 ± 1	-0,2275

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
9	7	$4,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2539,9 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,8$	-0,3852
9	8	$7,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2677,19 \pm 0,04$	$1,6 \pm 0,4$	-0,2104
9	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-04}$	2954 ± 58	$1,6 \pm 0,2$	-0,1472
9	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-03}$	3092 ± 87	$1,9 \pm 0,2$	-0,2954
9	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3229,6 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,2$	-0,0815
9	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3367,9 \pm 0,9$	$2,0 \pm 0,3$	-0,1811
9	14	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3506,2 \pm 0,5$	$2,5 \pm 0,4$	-0,0622
9	15	$7,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3645,3 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,7$	-0,1018
9	16	$4,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3784,9 \pm 0,2$	4 ± 1	-0,7327
9	17	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3924,4 \pm 0,1$	2 ± 2	-1,2947
9	19	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4205,76 \pm 0,10$	7 ± 1	-3,8449
9	20	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4341,29 \pm 0,06$	1 ± 2	0,2669
10	0	$5,4 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$1592,21 \pm 0,08$	$0,1 \pm 0,1$	0,7214
10	1	$6,9 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$1738,32 \pm 0,07$	2 ± 4	-0,4571
10	2	$1,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1880,3 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	-0,3645
10	3	$2,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2022,0 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,3$	-0,5156
10	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2164,2 \pm 0,3$	1 ± 2	-1,1935
10	5	$1,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2302,4 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,5$	0,3096
10	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2441,1 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,9$	-0,4666
10	7	$5,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2578,9 \pm 0,8$	$1,8 \pm 0,4$	-0,3699
10	8	$8,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	2717 ± 2	$1,8 \pm 0,3$	-0,1683
10	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-08}$	$3133,01 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,1$	-0,1071

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
10	12	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-04}$	3271 ± 4	$2,0 \pm 0,2$	-0,0468
10	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	3410 ± 3	$2,4 \pm 0,2$	-0,1250
10	14	$9,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3549,48 \pm 0,05$	$2,7 \pm 0,2$	-0,2388
10	15	$7,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	3689 ± 2	$3,1 \pm 0,4$	-0,1832
10	16	$4,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3828 ± 1	$4,0 \pm 0,9$	-0,1140
10	17	$2,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3968,2 \pm 0,7$	$4,2 \pm 0,9$	-0,5715
10	18	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4106,2 \pm 0,4$	$8,1 \pm 0,8$	1,7472
10	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4249,3 \pm 0,3$	6 ± 4	-2,0805
10	20	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4390,5 \pm 0,2$	2 ± 2	-1,5986
10	21	$1,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4528,3 \pm 0,1$	9 ± 2	-2,1475
11	0	$4,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1627,2 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,6$	-0,0505
11	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2200,5 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,4$	-0,7504
11	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2340,3 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,3$	-0,3677
11	6	$3,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2478,9 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,2$	-0,3700
11	7	$6,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2617,1 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,1$	-0,2405
11	8	$9,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2756,0 \pm 0,7$	$1,72 \pm 0,07$	0,1114
11	10	$1,7 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-08}$	3035 ± 1	$1,94 \pm 0,04$	-0,0364
11	11	$1,8 \times 10^{-07}$	$3173,4$	$1,86 \pm 0,04$	0,0817
11	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	3312 ± 1	$2,20 \pm 0,04$	-0,0646
11	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3451,7 \pm 0,9$	$2,24 \pm 0,05$	-0,1436
11	14	$8,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3591,5 \pm 0,7$	$1,93 \pm 0,08$	-0,4697
11	15	$5,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	3731 ± 3	$3,2 \pm 0,1$	-0,3791

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
11	16	$4,4 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-07}$	3870,7	$3,84 \pm 0,09$	0,1369
11	21	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$4576,81 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,02$	-2,4622
12	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-02}$	1951 ± 20	$0,238 \pm 0,007$	-0,9328
12	5	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2236,0 \pm 0,3$	$0,42 \pm 0,01$	-0,1995
12	6	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2376,7 \pm 0,6$	$1,93 \pm 0,02$	-0,4981
12	7	$4,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2515,5 \pm 0,5$	$1,78 \pm 0,01$	-0,1015
12	8	$6,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2654,7 \pm 0,3$	$1,717 \pm 0,010$	-0,0708
12	9	$9,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2794,6 \pm 0,2$	$2,269 \pm 0,007$	-0,0891
12	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2934,4 \pm 0,1$	$2,008 \pm 0,005$	-0,0334
12	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3074,00 \pm 0,09$	$1,990 \pm 0,003$	-0,1169
12	12	$1,8 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3213,17 \pm 0,09$	$1,715 \pm 0,003$	0,1131
12	13	$1,4 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3352,75 \pm 0,09$	$2,443 \pm 0,005$	-0,0603
12	14	$1,1 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3492,4 \pm 0,1$	$2,658 \pm 0,007$	0,0080
12	15	$7,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3632,9 \pm 0,2$	$2,91 \pm 0,01$	-0,3611
12	16	$5,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3773,3 \pm 0,3$	$4,34 \pm 0,02$	-0,7238
12	17	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3912,3 \pm 0,5$	$4,34 \pm 0,01$	0,6264
12	18	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4052,8 \pm 0,7$	$6,20 \pm 0,02$	0,8100
12	19	$1,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-05}$	4195 ± 3	$0,310 \pm 0,008$	-0,1267
13	0	$1,6 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1540,3 \pm 0,7$	1,0	0,8650
13	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1838,6 \pm 0,6$	0 ± 1	0,1112
13	3	$4,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	$1984,300 \pm 0,009$	$0,0 \pm 0,2$	-0,4762
13	4	$1,2 \times 10^{-08}$	2129,4	1 ± 2	-0,9921

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
13	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2271,32 \pm 0,04$	1 ± 1	-0,2064
13	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	2412 ± 1	2 ± 1	-0,0226
13	7	$4,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2552,03 \pm 0,07$	$2,2 \pm 0,9$	-0,3832
13	8	$7,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2691,8 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,4$	-0,0880
13	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2832,2 \pm 0,7$	$1,8 \pm 0,3$	-0,1037
13	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2972,8 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,2$	-0,1475
13	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3112,7 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,2$	-0,1251
13	12	$1,7 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3252,4 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,2$	0,0149
13	13	$1,1 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3392,4 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,3$	-0,0624
13	14	$9,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3532,41 \pm 0,08$	$3,1 \pm 0,4$	0,1176
13	15	$7,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3673,20 \pm 0,05$	$3,2 \pm 0,5$	-0,2573
13	16	$4,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3814,25 \pm 0,05$	$3,6 \pm 0,7$	-0,3253
13	17	$1,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3952,90 \pm 0,06$	2 ± 1	1,7658
13	18	$2,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4094,98 \pm 0,08$	6 ± 1	0,6263
13	19	$3,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4236,1 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,2$	0,7257
14	0	$1,2 \times 10^{-10} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1571,2 \pm 0,1$	0,1	0,2108
14	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2163,0 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,3$	-0,4677
14	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2306,0 \pm 0,4$	2 ± 1	-0,3648
14	6	$3,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2447,2 \pm 0,5$	$2,1 \pm 0,8$	-0,5279
14	7	$5,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2587 ± 1	$1,8 \pm 0,5$	0,0584
14	8	$9,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2728,2 \pm 0,7$	$1,9 \pm 0,3$	-0,0159
14	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2869,4 \pm 1,0$	$2,1 \pm 0,2$	-0,1922

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
14	10	$1,5 \times 10^{-07}$	3010,1	$2,2 \pm 0,2$	0,0715
14	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-06}$	3151 ± 10	$2,2 \pm 0,1$	-0,1163
14	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3291,003 \pm 0,002$	$2,2 \pm 0,2$	-0,1985
14	13	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3431,6963 \pm 0,0007$	$2,5 \pm 0,2$	-0,1529
14	14	$9,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3572,443 \pm 0,003$	$3,2 \pm 0,3$	-0,2612
14	15	$6,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3713,3 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,4$	-0,1827
14	16	$4,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3854,8 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,9$	-0,3025
14	17	$2,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3996,86 \pm 0,07$	$4,6 \pm 1,0$	-1,0177
14	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4138,61 \pm 0,04$	6 ± 3	-1,1314
14	19	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4273,52 \pm 0,03$	$0,0 \pm 0,1$	4,9823
14	20	$8,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4420,29 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,4$	-0,3016
15	0	$2,6 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1601,15 \pm 0,02$	0 ± 2	-0,0796
15	2	$8,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1902,78 \pm 0,01$	2 ± 5	-0,4409
15	3	$3,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2067,58 \pm 0,02$	39,5	-17,9311
15	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2196,66 \pm 0,02$	3 ± 5	-0,9136
15	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2339,88 \pm 0,03$	2 ± 2	-0,4428
15	6	$4,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2481,14 \pm 0,05$	2 ± 1	-0,1491
15	7	$5,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2622,56 \pm 0,06$	$2,2 \pm 0,6$	-0,0679
15	8	$9,0 \times 10^{-08}$	2764,3	$2,0 \pm 0,4$	-0,2895
15	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-07}$	2906 ± 2	$2,0 \pm 0,3$	-0,1967
15	10	$1,5 \times 10^{-07}$	3047,1	$2,0 \pm 0,3$	-0,0740
15	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	3188 ± 1	$2,1 \pm 0,2$	-0,0838

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
15	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3328,978 \pm 0,009$	$2,7 \pm 0,3$	-0,0653
15	13	$1,1 \times 10^{-07}$	3470,0	$2,4 \pm 0,4$	-0,0233
15	14	$8,6 \times 10^{-08}$	3611,4	$3,3 \pm 0,4$	-0,0897
15	15	$4,0 \times 10^{-08}$	3894,8	$4,4 \pm 1,0$	-0,4530
15	16	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4035,596 \pm 0,004$	3 ± 4	0,5340
15	17	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$4178,53 \pm 0,05$	4 ± 2	-0,4970
15	19	$2,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4459,387 \pm 0,005$	$0,0 \pm 0,1$	2,5440
15	20	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4605,321 \pm 0,009$	$0,00 \pm 0,03$	-0,9053
16	3	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$1933,279 \pm 0,005$	$0,6 \pm 1,0$	-0,1673
16	4	$1,4 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2094,628 \pm 0,003$	28,0	-13,0993
16	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2229,335 \pm 0,003$	$0,3 \pm 0,2$	-1,0261
16	6	$2,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2373,222 \pm 0,002$	$1,6 \pm 0,6$	-0,6202
16	7	$4,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2515,028 \pm 0,001$	$1,8 \pm 0,4$	-0,3019
16	8	$6,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2657,297 \pm 0,001$	$2,1 \pm 0,2$	-0,4936
16	9	$9,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2799,613 \pm 0,002$	$2,1 \pm 0,1$	-0,1351
16	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2941,820 \pm 0,002$	$2,3 \pm 0,1$	-0,0990
16	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3083,538 \pm 0,004$	$2,35 \pm 0,09$	-0,1283
16	12	$1,7 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3225,064 \pm 0,007$	$2,23 \pm 0,09$	-0,2047
16	13	$1,5 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-11}$	$3366,370 \pm 0,008$	$2,6 \pm 0,1$	-0,0722
16	14	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3508,24 \pm 0,01$	$3,2 \pm 0,2$	-0,3464
16	15	$8,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3649,866 \pm 0,004$	$4,1 \pm 0,3$	-0,3463
16	16	$6,1 \times 10^{-08}$	3791,9	$4,5 \pm 0,4$	-0,2932

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
16	17	$4,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3934,19 \pm 0,09$	$6,6 \pm 0,9$	-0,6862
16	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4076,6 \pm 0,3$	3 ± 2	-0,5083
16	19	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$4219,297 \pm 0,003$	$5,3 \pm 0,8$	-1,3708
16	20	$2,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4361,8 \pm 0,4$	19 ± 5	-1,5925
17	2	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$1811,9 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,2$	0,0840
17	3	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1963,2 \pm 0,7$	1 ± 2	0,0719
17	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2112,8 \pm 0,5$	$0,3 \pm 0,6$	0,1198
17	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2260,6 \pm 0,4$	2 ± 2	-0,2825
17	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2405,6 \pm 0,3$	2 ± 1	-0,6188
17	7	$3,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2548,2 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,6$	-0,0787
17	8	$6,7 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2691,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,5$	-0,2581
17	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2834,40 \pm 0,09$	$2,2 \pm 0,3$	-0,2710
17	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2977,17 \pm 0,08$	$2,1 \pm 0,2$	0,0237
17	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3119,55 \pm 0,08$	$2,4 \pm 0,2$	-0,1738
17	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3261,4 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,2$	-0,1369
17	13	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3403,6 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,3$	-0,1703
17	14	$1,1 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3545,6 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,3$	-0,0671
17	15	$7,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3688,3 \pm 0,4$	$3,6 \pm 0,4$	-0,7055
17	16	$6,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3830,3 \pm 0,6$	6 ± 2	-0,5317
17	17	$3,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3973,0 \pm 0,8$	$5,8 \pm 0,7$	0,1131
17	18	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4114,60 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,1$	0,2299
17	19	$7,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-10}$	$4257,2$	2 ± 4	-0,8199

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
17	20	$9,8 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-07}$	$4399,232 \pm 0,003$	1 ± 3	-0,2503
18	2	$5,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{+01}$	$1839,759 \pm 0,004$	0 ± 3	0,1075
18	3	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1992,9 \pm 0,2$	3 ± 4	-0,0566
18	4	$9,9 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2143,7 \pm 0,5$	$0,7 \pm 0,6$	-0,0328
18	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2291,3 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,9$	0,2143
18	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2437,2 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,6$	-0,3470
18	7	$4,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2581,0 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,4$	-0,2739
18	8	$7,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2724,90 \pm 0,09$	$2,3 \pm 0,3$	-0,1403
18	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2868,69 \pm 0,07$	$2,3 \pm 0,1$	-0,0101
18	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3012,16 \pm 0,06$	$2,4 \pm 0,1$	-0,0949
18	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3154,78 \pm 0,07$	$2,5 \pm 0,1$	-0,0097
18	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3297,48 \pm 0,08$	$2,8 \pm 0,1$	-0,1887
18	13	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3439,9 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,2$	0,0526
18	14	$9,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3582,6 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	-0,1231
18	16	$5,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3868,4 \pm 0,3$	$5,7 \pm 0,5$	-0,3757
18	17	$4,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4011,5 \pm 0,5$	$6,9 \pm 1,0$	-0,5047
18	18	$3,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	4155 ± 1	$8,3 \pm 1,0$	-1,5416
18	20	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$4441,21 \pm 0,05$	1 ± 2	-1,9771
19	3	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2022,1 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,2$	-0,3904
19	4	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2174,6 \pm 0,9$	$1,5 \pm 0,6$	-0,8625
19	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-04}$	$2322,1$	$2,5 \pm 0,7$	0,0968
19	6	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2468 ± 2	$1,3 \pm 0,3$	-0,3853

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
19	7	$4,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	2613 ± 28	$2,2 \pm 0,2$	-0,2798
19	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2758 ± 2	$2,1 \pm 0,1$	-0,0271
19	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2902,6 \pm 0,8$	$2,26 \pm 0,09$	-0,0910
19	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3046,6 \pm 0,4$	$2,47 \pm 0,07$	-0,0327
19	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3190,0 \pm 0,3$	$2,65 \pm 0,07$	-0,1270
19	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3333,0 \pm 0,2$	$2,71 \pm 0,07$	-0,3334
19	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3476,1 \pm 0,1$	$2,98 \pm 0,10$	-0,1965
19	14	$8,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3619,7 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	-0,5415
19	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4335,74 \pm 0,09$	$7,1 \pm 0,6$	0,7806
20	0	$2,7 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1733,8 \pm 0,1$	$0,6 \pm 1,0$	0,3246
20	3	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2203,4 \pm 0,2$	$2,07 \pm 0,02$	-0,3009
20	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2353,0 \pm 0,2$	$2,62 \pm 0,02$	-0,6406
20	5	$3,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2499,3 \pm 0,5$	$2,261 \pm 0,010$	-0,4211
20	6	$5,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2645 ± 1	$2,363 \pm 0,006$	-0,2688
20	7	$9,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2791 ± 1	$2,263 \pm 0,003$	-0,1121
20	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-06}$	$2935,9 \pm 0,6$	$2,302 \pm 0,003$	-0,0082
20	9	$1,7 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3080,51 \pm 0,06$	$2,302 \pm 0,002$	-0,1211
20	10	$1,7 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3224,47 \pm 0,04$	$2,613 \pm 0,002$	-0,0815
20	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-06}$	$3368,18 \pm 0,01$	$2,936 \pm 0,003$	-0,2611
20	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-05}$	3512 ± 79	$2,952 \pm 0,003$	-0,2519
20	13	$7,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3656,1 \pm 0,3$	$3,930 \pm 0,006$	-0,6110
20	14	$5,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3799,9$	$4,238 \pm 0,008$	-0,6829

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
20	15	$2,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3926,2 \pm 0,1$	42,1	16,8846
20	17	$2,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4230,2 \pm 0,2$	$6,78 \pm 0,04$	0,3763
20	19	$1,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4520,8 \pm 0,1$	$6,84 \pm 0,02$	-1,8355
21	0	$2,0 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1213,64 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,3$	-0,0964
21	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1919,95 \pm 0,06$	0 ± 2	-0,1714
21	6	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2232,01 \pm 0,05$	2 ± 3	-0,1994
21	7	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2382,01 \pm 0,04$	3 ± 3	-0,1851
21	8	$3,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2529,66 \pm 0,04$	2 ± 2	-0,3778
21	9	$6,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2676,36 \pm 0,05$	$2,3 \pm 0,9$	-0,1833
21	10	$9,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2822,92 \pm 0,07$	$2,4 \pm 0,5$	0,0385
21	11	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2968,8 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,5$	0,2053
21	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3114,0 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,3$	-0,0546
21	13	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3258,4 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$	0,1138
21	14	$1,3 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3403,0 \pm 0,6$	$3,0 \pm 0,4$	-0,1152
21	15	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3547,4 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,7$	-0,0882
21	16	$7,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3692 ± 2	$4,1 \pm 0,8$	-0,2582
21	17	$4,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-07}$	$3836,0 \pm 0,7$	4 ± 1	-0,4272
21	18	$1,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$3979,37 \pm 0,02$	1 ± 3	-0,0288
21	20	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4267,79 \pm 0,10$	1 ± 4	0,4502
21	22	$1,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4556,7 \pm 0,7$	2 ± 12	0,7210
21	23	$3,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4700,5 \pm 0,2$	3 ± 19	-0,3976
22	3	$2,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2105,5 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,1$	-0,7827

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
22	4	$3,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2260,6 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,2$	-0,5760
22	5	$2,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2410,9 \pm 0,3$	$2,4 \pm 0,5$	-0,1241
22	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2559,3 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,3$	-0,0767
22	7	$7,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2707,2 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	-0,1178
22	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2854,66 \pm 0,08$	$2,4 \pm 0,1$	0,0621
22	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3001,46 \pm 0,07$	$2,39 \pm 0,08$	-0,0314
22	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3147,05 \pm 0,08$	$2,51 \pm 0,08$	0,0008
22	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3292,4 \pm 0,1$	$2,69 \pm 0,07$	0,0368
22	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3437,2 \pm 0,1$	$2,72 \pm 0,09$	0,2239
22	13	$9,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3582,3 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,2$	-0,1482
22	14	$6,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3727,2 \pm 0,5$	$4,2 \pm 0,3$	-0,3076
22	15	$4,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3872,0 \pm 0,4$	$5,2 \pm 0,3$	-0,4485
22	16	$1,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4015,65 \pm 0,08$	$1,4 \pm 0,6$	0,5127
22	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	4311 ± 2	$52,5$	-5,4637
22	20	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	4596 ± 1	9 ± 2	-1,2888
23	1	$1,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$1632,0 \pm 0,2$	1 ± 1	0,8010
23	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$2133,02 \pm 0,01$	2 ± 4	-1,9588
23	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2287,8 \pm 0,9$	3 ± 1	-0,3714
23	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	2439 ± 1	$2,4 \pm 0,7$	-0,2932
23	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2589,0 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,4$	-0,4544
23	8	$7,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2737,6 \pm 0,4$	$2,4 \pm 0,2$	-0,0967
23	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2886,2 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	-0,1331

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
23	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3033,5 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,1$	0,0111
23	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3179,9 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	-0,1264
23	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3325,44 \pm 0,06$	$2,9 \pm 0,1$	0,1139
23	13	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3471,29 \pm 0,05$	$2,8 \pm 0,2$	0,0234
23	14	$8,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3616,81 \pm 0,05$	$3,3 \pm 0,2$	-0,0640
23	16	$4,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3907,84 \pm 0,05$	$5,4 \pm 0,5$	-0,4498
23	17	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4052,98 \pm 0,07$	$5,6 \pm 1,0$	-0,6331
23	20	$4,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4485,29 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,5$	1,4145
24	4	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2314,5 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,6$	-0,3239
24	5	$2,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2467,9 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,4$	-0,9247
24	6	$5,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2617,8 \pm 0,3$	$2,3 \pm 0,2$	-0,2215
24	7	$7,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2767,6 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,1$	0,0341
24	8	$1,2 \times 10^{-07}$	2917,1	$2,71 \pm 0,08$	-0,1778
24	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3065,0 \pm 0,6$	$2,54 \pm 0,08$	0,0021
24	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-08}$	$3211,89 \pm 0,01$	$2,78 \pm 0,07$	0,0923
24	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-05}$	3359 ± 24	$3,19 \pm 0,08$	-0,1045
24	12	$1,0 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-02}$	3505 ± 8	$3,2 \pm 0,2$	-0,0795
24	13	$6,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$3651,09 \pm 0,02$	$3,5 \pm 0,2$	-0,1251
24	14	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3808,77 \pm 0,06$	35 ± 2	-11,5380
24	15	$2,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3941,3 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,3$	1,3021
24	16	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4087,5 \pm 0,3$	3 ± 2	0,4030
24	19	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4522,9 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,3$	1,1750

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
24	21	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4812,74 \pm 0,08$	6,3	1,0628
25	0	$6,6 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1489,33 \pm 0,06$	$0,0 \pm 0,5$	0,1508
25	1	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1673,81 \pm 0,04$	$0,04 \pm 0,01$	0,3233
25	4	$8,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2183,14 \pm 0,03$	$3,8 \pm 0,4$	-1,3909
25	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2340,88 \pm 0,03$	$2,9 \pm 0,2$	-0,3497
25	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2494,44 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,1$	-0,1593
25	7	$5,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2646,24 \pm 0,04$	$2,67 \pm 0,06$	-0,0745
25	8	$8,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2797,56 \pm 0,06$	$2,69 \pm 0,03$	-0,3195
25	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2947,5 \pm 0,2$	$2,58 \pm 0,02$	-0,2870
25	10	$1,5 \times 10^{-07}$	3096,4	$2,97 \pm 0,02$	-0,2478
25	11	$1,5 \times 10^{-07}$	3243,8	$3,12 \pm 0,02$	0,0405
25	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-10}$	$3391,4 \pm 0,4$	$3,39 \pm 0,02$	-0,2332
25	13	$9,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	3538,3	$3,62 \pm 0,03$	-0,2132
25	14	$6,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3685,2 \pm 0,2$	$3,91 \pm 0,05$	-0,1892
25	15	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-01}$	$3831,50300 \pm 0,00006$	$4,17 \pm 0,08$	-0,5577
25	16	$3,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3978,055 \pm 0,010$	$6,6 \pm 0,3$	-0,6827
25	17	$3,9 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-11}$	$4111,986 \pm 0,009$	8 ± 1	11,3539
25	19	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$4416,467 \pm 0,004$	$0,22 \pm 0,04$	-0,2899
25	20	$1,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$4564,568 \pm 0,002$	$0,23 \pm 0,05$	-2,8320
26	2	$4,2 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-11}$	$1868,994 \pm 0,001$	1 ± 3	-0,0067
26	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2206,347 \pm 0,001$	$0,0 \pm 0,1$	-0,3787
26	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$2366,5323 \pm 0,0008$	3 ± 1	-0,5567

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
26	6	$3,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2521,6648 \pm 0,0008$	$2,3 \pm 0,5$	-0,4356
26	7	$6,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$2674,574 \pm 0,001$	$2,5 \pm 0,4$	-0,3075
26	8	$9,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2826,684 \pm 0,001$	$2,6 \pm 0,2$	-0,1901
26	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2977,374 \pm 0,002$	$2,6 \pm 0,2$	0,0338
26	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3127,073 \pm 0,003$	$2,9 \pm 0,1$	-0,1300
26	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-11}$	$3275,57 \pm 0,05$	$3,0 \pm 0,2$	-0,1804
26	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3423,26 \pm 0,02$	$3,3 \pm 0,2$	0,0250
26	13	$8,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$3571,34 \pm 0,01$	$4,4 \pm 0,3$	-0,4160
26	14	$7,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-11}$	3718,6	$4,6 \pm 0,6$	-0,2348
26	15	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-11}$	$3865,83 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,7$	-0,7630
26	16	$2,5 \times 10^{-08}$	4026,6	41 ± 5	-14,3569
26	17	$2,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4193,8 \pm 0,3$	9 ± 1	-34,2704
26	18	$8,6 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-07}$	$4304,51 \pm 0,03$	2 ± 3	0,7187
26	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-05}$	4487 ± 223	7 ± 2	-34,2247
26	20	$6,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-07}$	$4597,18 \pm 0,02$	$0,0 \pm 0,2$	2,5055
26	21	$2,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$4739,8 \pm 0,7$	$0,1 \pm 0,4$	3,3645
27	3	$1,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	2062,0	$0,3 \pm 0,2$	-0,0640
27	4	$3,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	2230 ± 1	$0,037 \pm 0,008$	-0,5322
27	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2391 ± 1	$2,4 \pm 0,2$	0,1319
27	6	$4,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2547,6 \pm 0,6$	$2,6 \pm 0,1$	-0,1295
27	7	$6,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2702,2 \pm 0,4$	$2,72 \pm 0,08$	-0,2821
27	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2855,3 \pm 0,2$	$3,06 \pm 0,05$	0,0018

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
27	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3007,2 \pm 0,2$	$2,86 \pm 0,04$	-0,1884
27	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3157,1 \pm 0,1$	$2,74 \pm 0,03$	-0,0220
27	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3306,6 \pm 0,1$	$3,00 \pm 0,04$	-0,1747
27	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3455,3 \pm 0,2$	$4,18 \pm 0,07$	-0,0870
27	13	$4,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3623,4 \pm 0,3$	$45,3 \pm 0,8$	-19,9524
27	14	$4,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3751,3 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,1$	0,2541
27	16	$2,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4046,6 \pm 0,5$	$6,5 \pm 0,2$	0,0364
27	17	$5,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	4194 ± 1	2 ± 1	-0,5851
27	18	$5,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	$4341,84 \pm 0,02$	$2,1 \pm 0,9$	-0,8930
27	21	$6,3 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-08}$	4779 ± 1	15 ± 2	-2,9324
28	3	$8,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-06}$	$2084,753 \pm 0,008$	1 ± 2	-0,9036
28	4	$4,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	2241 ± 4	13,1	11,6605
28	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	2416 ± 8	$2,7 \pm 0,8$	-0,4617
28	6	$4,1 \times 10^{-08}$	2573,5	$3,0 \pm 0,7$	-0,1060
28	7	$6,8 \times 10^{-08}$	2729,5	$2,5 \pm 0,3$	-0,2110
28	8	$9,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2883,69 \pm 0,04$	$2,9 \pm 0,2$	-0,0464
28	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3036,34 \pm 0,07$	$2,7 \pm 0,2$	-0,1963
28	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3187,1 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	0,0373
28	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3337,4 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,2$	-0,1859
28	12	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3486,98 \pm 0,06$	$3,9 \pm 0,3$	-0,4370
28	13	$8,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3635,95 \pm 0,05$	$3,6 \pm 0,5$	-0,2298
28	15	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3941,09 \pm 0,03$	33 ± 3	-8,2228

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
28	16	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4081,27 \pm 0,04$	7 ± 2	-0,8810
28	17	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4228,81 \pm 0,03$	9 ± 4	-0,6391
28	18	$5,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4374,97 \pm 0,04$	1 ± 3	1,4197
28	19	$3,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4480,97 \pm 0,07$	265,8	38,5751
29	0	$9,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1563,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,2$	0,4979
29	4	$2,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2283,5 \pm 0,1$	25,2	-8,2773
29	5	$2,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2439,4 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,5$	-0,3753
29	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2599,074 \pm 0,004$	$2,7 \pm 0,4$	-0,5073
29	7	$6,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	2756 ± 1	$2,6 \pm 0,2$	-0,4561
29	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-08}$	2912,0	$3,1 \pm 0,2$	-0,2119
29	9	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3065,0 \pm 0,8$	$2,8 \pm 0,1$	-0,1741
29	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-06}$	3217 ± 2	$3,0 \pm 0,1$	-0,1891
29	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{+00}$	$3367,723 \pm 0,010$	$3,1 \pm 0,1$	-0,0530
29	12	$9,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3518,3 \pm 0,5$	$3,6 \pm 0,2$	-0,4950
29	13	$7,5 \times 10^{-08}$	3667,8	$4,7 \pm 0,4$	-0,2409
29	14	$5,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-02}$	$3817,122 \pm 0,002$	$4,9 \pm 0,5$	-0,1195
29	15	$3,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3966 ± 1	$4,5 \pm 0,4$	-0,3346
29	16	$3,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4115,6 \pm 0,5$	9 ± 3	-1,1515
29	18	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4411,6 \pm 0,3$	1 ± 2	-1,1973
29	19	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4704,6 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,3$	0,5684
29	20	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4853,43 \pm 0,10$	$0,3 \pm 0,4$	-1,1243
30	2	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1950,47 \pm 0,07$	$0,09 \pm 0,06$	-0,6096

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
30	3	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2127,93 \pm 0,05$	$0,2 \pm 0,1$	-1,6377
30	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2297,57 \pm 0,05$	$2,1 \pm 0,4$	-0,3778
30	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2462,75 \pm 0,06$	$2,4 \pm 0,2$	-0,6107
30	6	$4,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2624,00 \pm 0,07$	$3,2 \pm 0,2$	-0,5651
30	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2782,55 \pm 0,09$	$3,0 \pm 0,1$	-0,0814
30	8	$1,1 \times 10^{-07}$	2939,0	$3,00 \pm 0,06$	-0,0674
30	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3093,5 \pm 0,2$	$2,99 \pm 0,07$	-0,1549
30	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3246,3 \pm 0,4$	$2,87 \pm 0,05$	-0,3174
30	11	$1,0 \times 10^{-07}$	3397,5	$2,97 \pm 0,06$	0,0733
30	12	$8,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-07}$	3548,7	$3,93 \pm 0,10$	0,0347
30	13	$7,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3699,3 \pm 0,3$	$4,6 \pm 0,1$	-0,4561
30	14	$4,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	3847 ± 7	$3,0 \pm 0,1$	2,2149
30	15	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-01}$	$3998,8827 \pm 0,0008$	$6,6 \pm 0,5$	-0,0082
30	16	$2,5 \times 10^{-08}$	4181,6	$12,6 \pm 0,5$	-34,1360
30	19	$8,6 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4593,673 \pm 0,003$	$0,2 \pm 0,2$	-2,8058
31	0	$4,4 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-08}$	$1567,54 \pm 0,02$	4,5	31,8507
31	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2146,6 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,7$	0,4500
31	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2319,1 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,5$	-0,3200
31	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2485,5 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	-0,5663
31	6	$5,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2648,02 \pm 0,08$	$2,7 \pm 0,1$	-0,2567
31	7	$8,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2808,44 \pm 0,06$	$2,73 \pm 0,09$	-0,1022
31	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2966,59 \pm 0,04$	$2,72 \pm 0,07$	-0,4612

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
31	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3121,79 \pm 0,03$	$3,62 \pm 0,08$	-0,3238
31	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3274,94 \pm 0,03$	$3,07 \pm 0,05$	-0,2560
31	11	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3427,51 \pm 0,04$	$3,6 \pm 0,1$	-0,2197
31	12	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3574,00 \pm 0,06$	16 ± 1	5,1601
31	13	$6,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3730,84 \pm 0,07$	$4,2 \pm 0,3$	-0,4157
31	14	$4,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3881,0 \pm 0,7$	$7,1 \pm 0,9$	-0,2729
31	15	$3,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4029,7 \pm 0,1$	1 ± 1	1,6119
31	17	$2,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4332,0 \pm 0,5$	10 ± 4	-2,5190
32	0	$3,7 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-08}$	1617 ± 1	$0,05 \pm 0,09$	-0,9325
32	3	$5,2 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2186,5 \pm 0,3$	5 ± 5	-19,1543
32	4	$1,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2340,0 \pm 0,1$	2 ± 2	-0,0183
32	5	$3,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-04}$	2508 ± 12	$3,4 \pm 0,9$	-0,3522
32	6	$5,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2672 ± 2	$3,0 \pm 0,6$	-0,2594
32	7	$9,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2833,6 \pm 0,6$	$2,8 \pm 0,3$	0,0708
32	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2992,835 \pm 0,006$	$2,8 \pm 0,2$	-0,0720
32	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3148,858 \pm 0,002$	$3,0 \pm 0,2$	0,1449
32	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-07}$	3303 ± 1	$3,7 \pm 0,3$	0,2126
32	11	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3457,0 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,3$	-0,3097
32	12	$7,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3609,44 \pm 0,06$	$4,0 \pm 0,4$	-0,1454
32	13	$5,6 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3761,76 \pm 0,04$	$4,4 \pm 0,8$	-0,3773
33	1	$1,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$1634,61 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,2$	-1,3522
33	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2360,98 \pm 0,01$	3 ± 2	-0,1275

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
33	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2529,439 \pm 0,010$	$3,0 \pm 0,9$	-0,3120
33	7	$5,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$2695,238 \pm 0,009$	$3,1 \pm 0,5$	-0,3014
33	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2858,532 \pm 0,008$	$3,0 \pm 0,3$	-0,0427
33	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3018,86 \pm 0,01$	$2,7 \pm 0,2$	-0,0138
33	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3175,88 \pm 0,01$	$3,4 \pm 0,2$	0,1420
33	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3331,69 \pm 0,02$	$3,9 \pm 0,2$	-0,1569
33	12	$9,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3485,71 \pm 0,03$	$3,8 \pm 0,4$	0,0065
33	13	$5,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3639,29 \pm 0,08$	$3,9 \pm 0,5$	-0,1790
33	14	$5,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3792,2 \pm 0,5$	$4,3 \pm 0,7$	-0,5644
33	15	$2,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3958,3 \pm 0,2$	21 ± 2	-14,4825
33	17	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4245,87 \pm 0,02$	1 ± 3	-0,7784
33	18	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4395,40 \pm 0,03$	7 ± 7	1,4660
34	2	$1,1 \times 10^{-08}$	2027,3	1 ± 1	-1,0184
34	3	$1,1 \times 10^{-08}$	2206,3	$0,3 \pm 0,5$	0,6860
34	4	$2,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2381,344 \pm 0,008$	3 ± 1	-0,0775
34	5	$3,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2551 ± 1	$3,7 \pm 1,0$	-0,1825
34	6	$6,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-06}$	2718 ± 3	$3,3 \pm 0,4$	-0,4669
34	7	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2883,03 \pm 0,06$	$3,4 \pm 0,3$	-0,0903
34	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3044,5 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,2$	-0,1213
34	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3203,0 \pm 0,3$	$3,1 \pm 0,2$	-0,3003
34	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3359,5 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,3$	-0,3947
34	11	$9,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3514,30 \pm 0,10$	$4,0 \pm 0,3$	0,0869

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
34	12	$7,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3669,26 \pm 0,08$	$4,7 \pm 0,5$	-0,8107
34	14	$3,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3975,58 \pm 0,07$	5 ± 3	-1,4077
34	15	$2,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4126,66 \pm 0,08$	6 ± 3	-0,4423
34	17	$5,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4434,94 \pm 0,09$	$0,4 \pm 1,0$	-3,0079
34	18	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4600,5 \pm 0,1$	14 ± 3	-23,8611
35	0	$7,7 \times 10^{-10} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1665,3 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,2$	0,7324
35	3	$2,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2226,4 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,3$	0,0766
35	4	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	2402 ± 2	3 ± 1	-0,4346
35	5	$3,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2572,1 \pm 0,8$	$2,8 \pm 0,5$	-0,3354
35	6	$7,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2740,8 \pm 1,0$	$3,2 \pm 0,3$	-0,3117
35	7	$9,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	2907 ± 1	$2,9 \pm 0,2$	-0,2632
35	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3069,6 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,2$	-0,0444
35	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3229,2 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,1$	-0,0920
35	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3386,81 \pm 0,02$	$3,4 \pm 0,2$	-0,2562
35	11	$9,0 \times 10^{-08}$	$3543,2$	$4,4 \pm 0,4$	-0,3663
35	12	$7,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3698,11 \pm 0,07$	$4,5 \pm 0,5$	-0,3762
35	13	$4,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3852,444 \pm 0,005$	$4,8 \pm 0,8$	-0,6086
35	14	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4004,90 \pm 0,09$	2 ± 2	-0,0244
35	15	$2,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4157,25 \pm 0,05$	7 ± 3	-0,1183
35	16	$2,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4334,56 \pm 0,03$	23 ± 3	-23,9275
35	17	$4,1 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4461,55 \pm 0,02$	0 ± 1	-0,6430
35	19	$7,7 \times 10^{-10} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4957,23 \pm 0,02$	$42,2$	-39,6701

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
36	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2063,57 \pm 0,01$	$0,0192 \pm 0,0003$	-0,5203
36	4	$9,9 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2245,80 \pm 0,02$	$1,955 \pm 0,008$	-0,2984
36	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2421,21 \pm 0,03$	$2,910 \pm 0,007$	-0,1452
36	6	$4,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$2593,2 \pm 0,3$	$2,780 \pm 0,003$	-0,5583
36	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2762,61 \pm 0,05$	$3,222 \pm 0,002$	-0,0108
36	8	$1,0 \times 10^{-07}$	$2930,4$	$2,923 \pm 0,001$	-0,1398
36	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3094,3 \pm 0,1$	$3,306 \pm 0,001$	-0,0901
36	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3255,2 \pm 0,4$	$3,126 \pm 0,001$	-0,1045
36	11	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3413,5 \pm 0,4$	$3,933 \pm 0,001$	0,0836
36	12	$8,7 \times 10^{-08}$	$3571,0$	$5,001 \pm 0,002$	-0,1659
36	13	$3,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3745,850 \pm 0,003$	$21,879 \pm 0,009$	-19,1569
36	14	$4,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3881,8 \pm 0,8$	$5,396 \pm 0,004$	-0,0499
36	15	$3,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-03}$	$4035,4$	$7,81 \pm 0,03$	0,0919
36	16	$3,3 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-03}$	$4188,5$	$0,432 \pm 0,010$	0,7036
36	17	$8,7 \times 10^{-09}$	$4342,0$	$4,61 \pm 0,01$	-1,3722
36	19	$4,2 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4623,9 \pm 0,8$	$25,9$	20,1041
36	20	$9,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	4830 ± 9	$11,47 \pm 0,02$	-33,2678
37	2	$5,2 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1891,7 \pm 0,4$	2 ± 3	0,5025
37	3	$3,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2082,2 \pm 0,3$	$0,01 \pm 0,02$	-1,0804
37	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2441,2 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,7$	-0,5676
37	6	$4,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2613,57 \pm 0,10$	$2,8 \pm 0,2$	-0,2376
37	7	$7,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2784,49 \pm 0,07$	$3,4 \pm 0,2$	0,0763

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
37	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2953,35 \pm 0,07$	$3,3 \pm 0,1$	-0,0142
37	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3118,51 \pm 0,08$	$3,5 \pm 0,1$	0,0672
37	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3280,7 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,1$	-0,1616
37	11	$9,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3440,5 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,2$	-0,1116
37	12	$7,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	3598 ± 3	$4,4 \pm 0,2$	0,0678
37	13	$3,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	3769 ± 1	28 ± 1	-13,8693
37	14	$4,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3911,0 \pm 0,7$	$6,2 \pm 0,7$	-0,1500
37	15	$7,1 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	4065 ± 1	1 ± 1	0,8089
37	16	$1,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	4218 ± 1	$3,5 \pm 1,0$	0,4321
37	18	$4,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4528,6$	$0,2 \pm 0,6$	-0,7042
37	19	$4,7 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4678,72 \pm 0,02$	7 ± 5	-4,1367
38	5	$1,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2300,52 \pm 0,02$	20 ± 17	-17,7784
38	6	$8,0 \times 10^{-09}$	$2457,0$	5 ± 3	2,9776
38	7	$5,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	2634 ± 7	$3,5 \pm 0,6$	-0,2962
38	8	$6,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2806,0 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,3$	0,1002
38	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2976,1 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,2$	-0,2296
38	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3142,36 \pm 0,09$	$3,6 \pm 0,2$	-0,0587
38	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3305,85 \pm 0,07$	$3,4 \pm 0,2$	-0,1752
38	12	$9,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3466,74 \pm 0,05$	$3,2 \pm 0,2$	-0,0838
38	13	$7,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3626,23 \pm 0,06$	$4,4 \pm 0,8$	-0,2865
38	14	$4,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3802,62 \pm 0,06$	33 ± 3	-19,0377
38	16	$6,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4094,50 \pm 0,08$	1 ± 3	0,9127

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
38	17	$5,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4250,3 \pm 0,1$	1 ± 2	-1,3626
38	18	$9,8 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4402,8 \pm 0,2$	7 ± 4	1,8267
38	19	$2,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4558,1 \pm 0,2$	0 ± 1	-1,5703
38	20	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4708,0 \pm 0,7$	0 ± 2	0,2001
38	21	$1,3 \times 10^{-08}$	4858,8	1 ± 3	0,4106
39	2	$4,9 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-08}$	$1925,6 \pm 0,5$	1 ± 1	-0,4217
39	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2479,4 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,4$	-0,3588
39	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2653,9 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,1$	-0,0652
39	7	$7,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{+01}$	$2827,2848 \pm 0,0007$	$3,1 \pm 0,1$	-0,0177
39	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2998,05 \pm 0,04$	$3,36 \pm 0,07$	0,0968
39	9	$4,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3158,70 \pm 0,06$	$7,0 \pm 0,4$	7,0441
39	10	$9,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3330,6 \pm 0,2$	$2,08 \pm 0,05$	-0,2820
39	11	$8,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3518,4 \pm 0,1$	$4,14 \pm 0,07$	-25,8444
39	12	$6,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3652,50 \pm 0,08$	$4,0 \pm 0,1$	0,3847
39	13	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3811,47 \pm 0,05$	$1,3 \pm 0,3$	-0,2343
39	14	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3969,49 \pm 0,03$	$3,7 \pm 0,9$	-0,7436
39	16	$2,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4279,36 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,4$	1,8679
39	17	$4,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4587,62 \pm 0,02$	1 ± 1	-0,8699
40	0	$2,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1529,45 \pm 0,03$	$0,0 \pm 0,2$	0,9426
40	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2319,79 \pm 0,04$	$3,0 \pm 0,1$	-0,4849
40	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2498,07 \pm 0,06$	$3,31 \pm 0,08$	-0,2700
40	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2673,69 \pm 0,07$	$2,08 \pm 0,03$	0,1129

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
40	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2848,5 \pm 0,2$	$3,18 \pm 0,03$	-0,2949
40	8	$9,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3019,8 \pm 0,3$	$2,05 \pm 0,01$	0,1625
40	9	$1,3 \times 10^{-07}$	3188,7	$3,55 \pm 0,02$	-0,0539
40	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3354,7 \pm 0,1$	$3,72 \pm 0,02$	-0,0193
40	13	$2,9 \times 10^{-08}$	3853,7	$23,8 \pm 0,2$	-15,0279
40	14	$2,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-11}$	3997,1	$0,47 \pm 0,05$	-0,5388
40	19	$1,7 \times 10^{-08}$	4775,4	$0,08 \pm 0,01$	-2,5816
41	0	$5,0 \times 10^{-10} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1544,384 \pm 0,001$	0 ± 2	-0,0351
41	2	$2,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1953,3 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,2$	4,0640
41	3	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2152,7 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,2$	-1,5454
41	4	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2337,5 \pm 0,1$	3 ± 2	-0,3673
41	5	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2516,45 \pm 0,06$	4 ± 2	-0,0721
41	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2692,67 \pm 0,04$	$2,2 \pm 0,7$	0,8060
41	7	$8,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2868,89 \pm 0,03$	$2,9 \pm 0,4$	0,0517
41	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3041,47 \pm 0,03$	$3,5 \pm 0,3$	0,1566
41	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3211,54 \pm 0,03$	$3,6 \pm 0,3$	-0,2920
41	10	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3378,50 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,4$	0,0310
41	11	$7,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3543,9 \pm 0,5$	4 ± 1	-0,5241
41	12	$6,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3706,00 \pm 0,09$	6 ± 2	-0,3197
41	13	$4,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3866,4 \pm 0,2$	7 ± 2	-0,4848
41	15	$9,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4184,0 \pm 0,5$	1 ± 2	-1,7601
41	16	$1,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	4337 ± 2	28,2	3,5624

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
41	18	$2,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4648,4 \pm 0,8$	$0,1 \pm 0,7$	-1,4157
42	1	$6,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1558,32 \pm 0,07$	1 ± 3	-0,0727
42	2	$8,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1773,77 \pm 0,02$	0 ± 1	-1,1879
42	3	$1,3 \times 10^{-08}$	$1973,2$	0 ± 1	0,1434
42	4	$1,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	2172 ± 3	$86,1$	-3,6269
42	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2354,8 \pm 0,7$	3 ± 3	-0,0746
42	6	$2,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2535,6 \pm 0,4$	3 ± 1	-0,5768
42	7	$5,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2713,3 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,7$	-0,3827
42	8	$7,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2889,1 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,3$	0,1495
42	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3062,8 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,3$	0,0822
42	10	$1,0 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3255,28 \pm 0,09$	$4,7 \pm 0,3$	-21,7768
42	11	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3402,0 \pm 0,1$	$3,9 \pm 0,5$	0,1104
42	12	$8,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3568,0 \pm 0,1$	6 ± 2	0,1706
42	15	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4052,2 \pm 0,2$	5 ± 2	1,4771
42	18	$1,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4682,0 \pm 0,3$	3 ± 18	-0,8178
43	3	$3,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	1986 ± 4	1 ± 3	2,5963
43	5	$1,6 \times 10^{-08}$	$2372,7$	3 ± 2	-0,5518
43	6	$3,3 \times 10^{-08}$	$2553,5$	$3,2 \pm 0,8$	-0,2434
43	7	$6,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-01}$	$2732,549 \pm 0,001$	$3,9 \pm 0,8$	-0,1999
43	8	$9,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$2909,6 \pm 0,9$	$3,0 \pm 0,2$	-0,0174
43	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-06}$	3084 ± 6	$3,2 \pm 0,2$	0,0275
43	10	$1,2 \times 10^{-07}$	$3255,4$	$4,1 \pm 0,3$	0,1748

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
43	11	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3445,4 \pm 0,1$	25 ± 2	-20,2192
43	12	$4,4 \times 10^{-08}$	3592,0	$2,2 \pm 0,3$	0,5183
43	13	$5,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-06}$	3758 ± 3	5 ± 1	-0,2957
43	14	$3,3 \times 10^{-08}$	3933,1	30 ± 2	-13,9367
43	15	$1,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4079,6 \pm 0,7$	5 ± 1	1,1596
43	16	$1,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4240,0 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,8$	0,7515
43	17	$1,8 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4403,1 \pm 0,2$	1 ± 4	0,3102
44	0	$9,4 \times 10^{-10} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1585,8 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,9$	-0,5910
44	3	$6,2 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2200,66 \pm 0,09$	$0,30 \pm 0,02$	0,7059
44	4	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2389,67 \pm 0,09$	$3,54 \pm 0,05$	-0,2841
44	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2571,6 \pm 0,1$	$2,20 \pm 0,01$	-0,2675
44	6	$6,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2751,6 \pm 0,2$	$3,65 \pm 0,01$	-0,0217
44	7	$6,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2928,8 \pm 0,2$	$1,777 \pm 0,005$	0,8534
44	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3104,9 \pm 0,3$	$3,635 \pm 0,006$	-0,0942
44	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	3277 ± 1	$3,970 \pm 0,006$	0,0538
44	10	$7,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3447,9 \pm 0,3$	$3,109 \pm 0,007$	-0,0564
44	11	$5,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$3615,7 \pm 0,7$	$2,925 \pm 0,008$	0,6137
44	13	$8,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	4111 ± 2	$3,35 \pm 0,10$	-2,6774
44	17	$9,9 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-07}$	$4741,615 \pm 0,005$	$0,33 \pm 0,03$	-0,8510
45	4	$8,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-06}$	2233,2	8 ± 2	-15,3502
45	5	$1,6 \times 10^{-08}$	2406,9	3 ± 1	-0,3591
45	6	$3,6 \times 10^{-08}$	2589,7	$3,6 \pm 0,5$	-0,2316

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
45	8	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	2949 ± 5	$3,0 \pm 0,1$	0,0129
45	9	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3125,1 \pm 0,5$	$2,43 \pm 0,10$	0,2768
45	10	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3332,6 \pm 0,3$	$10,9 \pm 0,6$	-33,7559
45	11	$8,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3470,4 \pm 0,5$	$3,2 \pm 0,1$	0,1158
45	12	$6,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3660,5 \pm 0,4$	$20,0 \pm 0,8$	-20,6402
45	13	$4,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3807,0 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,6$	-0,0471
45	14	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3970,5 \pm 0,1$	4 ± 1	0,9434
45	15	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4134,47 \pm 0,08$	6 ± 2	0,1646
45	16	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4293,42 \pm 0,09$	$0,3 \pm 0,2$	2,1858
45	17	$7,4 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4455,4 \pm 0,1$	7 ± 4	5,0862
45	18	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4611,1 \pm 0,1$	$0,05 \pm 0,05$	0,4230
45	19	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4764,8 \pm 0,2$	$0,5 \pm 0,7$	2,2840
46	1	$2,0 \times 10^{-08}$	$1829,1$	$0,15 \pm 0,06$	0,0549
46	3	$7,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2252,0 \pm 0,8$	$5,0 \pm 0,3$	-18,1780
46	4	$1,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2423,4 \pm 0,9$	$0,59 \pm 0,08$	-0,2263
46	5	$3,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-06}$	$2607,6$	$3,28 \pm 0,08$	-0,3259
46	7	$7,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2968,7 \pm 0,6$	$2,90 \pm 0,03$	0,3233
46	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	3145 ± 2	$2,82 \pm 0,02$	0,3000
46	9	$8,6 \times 10^{-08}$	$3319,7$	$3,36 \pm 0,03$	0,2753
46	10	$6,5 \times 10^{-08}$	$3492,8$	$2,58 \pm 0,02$	-0,2609
46	11	$5,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3663,4 \pm 0,3$	$4,25 \pm 0,06$	-0,1709
46	12	$3,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-04}$	3855 ± 44	$5,37 \pm 0,08$	-23,6306

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
46	13	$2,2 \times 10^{-08}$	3997,3	$5,2 \pm 0,2$	-0,3436
46	14	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4159,6 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,4$	1,0873
46	15	$2,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4322,5 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,9$	-0,0033
46	16	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4481,7 \pm 0,2$	$0,006 \pm 0,004$	1,3889
46	18	$9,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4800,8 \pm 0,1$	$0,19 \pm 0,05$	-1,9063
47	1	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1843,06 \pm 0,09$	2 ± 5	-0,1604
47	3	$4,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2249,72 \pm 0,07$	$0,01 \pm 0,02$	0,0946
47	4	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2440,37 \pm 0,07$	$2,8 \pm 1,0$	-0,5154
47	5	$4,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2625,08 \pm 0,08$	$3,5 \pm 0,7$	-0,1686
47	6	$5,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2807,7 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,3$	0,2706
47	7	$9,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2988,5 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,3$	0,0160
47	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3165,9 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	-0,1855
47	9	$7,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3340,8 \pm 0,8$	$2,7 \pm 0,2$	0,3432
47	10	$7,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3514,3 \pm 0,9$	$3,8 \pm 0,3$	0,1758
47	11	$4,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	3670 ± 1	29,4	16,2697
47	12	$3,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3854,8 \pm 0,7$	$4,4 \pm 0,9$	0,7275
47	13	$2,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-01}$	$4022,624 \pm 0,002$	6 ± 1	0,2346
47	14	$3,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	4187,2	1 ± 2	-0,6525
48	0	$5,8 \times 10^{-10} \pm 5 \times 10^{-07}$	$1386,65 \pm 0,07$	$0,0 \pm 0,4$	0,2756
48	4	$1,5 \times 10^{-08}$	2265,5	$2,7 \pm 0,1$	0,1371
48	5	$1,8 \times 10^{-08}$	2471,3	$9,15 \pm 0,05$	-15,0461
48	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2642,6863 \pm 0,0002$	$3,76 \pm 0,02$	-0,2615

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
48	7	$6,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$2826,540 \pm 0,004$	$3,85 \pm 0,01$	-0,0670
48	8	$7,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-11}$	$3007,275 \pm 0,003$	$2,054 \pm 0,005$	0,3279
48	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-11}$	$3185,571 \pm 0,001$	$3,398 \pm 0,006$	0,1871
48	10	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-11}$	$3361,8531 \pm 0,0009$	$4,52 \pm 0,01$	-0,2051
48	11	$7,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$3536,1500 \pm 0,0006$	$5,11 \pm 0,02$	0,2299
48	12	$4,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$3708,9917 \pm 0,0005$	$4,52 \pm 0,02$	-0,0359
48	13	$4,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$3895,7530 \pm 0,0005$	$24,41 \pm 0,04$	-16,1870
48	18	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$4697,6599 \pm 0,0006$	$0,178 \pm 0,006$	3,3670
49	3	$3,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-11}$	$2098,8345 \pm 0,0009$	27,5	-18,7640
49	4	$7,6 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-12}$	$2282,014 \pm 0,005$	$1,3 \pm 0,3$	-0,7251
49	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$2489,982 \pm 0,002$	$6,4 \pm 0,3$	-17,1356
49	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2659,525 \pm 0,007$	$2,6 \pm 0,1$	0,2325
49	7	$5,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$2844,747 \pm 0,006$	$2,74 \pm 0,07$	0,0951
49	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-11}$	$3026,648 \pm 0,008$	$4,32 \pm 0,08$	0,1057
49	9	$9,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3205,1147 \pm 0,0001$	$3,01 \pm 0,05$	0,4681
49	10	$8,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	3382,2	$2,94 \pm 0,05$	0,2044
49	11	$6,7 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-12}$	$3557,48 \pm 0,01$	$4,5 \pm 0,1$	0,3491
49	12	$4,1 \times 10^{-08}$	3731,3	$4,2 \pm 0,1$	-0,1568
49	13	$2,9 \times 10^{-08}$	3903,4	$4,8 \pm 0,3$	-0,4842
49	14	$9,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	4070 ± 1	$1,3 \pm 0,3$	1,9794
49	18	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4721,19 \pm 0,01$	$0,12 \pm 0,06$	3,2275
50	2	$1,5 \times 10^{-08}$	1883,2	$0,0 \pm 0,3$	0,0853

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
50	4	$5,7 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2320,1 \pm 0,3$	13 ± 9	-23,3987
50	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2489,2 \pm 0,1$	3 ± 2	-0,2192
50	6	$3,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2676,52 \pm 0,10$	$2,3 \pm 0,8$	0,3967
50	7	$5,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2862,53 \pm 0,06$	$2,5 \pm 0,4$	0,3408
50	8	$7,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3045,45 \pm 0,05$	$2,3 \pm 0,3$	0,0811
50	9	$9,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3244,81 \pm 0,05$	$6,0 \pm 0,4$	-19,6943
50	10	$9,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3402,91 \pm 0,07$	$4,2 \pm 0,5$	-0,1562
50	11	$5,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3578,67 \pm 0,10$	$2,8 \pm 0,5$	0,4177
50	12	$5,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3753,1 \pm 0,6$	6 ± 2	0,4008
50	14	$4,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4117,4 \pm 0,3$	28 ± 5	-21,5047
50	15	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4263,6 \pm 0,6$	2 ± 6	2,0595
50	16	$3,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4425,9 \pm 0,6$	$0,01 \pm 0,05$	-0,6305
50	19	$1,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-06}$	4920 ± 3	2 ± 23	1,5125
51	0	$1,4 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$1422,9 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,2$	-1,5698
51	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	2328 ± 2	$9,6 \pm 1,0$	-16,2724
51	5	$1,5 \times 10^{-08}$	$2504,3$	$2,3 \pm 0,3$	0,6356
51	6	$2,7 \times 10^{-08}$	$2693,8$	$2,0 \pm 0,1$	0,2791
51	7	$5,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{+00}$	$2902,552 \pm 0,005$	$4,1 \pm 0,1$	-21,6210
51	8	$1,1 \times 10^{-07}$	$3064,3$	$4,2 \pm 0,1$	0,0792
51	9	$7,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{+01}$	$3243,99 \pm 0,02$	$2,26 \pm 0,06$	0,7185
51	10	$9,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	3423 ± 6	$4,6 \pm 0,1$	0,1397
51	11	$6,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3600 ± 2	$4,9 \pm 0,2$	-0,0130

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
51	12	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3775,6 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,6$	-0,3075
51	14	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4121,6 \pm 0,1$	$0,5 \pm 0,5$	-0,8747
51	16	$4,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4455,8 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,2$	-0,8748
51	17	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4643,44 \pm 0,09$	27 ± 1	-27,8232
52	0	$5,1 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1432,34 \pm 0,09$	$0,3 \pm 0,2$	0,1243
52	4	$6,1 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2326,4 \pm 0,1$	1 ± 2	0,6372
52	5	$1,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2520,9 \pm 0,3$	2 ± 1	-0,0132
52	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2711,1 \pm 1,0$	$3,5 \pm 0,6$	0,0049
52	7	$7,9 \times 10^{-08}$	$2898,7$	$3,1 \pm 0,3$	0,0392
52	8	$9,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3101 ± 1	$6,8 \pm 0,3$	-18,1325
52	9	$8,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3263,9 \pm 0,9$	$3,5 \pm 0,3$	0,1485
52	11	$5,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3621 ± 2	$4,8 \pm 0,7$	-0,2854
52	12	$3,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$3797,5 \pm 0,5$	6 ± 2	-0,7618
52	13	$4,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3990,6 \pm 0,5$	24 ± 2	-19,6903
52	14	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	4144 ± 1	$0,8 \pm 0,8$	0,1571
52	15	$5,2 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	$4312,498 \pm 0,007$	$1,0$	1,0352
52	18	$2,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$4804,9088 \pm 0,0009$	0 ± 2	2,9286
53	0	$8,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1445,8 \pm 0,5$	$0,1 \pm 0,1$	-2,1823
53	2	$1,5 \times 10^{-08}$	$1921,1$	$0,07 \pm 0,09$	1,3881
53	4	$8,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-06}$	2342 ± 2	3 ± 2	-0,3274
53	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2552,5 \pm 0,2$	9 ± 1	-15,9085
53	6	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2727,73 \pm 0,08$	$2,0 \pm 0,3$	0,1784

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
53	7	$5,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2916,35 \pm 0,05$	$2,2 \pm 0,2$	0,2018
53	8	$5,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3099,15 \pm 0,03$	$2,4 \pm 0,2$	2,0979
53	9	$7,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3282,6 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,2$	0,5381
53	11	$5,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3641,60 \pm 0,03$	$5,0 \pm 0,7$	-0,0227
53	13	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3992,92 \pm 0,05$	4 ± 2	0,3929
54	1	$8,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1696,17 \pm 0,06$	$0,21 \pm 0,03$	12,9281
54	3	$3,7 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2149,5 \pm 0,1$	0,9	2,1782
54	4	$9,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2357,0 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,1$	-0,3308
54	5	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2551,822 \pm 0,002$	$1,61 \pm 0,05$	0,5208
54	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2951,3 \pm 0,3$	$7,10 \pm 0,03$	-17,3203
54	8	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3119,2 \pm 0,5$	$3,61 \pm 0,02$	0,2637
54	9	$7,2 \times 10^{-08}$	3301,7	$2,89 \pm 0,02$	0,4107
54	10	$7,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3482,5 \pm 0,1$	$4,24 \pm 0,04$	0,4487
54	12	$2,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$3838,79 \pm 0,08$	$4,20 \pm 0,08$	1,0556
54	13	$6,0 \times 10^{-09}$	4015,5	$1,2 \pm 0,2$	0,2244
54	15	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4407,0445 \pm 0,0009$	$26,7 \pm 0,3$	-49,7545
54	16	$5,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4532,74 \pm 0,06$	$1,7 \pm 0,2$	-0,9886
55	3	$3,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2166,63 \pm 0,04$	$0,01 \pm 0,05$	-1,0394
55	4	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2371,10 \pm 0,02$	2 ± 2	0,1715
55	5	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2572,33 \pm 0,01$	16 ± 16	-4,5091
55	6	$3,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2760,657 \pm 0,007$	$3,2 \pm 0,9$	0,4587
55	7	$4,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2950,987 \pm 0,008$	$1,8 \pm 0,3$	0,4921

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
55	8	$8,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3137,236 \pm 0,009$	$3,9 \pm 0,5$	0,4011
55	9	$5,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	3321,1	$1,9 \pm 0,3$	-0,0478
55	10	$4,4 \times 10^{-08}$	3502,2	$2,8 \pm 0,6$	0,3800
55	11	$4,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3682,06 \pm 0,09$	5 ± 1	0,5910
55	12	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3861,05 \pm 0,02$	3 ± 2	-0,0077
55	13	$3,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$4038,1 \pm 0,9$	1 ± 1	0,1383
55	14	$6,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-01}$	$4212,2765 \pm 0,0005$	1 ± 3	1,5257
55	15	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	4392,0	$0,3 \pm 0,7$	-1,8800
55	16	$1,8 \times 10^{-08}$	4553,5	0 ± 2	-0,0739
55	17	$9,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4728,735 \pm 0,008$	1 ± 23	-6,1867
55	18	$8,0 \times 10^{-09}$	4903,3	4 ± 16	-4,5284
56	0	$4,2 \times 10^{-10} \pm 9 \times 10^{-07}$	$1476,1 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,4$	-0,2649
56	1	$1,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$1731,13 \pm 0,08$	$0,2 \pm 0,1$	0,7161
56	3	$8,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2179,9 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	-0,4832
56	4	$9,9 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2386,0 \pm 0,9$	$2,5 \pm 0,5$	-0,3203
56	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2582,9 \pm 0,7$	$2,7 \pm 0,3$	0,4151
56	6	$4,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2777,0 \pm 0,4$	$2,7 \pm 0,1$	0,5970
56	8	$5,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3154,0 \pm 0,2$	$2,23 \pm 0,08$	1,7148
56	10	$5,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3521,4 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,2$	0,8431
56	11	$6,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3721,9 \pm 0,1$	$21,0 \pm 0,4$	-18,7801
56	12	$1,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3881,7 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,8$	0,1772
56	13	$9,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4060,3 \pm 0,4$	3 ± 1	-1,4170

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
56	15	$3,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4409,1 \pm 0,6$	$0,7 \pm 0,8$	2,8469
57	0	$1,4 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1486,0 \pm 0,7$	0 ± 1	0,2933
57	1	$8,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-06}$	1745 ± 5	$0,2 \pm 0,5$	-1,5745
57	3	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2193 ± 1	1 ± 2	0,3558
57	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2415 ± 21	15 ± 3	-14,6502
57	5	$2,6 \times 10^{-08}$	2619,4	11 ± 1	-20,8114
57	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2809,4 \pm 0,2$	17 ± 2	-15,4950
57	7	$7,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$2985,2 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,2$	0,5376
57	8	$6,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	3181 ± 1	$16,3 \pm 0,5$	-7,7158
57	9	$5,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3357,8 \pm 0,6$	$1,9 \pm 0,2$	0,4753
57	10	$4,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3541,2 \pm 0,5$	$4,4 \pm 0,5$	0,3635
57	11	$3,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	3723,7	5 ± 2	-0,6058
57	12	$3,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	3901 ± 1	$0,03 \pm 0,04$	0,8238
57	14	$1,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4261,1 \pm 0,5$	$0,3 \pm 0,5$	-2,7161
57	17	$8,8 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4773,9 \pm 0,3$	$0,2 \pm 0,3$	-4,7375
58	0	$1,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1495,9 \pm 0,2$	$0,11 \pm 0,05$	0,7919
58	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2429,6 \pm 0,1$	19 ± 2	-15,3516
58	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2613,9 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	-0,1561
58	6	$5,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2826,8 \pm 0,2$	$9,4 \pm 0,2$	-16,6534
58	7	$8,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3018,3 \pm 0,5$	$13,4 \pm 0,3$	-15,6463
58	8	$8,5 \times 10^{-08}$	3208,4	$8,4 \pm 0,2$	-17,1204
58	9	$8,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-04}$	3377 ± 31	$4,3 \pm 0,1$	0,2484

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
58	10	$8,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3577,6 \pm 0,9$	$23,2 \pm 0,7$	-16,7548
58	11	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3743,088 \pm 0,008$	6 ± 1	-0,1096
58	12	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-06}$	3924 ± 12	$2,5 \pm 0,9$	-0,3963
58	14	$6,3 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	4279 ± 5	$0,1 \pm 0,2$	0,0604
59	1	$2,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$1765,944 \pm 0,008$	$0,216 \pm 0,006$	-0,7384
59	4	$8,1 \times 10^{-09}$	$2429,0$	$2,76 \pm 0,08$	-0,5916
59	6	$3,8 \times 10^{-08}$	$2825,5$	$2,511 \pm 0,007$	0,8384
59	7	$7,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3036,01 \pm 0,01$	$12,93 \pm 0,01$	-16,3711
59	8	$9,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	3226 ± 1	$9,285 \pm 0,005$	-17,3556
59	9	$5,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$3394,606 \pm 0,009$	$1,884 \pm 0,004$	0,5500
59	10	$6,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3597,1 \pm 0,8$	$14,952 \pm 0,010$	-17,3860
59	11	$6,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3763,9 \pm 0,4$	$0,0131 \pm 0,0002$	-1,3590
59	12	$1,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3942,2 \pm 0,3$	$3,95 \pm 0,03$	1,0721
59	14	$4,2 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4304,5 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	-2,9991
59	17	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4823,8 \pm 0,1$	$0,045 \pm 0,003$	-1,9797
60	2	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2009,8 \pm 0,1$	$0,004 \pm 0,003$	0,2313
60	3	$7,5 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2231,4 \pm 0,7$	$0,45 \pm 0,09$	1,6730
60	4	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2457,8 \pm 0,2$	$7,8 \pm 0,2$	-15,7512
60	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2643,1 \pm 0,4$	$2,52 \pm 0,08$	0,5675
60	6	$2,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	2840 ± 1	$2,02 \pm 0,05$	2,0871
60	7	$7,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3035,9 \pm 0,7$	$3,62 \pm 0,04$	0,3959
60	8	$4,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3207,8 \pm 0,3$	$30,6$	18,4476

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
60	9	$8,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	3433 ± 2	$16,08 \pm 0,07$	-19,1555
60	11	$6,3 \times 10^{-08}$	3799,0	$20,99 \pm 0,07$	-16,6731
60	12	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3960,39 \pm 0,02$	$6,8 \pm 0,4$	3,8503
60	13	$3,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$4164,3 \pm 0,3$	$23,3 \pm 0,2$	-20,1498
60	16	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4677,1257 \pm 0,0002$	$0,24 \pm 0,03$	-3,4733
61	0	$4,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	$1526,10 \pm 0,05$	$0,01 \pm 0,04$	0,9778
61	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2658,13 \pm 0,01$	$2,3 \pm 0,5$	0,4866
61	6	$4,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2857,50 \pm 0,02$	$2,8 \pm 0,4$	0,4818
61	7	$8,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3069,630 \pm 0,008$	$10,2 \pm 0,3$	-16,8300
61	8	$6,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3242,565 \pm 0,005$	$2,8 \pm 0,2$	0,9432
61	9	$6,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3439,386 \pm 0,003$	$16,7 \pm 0,4$	-7,8570
61	11	$5,1 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-11}$	$3818,335 \pm 0,003$	$20,9 \pm 0,7$	-16,6679
61	12	$2,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$3984,262 \pm 0,003$	$0,09 \pm 0,08$	0,3175
61	13	$1,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$4164,352 \pm 0,004$	1 ± 2	0,7485
62	1	$1,4 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$1797,553 \pm 0,005$	$0,1 \pm 0,1$	-0,1792
62	3	$5,5 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	2258,4	2 ± 2	0,5525
62	4	$2,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2486,45 \pm 0,04$	16 ± 2	-16,6952
62	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2675,4 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,5$	-2,0353
62	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{+00}$	$2873,1285 \pm 0,0001$	$2,0 \pm 0,3$	0,4799
62	7	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{+00}$	$3066,75080 \pm 0,00009$	$2,8 \pm 0,3$	2,5698
62	8	$7,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3278,68 \pm 0,01$	$10,2 \pm 0,3$	-17,9719
62	9	$8,3 \times 10^{-08}$	3461,5	$20,2 \pm 0,4$	-12,0763

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
62	10	$7,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3655,4 \pm 0,1$	$20,4 \pm 0,7$	-19,1672
62	11	$4,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	3850 ± 2	$17,0 \pm 0,7$	-28,5085
62	12	$8,6 \times 10^{-09}$	$4005,5$	2 ± 1	-1,0426
62	14	$4,4 \times 10^{-09}$	$4367,4$	4 ± 3	-1,1452
62	16	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	4719 ± 1	1 ± 6	0,4925
62	17	$3,8 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4897,8 \pm 0,5$	2 ± 3	1,5005
63	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2498,2 \pm 0,2$	11 ± 3	-14,8603
63	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$2888,6$	$1,2 \pm 0,4$	0,5895
63	7	$8,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3112,01 \pm 0,07$	$13,0 \pm 0,5$	-26,3569
63	8	$4,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3276,59 \pm 0,05$	$1,9 \pm 0,3$	1,2369
63	11	$8,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3885,2 \pm 0,3$	6 ± 4	-44,7405
63	12	$9,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4022,55 \pm 0,08$	4 ± 4	2,0619
63	13	$6,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4203,8 \pm 0,3$	$0,0 \pm 0,3$	2,6226
63	17	$8,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4924,9 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,4$	-0,4797
64	0	$6,1 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1557,0 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,7$	-0,4472
64	5	$3,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2702,2 \pm 0,6$	5 ± 3	0,4615
64	8	$4,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3331,3 \pm 0,1$	$15,5 \pm 0,9$	-36,5247
64	9	$3,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3484 ± 2	$2,5 \pm 0,5$	1,0897
64	10	$4,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3672,32 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,1$	0,7890
64	13	$4,0 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4226,5 \pm 0,3$	3 ± 7	1,0608
64	16	$6,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{+00}$	$4763,720 \pm 0,001$	2 ± 5	0,2557
65	1	$2,9 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$1829,21 \pm 0,02$	$1,6 \pm 0,8$	-0,3765

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
65	4	$1,3 \times 10^{-08}$	2509,9	$0,18 \pm 0,05$	0,0928
65	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2716,1 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,1$	0,9571
65	6	$4,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$2919,12 \pm 0,04$	$2,77 \pm 0,09$	0,8323
65	7	$5,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3133,51 \pm 0,03$	$5,4 \pm 0,1$	-15,5103
65	8	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3310,7 \pm 0,4$	$2,25 \pm 0,06$	0,9236
65	9	$7,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3521,25 \pm 0,01$	$12,58 \pm 0,09$	-18,3102
65	11	$9,0 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3878,05 \pm 0,01$	$1,0 \pm 0,3$	0,2138
65	13	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4244,70 \pm 0,01$	$0,003 \pm 0,008$	1,8571
66	2	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2081,10 \pm 0,02$	$0,07 \pm 0,03$	0,0631
66	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2523,63 \pm 0,03$	$2,8 \pm 0,5$	-0,1954
66	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2732,42 \pm 0,04$	$1,8 \pm 0,2$	-0,9408
66	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2933,86 \pm 0,08$	$1,96 \pm 0,08$	1,4479
66	7	$8,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3150,0 \pm 0,1$	$10,73 \pm 0,07$	-16,1626
66	8	$4,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3327,7 \pm 0,3$	$2,71 \pm 0,07$	0,7819
66	9	$3,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3519,105 \pm 0,002$	$4,7 \pm 0,5$	1,1536
66	11	$5,4 \times 10^{-08}$	3915,9	$20,8 \pm 0,2$	-18,1434
66	14	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4448,91 \pm 0,03$	$0,3 \pm 0,3$	1,4822
66	16	$4,3 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-10}$	$4808,406 \pm 0,002$	$0,5 \pm 0,3$	-1,9178
67	0	$8,9 \times 10^{-10} \pm 1 \times 10^{-08}$	1258 ± 1	$0,2 \pm 0,2$	0,6531
67	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$2535,75 \pm 0,04$	2 ± 2	0,9171
67	6	$3,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2751,11 \pm 0,01$	15 ± 2	-5,5260
67	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2949,1 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,8$	1,2850

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
67	10	$7,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3555,4 \pm 0,3$	$13,5 \pm 0,8$	-17,6441
67	13	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4106,8 \pm 0,2$	1 ± 3	-2,1224
67	14	$4,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4281,7 \pm 0,1$	3 ± 17	6,0849
68	0	$1,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1267,4 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,2$	-0,3123
68	1	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1594,4 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	-0,4649
68	2	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1858,5 \pm 0,1$	$0,01 \pm 0,04$	0,6112
68	3	$2,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	2104 ± 3	$0,01 \pm 0,02$	0,3125
68	4	$3,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2334,7 \pm 0,4$	$0,5 \pm 0,5$	-0,6725
68	5	$8,5 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2548,0 \pm 0,6$	1 ± 1	1,6049
68	6	$2,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2758,7 \pm 0,7$	4 ± 1	1,0482
68	7	$3,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2964,221 \pm 0,007$	$2,4 \pm 0,2$	1,2827
68	9	$3,1 \times 10^{-08}$	$3360,5$	$0,6 \pm 0,1$	1,2412
68	10	$3,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3553,961 \pm 0,005$	$3,4 \pm 0,3$	1,1727
68	11	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$3746,2 \pm 0,6$	4 ± 2	0,4646
68	12	$2,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3937,2 \pm 0,4$	$0,4 \pm 0,3$	-1,2096
68	13	$8,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4121,3047 \pm 0,0004$	$0,8 \pm 0,8$	1,2641
69	1	$1,5 \times 10^{-08}$	$1869,2$	$0,06 \pm 0,02$	0,0365
69	2	$5,5 \times 10^{-09}$	$2114,6$	$0,1 \pm 0,1$	0,7657
69	3	$3,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2347,35 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,9$	-1,1997
69	6	$3,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$2979,39 \pm 0,03$	$2,16 \pm 0,07$	1,0006
69	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3197,309 \pm 0,009$	$18,5 \pm 0,1$	-16,3290
69	8	$4,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3376,804 \pm 0,006$	$2,81 \pm 0,08$	1,2166

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
69	9	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3571,329 \pm 0,003$	$4,4 \pm 0,2$	1,0602
69	16	$6,2 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-11}$	$4885,358 \pm 0,003$	13,7	-8,4419
70	0	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$1283,769 \pm 0,004$	2,4	-0,8956
70	2	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$1878,582 \pm 0,006$	$0,3 \pm 0,9$	0,5529
70	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-11}$	$2574,993 \pm 0,009$	$0,2 \pm 0,9$	0,5934
70	6	$4,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-11}$	$2801,39 \pm 0,02$	11 ± 1	-13,5871
70	7	$3,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	2994 ± 2	3 ± 2	0,8659
70	8	$9,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3213,25 \pm 0,03$	$13,8 \pm 0,8$	-16,6428
70	9	$2,3 \times 10^{-08}$	3394,7	1 ± 1	-0,3196
70	10	$3,3 \times 10^{-08}$	3588,4	4 ± 2	0,9940
70	11	$5,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3801,019 \pm 0,004$	16 ± 1	-19,3860
70	12	$8,8 \times 10^{-09}$	3969,2	1 ± 3	3,0746
70	13	$6,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	$4156,5 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,9$	3,8365
70	15	$5,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4529,562 \pm 0,001$	1 ± 6	-2,8497
70	16	$5,7 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	4711 ± 2	1 ± 4	-1,5257
70	17	$2,7 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	4905 ± 2	2 ± 16	-3,4426
71	4	$2,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2365,6 \pm 0,2$	0 ± 1	4,3447
71	6	$2,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2801,3 \pm 0,2$	3 ± 1	0,4756
71	8	$3,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3211,16 \pm 0,06$	$2,3 \pm 0,3$	0,9009
71	10	$2,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3606,29 \pm 0,04$	1 ± 1	0,3514
71	11	$1,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3807,74 \pm 0,03$	$0,1 \pm 0,2$	-8,0318
71	14	$3,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$4366,32 \pm 0,02$	$0,03 \pm 0,04$	0,0342

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
71	15	$3,2 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-10}$	$4547,17 \pm 0,03$	0 ± 2	3,8445
71	16	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4733,81 \pm 0,05$	$0,0 \pm 0,2$	-0,9937
72	4	$3,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$2617,44 \pm 0,06$	15 ± 3	-16,4796
72	5	$6,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2830,7 \pm 0,1$	16 ± 2	-15,2378
72	6	$5,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3022,9 \pm 0,2$	5 ± 2	1,4878
72	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3266,447 \pm 0,008$	510,9	-38,9151
72	10	$5,7 \times 10^{-08}$	3834,9	20 ± 1	-18,1034
72	12	$6,9 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-06}$	4196,0	1 ± 4	2,2140
73	5	$5,1 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2612,68 \pm 0,04$	2 ± 2	1,0509
73	6	$5,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2845,1 \pm 0,2$	$13,0 \pm 0,7$	-15,9231
73	7	$3,5 \times 10^{-08}$	3037,5	$3,8 \pm 0,9$	1,4272
73	8	$9,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3258,7 \pm 0,1$	$11,8 \pm 0,3$	-16,0143
73	9	$3,8 \times 10^{-08}$	3442,3	$0,7 \pm 0,4$	0,4187
73	10	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3640 ± 6	2 ± 1	0,5408
73	12	$1,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4022,4 \pm 1,0$	1 ± 1	2,6576
73	16	$1,1 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4769,7 \pm 0,4$	1 ± 9	3,0998
74	4	$1,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2410,2 \pm 0,2$	7 ± 30	-5,1628
74	7	$2,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3051,3 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,3$	1,9085
74	9	$7,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3476,7 \pm 0,2$	$12,0 \pm 0,3$	-17,8637
74	11	$8,5 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3851,9 \pm 0,2$	3 ± 3	-0,0955
74	16	$2,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4792,6 \pm 0,3$	3 ± 12	0,9757
75	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2414,6 \pm 0,6$	$0,2 \pm 0,1$	1,7973

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
75	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$2640,072 \pm 0,003$	$0,03 \pm 0,01$	-1,2326
75	7	$3,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	3066 ± 2	$1,5 \pm 0,4$	1,3851
75	8	$3,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	3272 ± 2	$4,0 \pm 0,4$	1,2470
75	9	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3473,25 \pm 0,02$	$4,2 \pm 0,8$	1,2236
75	11	$1,6 \times 10^{-08}$	$3866,8$	$0,9 \pm 0,7$	2,2002
75	12	$2,8 \times 10^{-09}$	$4062,0$	1 ± 1	1,5135
75	16	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	4813 ± 5	$0,2 \pm 0,3$	-0,3899
76	0	$4,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1328,60 \pm 0,09$	$0,6 \pm 0,5$	0,2346
76	1	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$1664,332 \pm 0,003$	$0,1 \pm 0,3$	-0,1279
76	4	$4,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-01}$	$2426,595 \pm 0,001$	0 ± 2	1,2204
76	6	$1,8 \times 10^{-08}$	$2868,8$	3 ± 1	0,8886
76	7	$2,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3081,0 \pm 0,5$	3 ± 2	0,6238
76	9	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3490,2 \pm 0,2$	5 ± 5	0,1807
76	11	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3884,25 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,2$	1,8889
76	13	$1,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4272,66 \pm 0,07$	2 ± 4	0,0092
76	16	$8,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4837,96 \pm 0,04$	0 ± 1	-2,9073
77	0	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1336,29 \pm 0,04$	$0,01 \pm 0,03$	0,1775
77	1	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1672,56 \pm 0,05$	3 ± 4	-0,0323
77	5	$4,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2678,04 \pm 0,08$	$16,5 \pm 0,2$	-14,5300
77	6	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2882,1 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$	0,8452
77	8	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3302,586 \pm 0,002$	$2,3 \pm 0,1$	0,2639
77	9	$9,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3522,8 \pm 0,1$	$19,4 \pm 0,1$	-16,5527

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
77	10	$1,7 \times 10^{-08}$	3705,1	$1,1 \pm 0,1$	1,3829
77	14	$2,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4480,6 \pm 0,1$	$0,05 \pm 0,01$	2,3002
78	0	$2,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-10}$	$1345,2 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,4$	-1,3317
78	3	$6,3 \times 10^{-09}$	2224,0	13,6	-10,8104
78	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2673,81 \pm 0,03$	$0,9 \pm 0,6$	2,0493
78	6	$1,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-05}$	2894 ± 33	$2,9 \pm 0,6$	1,8693
78	7	$1,7 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3129,638 \pm 0,004$	$25,8 \pm 0,7$	-19,7020
78	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3335,7 \pm 0,9$	$15,2 \pm 0,2$	-18,1851
78	9	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3520,9 \pm 0,6$	$0,06 \pm 0,03$	0,7924
78	10	$9,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3724,3 \pm 0,3$	2 ± 1	-1,4515
78	11	$2,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3922,8 \pm 0,1$	$0,08 \pm 0,04$	-2,1788
79	1	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1686,8 \pm 0,2$	2 ± 8	2,1569
79	2	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1962,9 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,5$	1,9488
79	4	$2,4 \times 10^{-08}$	2463,5	$0,02 \pm 0,07$	-2,0580
79	5	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2685,2 \pm 0,3$	2 ± 2	2,6610
79	6	$1,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2908,4 \pm 0,6$	5 ± 2	1,0312
79	8	$1,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3330,6 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,4$	1,6356
79	9	$1,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3537,2 \pm 0,3$	$1,8 \pm 0,9$	0,0573
79	13	$6,8 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	4329 ± 6	1 ± 2	-1,8055
80	4	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-05}$	2472 ± 138	$0,59 \pm 0,03$	0,5710
80	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	2715 ± 3	$13,389 \pm 0,007$	-15,1060
80	6	$4,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2920,7 \pm 0,7$	$0,734 \pm 0,009$	1,6764

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
80	8	$7,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3363,45 \pm 0,04$	$14,859 \pm 0,009$	-16,5435
80	9	$1,3 \times 10^{-08}$	3550,6	$1,807 \pm 0,008$	2,2849
80	10	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3753,22 \pm 0,06$	$9,5 \pm 0,2$	2,2164
80	11	$4,0 \times 10^{-09}$	3953,8	$0,008 \pm 0,001$	0,1172
81	2	$6,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1983,1 \pm 0,9$	$0,01 \pm 0,07$	0,1849
81	3	$3,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2243,4 \pm 0,5$	$0,00 \pm 0,01$	0,7714
81	5	$1,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2731,2 \pm 0,2$	23,2	-18,9078
81	7	$9,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3168,08 \pm 0,10$	$11,2 \pm 0,1$	-16,9449
81	8	$8,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3378,96 \pm 0,10$	$15,8 \pm 0,2$	-17,5545
81	9	$7,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3583,40 \pm 0,09$	$18,0 \pm 0,4$	-15,3815
81	11	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3973,9 \pm 0,4$	$0,09 \pm 0,08$	-2,1686
81	15	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4744,8 \pm 0,2$	$0,01 \pm 0,03$	-0,3077
82	1	$2,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	1712 ± 2	$0,06 \pm 0,02$	0,4030
82	6	$7,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2969,9 \pm 0,7$	$14,9 \pm 0,1$	-21,5520
82	8	$8,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3376,8 \pm 0,4$	$0,016 \pm 0,003$	-0,6517
82	9	$8,1 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-08}$	$3583,06 \pm 0,04$	$2,1 \pm 0,6$	0,1497
82	10	$5,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3803,84 \pm 0,01$	$21,6 \pm 0,8$	-16,7489
82	11	$9,8 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-08}$	3990 ± 6	$0,3 \pm 0,1$	-1,6500
82	12	$2,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-06}$	4196 ± 1	$25,9 \pm 0,5$	-9,1924
82	15	$1,8 \times 10^{-08}$	4766,7	$0,06 \pm 0,05$	-2,8931
83	0	$3,3 \times 10^{-10} \pm 8 \times 10^{-10}$	$1389,18 \pm 0,02$	2,3	-9,0997
83	3	$3,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2263,692 \pm 0,005$	$0,03 \pm 0,02$	0,6557

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
83	4	$7,2 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	2507,9	2 ± 2	-2,7146
83	5	$8,7 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2733,97 \pm 0,06$	$2,0 \pm 0,9$	2,1583
83	6	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2957,43 \pm 0,03$	4 ± 2	3,7774
83	7	$1,4 \times 10^{-07}$	3194,6	$23,3 \pm 0,7$	-16,2416
83	8	$2,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3388,25 \pm 0,01$	$4,7 \pm 0,9$	2,1547
83	11	$9,8 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4004,732 \pm 0,008$	$0,3 \pm 0,5$	-0,8846
83	12	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4203,968 \pm 0,009$	$0,09 \pm 0,08$	-0,8733
83	14	$3,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4587,19 \pm 0,01$	$0,01 \pm 0,01$	3,2787
83	15	$7,8 \times 10^{-09}$	4780,6	11,6	-0,0558
84	0	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$1385,38 \pm 0,04$	$0,1 \pm 0,1$	1,7025
84	1	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$1728,33 \pm 0,07$	$0,2 \pm 0,2$	0,2713
84	4	$5,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$2514,0 \pm 0,1$	$0,01 \pm 0,01$	1,8911
84	6	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2972,14 \pm 0,09$	$2,8 \pm 0,4$	1,7524
84	7	$3,8 \times 10^{-08}$	3189,6	$0,4 \pm 0,3$	2,4469
84	9	$8,1 \times 10^{-09}$	3611,6	$0,9 \pm 0,4$	2,0142
84	11	$2,2 \times 10^{-09}$	4018,3	4 ± 6	2,9834
84	12	$2,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$4236,565 \pm 0,010$	24 ± 1	-16,6399
84	13	$5,0 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	$4414,22 \pm 0,02$	2 ± 2	0,5198
85	0	$2,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	1394 ± 1	1 ± 2	0,0874
85	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	2530 ± 5	$0,1 \pm 0,1$	-3,4905
85	6	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2984,0 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,1$	2,6426
85	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3220,3 \pm 0,2$	$18,7 \pm 0,1$	-14,9988

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
85	8	$7,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3417,0 \pm 0,2$	$0,04 \pm 0,01$	1,8326
85	10	$1,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3836,4 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,4$	-1,5477
85	11	$4,2 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4036,6 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,7$	-0,5186
85	12	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4260,7 \pm 0,4$	$0,08 \pm 0,02$	-20,8997
86	2	$2,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2028,1 \pm 0,9$	$0,01 \pm 0,02$	0,1577
86	4	$5,8 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2539,9 \pm 0,5$	1 ± 2	-2,7936
86	5	$9,4 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	2775 ± 1	$0,5 \pm 0,8$	-3,0089
86	6	$3,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2999,4 \pm 0,3$	$0,03 \pm 0,02$	-0,3136
86	7	$2,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3216,7 \pm 0,5$	2 ± 2	1,9371
86	12	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	4272 ± 8	28,0	-19,5743
87	0	$6,4 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-08}$	1403 ± 5	13,2	4,4810
87	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2303,0 \pm 0,5$	$0,04 \pm 0,06$	0,7423
87	4	$3,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2550,33 \pm 0,08$	$0,01 \pm 0,01$	-2,4753
87	5	$5,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2798,1 \pm 0,2$	$14,7 \pm 0,5$	-14,8723
87	6	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3009,49 \pm 0,07$	$0,7 \pm 0,6$	2,1967
87	7	$7,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3232,2 \pm 0,3$	$0,02 \pm 0,01$	-0,2460
87	8	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3447,5 \pm 0,2$	2 ± 4	-0,3365
87	9	$7,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3657,86 \pm 0,06$	3 ± 4	0,6692
87	11	$4,5 \times 10^{-09}$	$4071,1$	2 ± 2	-0,0897
87	13	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4473,05 \pm 0,05$	$0,06 \pm 0,05$	-4,7313
88	0	$2,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	1414,7	$0,00 \pm 0,02$	0,1452
88	3	$3,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$2316,03 \pm 0,07$	$0,06 \pm 0,06$	-2,5554

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
88	5	$5,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2799,9 \pm 0,1$	7 ± 5	-4,9605
88	8	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3458,2 \pm 0,3$	$1,9 \pm 1,0$	2,8152
88	12	$2,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4289,9 \pm 0,5$	1 ± 1	-2,4779
88	13	$2,2 \times 10^{-08}$	4491,3	$0,02 \pm 0,02$	-1,8388
88	14	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4685,1 \pm 0,4$	$0,06 \pm 0,07$	-2,8849
88	15	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	4881,9	$0,2 \pm 0,1$	2,4997
89	1	$2,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$1765,18 \pm 0,02$	$0,8 \pm 0,7$	1,0279
89	3	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$2322,6 \pm 0,4$	$0,01 \pm 0,01$	0,3042
89	4	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2590,8 \pm 0,4$	$21,0 \pm 0,5$	-22,0846
89	8	$8,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3491,5 \pm 0,2$	$16,8 \pm 0,2$	-16,6008
89	9	$8,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3686,31 \pm 0,02$	$2,0 \pm 0,7$	1,6924
90	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2578,0 \pm 0,6$	$0,0 \pm 0,1$	1,0918
90	7	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3270 ± 1	$0,2 \pm 0,2$	1,3240
90	8	$5,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3491,9 \pm 0,6$	$0,04 \pm 0,04$	-2,7555
90	10	$3,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3909,2 \pm 0,8$	$0,05 \pm 0,06$	2,7626
90	12	$2,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4353,9 \pm 0,1$	37 ± 6	-35,0798
90	13	$6,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4527,5 \pm 0,3$	1 ± 3	-1,5984
91	0	$4,3 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1435,4 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,7$	-0,1691
91	1	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1782,5 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,4$	-1,4332
91	2	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2073,3 \pm 0,5$	$0,1 \pm 0,2$	-1,4064
91	3	$2,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2343,06 \pm 0,02$	0 ± 1	-1,2007
91	4	$6,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2601,55 \pm 0,04$	28 ± 10	-12,0746

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
91	5	$3,4 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2829,6 \pm 0,2$	$0,00 \pm 0,05$	-0,3914
91	7	$5,5 \times 10^{-08}$	3284,9	$0,2 \pm 0,6$	-0,5043
91	8	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3503,58 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,2$	-0,5866
91	9	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3713,7 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,4$	3,9783
91	12	$7,9 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4335,438 \pm 0,009$	3 ± 20	-1,6733
92	5	$3,6 \times 10^{-09}$	2600,5	$1,70 \pm 0,09$	-0,8027
92	6	$2,1 \times 10^{-09}$	2845,4	$2,4 \pm 0,4$	-4,9050
92	7	$5,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3070,459 \pm 0,006$	$0,24 \pm 0,01$	2,3657
92	10	$5,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3750,9 \pm 0,7$	$11,20 \pm 0,01$	-18,9739
92	12	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4150,2 \pm 0,1$	$0,105 \pm 0,005$	1,3610
92	13	$3,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$4370,30 \pm 0,09$	$19,49 \pm 0,03$	-15,4734
92	14	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4575,6 \pm 0,1$	$24,7 \pm 0,3$	-22,6947
93	2	$2,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2089,11 \pm 0,07$	$0,1 \pm 0,2$	-0,2883
93	3	$2,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2360,54 \pm 0,06$	$0,1 \pm 0,5$	-0,0511
93	4	$4,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2608,4 \pm 0,2$	$0,02 \pm 0,02$	1,3603
93	5	$7,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2867,0 \pm 0,3$	$17,6 \pm 0,9$	-15,1691
93	7	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3307,3 \pm 0,3$	$0,10 \pm 0,08$	2,4493
93	8	$9,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	3529 ± 5	1 ± 2	1,2535
93	9	$2,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3744,0 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,2$	2,3212
94	2	$2,5 \times 10^{-08}$	2095,5	2 ± 2	1,6986
94	3	$3,3 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-01}$	$2368,175 \pm 0,006$	$0,4 \pm 0,4$	1,5467
94	4	$1,0 \times 10^{-08}$	2621,0	$2,0 \pm 0,4$	-0,9043

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
94	5	$5,3 \times 10^{-08}$	2863,4	$0,024 \pm 0,006$	-0,4373
94	6	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3100,264 \pm 0,002$	$1,4 \pm 0,2$	-3,3047
94	8	$2,8 \times 10^{-08}$	3546,2	$0,14 \pm 0,03$	-2,5067
94	10	$1,7 \times 10^{-08}$	3971,9	$0,8 \pm 0,4$	-0,3377
94	12	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$4387,05 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,1$	-1,3379
95	1	$3,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$1811,08 \pm 0,01$	$0,02 \pm 0,02$	-1,5237
95	3	$4,4 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2380,673 \pm 0,004$	$0,0 \pm 0,2$	-1,8011
95	4	$8,3 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-11}$	$2632,083 \pm 0,005$	2 ± 1	-2,0949
95	7	$9,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-11}$	$3331,522 \pm 0,003$	27,6	4,0207
95	10	$1,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$3985,780 \pm 0,002$	$0,3 \pm 0,2$	1,7290
96	0	$6,4 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-11}$	$1468,243 \pm 0,005$	$0,3 \pm 0,4$	-0,1319
96	2	$3,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2115,9012 \pm 0,0002$	$0,03 \pm 0,02$	-1,8006
96	3	$7,7 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-11}$	$2387,77 \pm 0,01$	3 ± 4	0,0674
96	5	$7,9 \times 10^{-08}$	2887,2	21 ± 9	-2,1000
96	6	$5,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3147,08 \pm 0,04$	$23,1 \pm 0,4$	-26,6017
96	8	$2,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3570,5 \pm 0,2$	2 ± 3	0,3832
96	9	$6,6 \times 10^{-09}$	3790,8	$1,3 \pm 1,0$	-1,2903
96	10	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$4003,587 \pm 0,002$	4 ± 4	0,4806
96	11	$2,0 \times 10^{-08}$	4213,1	$0,2 \pm 0,2$	-2,6025
97	1	$5,8 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1806,140 \pm 0,003$	1 ± 1	17,2844
97	5	$1,1 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2908,65 \pm 0,05$	30 ± 3	-12,5293
97	6	$9,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3133,39 \pm 0,08$	$0,1 \pm 0,1$	-0,9337

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
97	8	$7,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3603,13 \pm 0,04$	$13,2 \pm 0,5$	-18,6878
97	9	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3800,57 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,4$	2,0045
97	10	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4016,54 \pm 0,02$	$0,01 \pm 0,05$	0,2417
97	13	$3,3 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4830,0 \pm 0,4$	0 ± 2	2,0222
98	2	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$1830,10 \pm 0,03$	$0,06 \pm 0,07$	0,2456
98	4	$1,2 \times 10^{-08}$	2406,4	2 ± 2	-0,5357
98	6	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2907,08 \pm 0,04$	$0,004 \pm 0,003$	0,0333
98	8	$1,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3376,3 \pm 0,1$	4 ± 2	-3,0037
98	9	$4,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-10}$	$3599,78 \pm 0,07$	$0,8 \pm 0,7$	-1,9411
98	11	$2,2 \times 10^{-09}$	4031,3	1 ± 1	-0,8594
99	2	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2138,99 \pm 0,02$	$0,01 \pm 0,01$	-0,1547
99	3	$1,7 \times 10^{-08}$	2415,0	$0,07 \pm 0,03$	-0,2405
99	4	$4,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2682,90 \pm 0,01$	$15,5 \pm 0,7$	-12,8449
99	5	$1,6 \times 10^{-08}$	2921,3	$2,1 \pm 0,4$	-3,1612
99	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$3159,4 \pm 0,4$	$0,23 \pm 0,10$	-3,8083
99	8	$1,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3608,115 \pm 0,007$	$1,0 \pm 0,4$	2,4236
99	10	$6,1 \times 10^{-09}$	4051,5	$0,5 \pm 0,3$	-3,0074
100	4	$9,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2681,8 \pm 0,3$	1 ± 2	-1,9812
100	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2932,2 \pm 0,2$	2 ± 2	-3,3710
100	6	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3169,9 \pm 0,2$	3 ± 2	-2,5206
100	7	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3402,1 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,9$	-3,9813
100	8	$1,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3623,8 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,1$	-0,0542

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
100	9	$7,3 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3845,4 \pm 0,8$	2 ± 2	-0,8371
100	10	$2,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4056,3 \pm 0,4$	$0,07 \pm 0,08$	2,6514
100	12	$6,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4478,28 \pm 0,04$	$0,0 \pm 0,5$	2,4019
101	0	$5,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1499,8 \pm 0,5$	$0,14 \pm 0,08$	0,2704
101	3	$9,4 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	2434 ± 1	$0,2 \pm 0,3$	-1,9002
101	4	$4,5 \times 10^{-08}$	$2703,4$	$16,3 \pm 0,9$	-13,7214
101	5	$8,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2954,52 \pm 0,01$	$15,7 \pm 0,4$	-14,9491
101	6	$2,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-06}$	3183 ± 29	3 ± 2	-4,0370
101	8	$4,5 \times 10^{-08}$	$3635,1$	$0,2 \pm 0,3$	0,5645
102	2	$5,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2196,36 \pm 0,06$	13 ± 6	-33,3612
102	10	$3,3 \times 10^{-08}$	$4088,5$	$0,04 \pm 0,04$	-1,2841
103	4	$9,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2709,5 \pm 0,9$	1 ± 3	-0,4341
103	5	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2963,2 \pm 0,8$	$0,004 \pm 0,008$	-2,2919
103	9	$3,1 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4104,1 \pm 0,2$	3 ± 11	4,1788
104	2	$4,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2179,4 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,2$	-0,6299
104	3	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2459,6 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,1$	-1,4894
104	4	$9,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2720,9 \pm 0,1$	$1,3 \pm 0,6$	-1,9983
104	6	$2,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3216,3 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,6$	-3,2834
104	8	$6,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3701,0 \pm 0,3$	$16,9 \pm 0,3$	-24,2021
104	10	$4,4 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4121,6 \pm 0,3$	$0,4 \pm 0,6$	1,0045
104	11	$3,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4331,8 \pm 0,6$	1 ± 1	1,8057
105	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2185,719 \pm 0,004$	$0,4 \pm 0,1$	0,9686

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
105	4	$6,4 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	2468 ± 2	$1,5 \pm 0,2$	-1,4133
105	5	$1,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	2731 ± 1	$1,6 \pm 0,3$	-2,4135
105	6	$9,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	2997 ± 1	$17,56 \pm 0,06$	-14,7116
105	9	$6,6 \times 10^{-09}$	3689,6	6 ± 1	-0,5983
105	11	$1,1 \times 10^{-08}$	4132,1	$0,14 \pm 0,04$	-0,7298
106	0	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1529,79 \pm 0,03$	1 ± 3	1,0677
106	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-04}$	2994 ± 275	$0,5 \pm 0,2$	-1,8259
106	6	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3238 ± 1	$1,7 \pm 0,6$	-2,3105
106	11	$2,2 \times 10^{-08}$	4577,9	$0,15 \pm 0,07$	-1,1746
107	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2203,5 \pm 0,2$	2 ± 3	-1,0378
107	4	$5,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2760,5 \pm 0,3$	19 ± 2	-12,8110
107	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3002,4 \pm 0,2$	$0,03 \pm 0,03$	0,2630
107	6	$7,9 \times 10^{-09}$	3248,0	$1,2 \pm 1,0$	-1,4202
107	8	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	3722,2	$1,3 \pm 0,5$	-7,5457
107	9	$8,3 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	3940 ± 2	$0,3 \pm 0,2$	0,5634
108	1	$2,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	1897 ± 2	$0,2 \pm 0,8$	-0,6787
108	5	$7,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3032,5 \pm 0,2$	$15,9 \pm 0,6$	-19,2987
108	6	$1,5 \times 10^{-08}$	3259,3	$1,2 \pm 0,7$	-1,2927
108	7	$8,4 \times 10^{-08}$	3495,2	$0,3 \pm 1,0$	0,1727
108	8	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	3730,7	$0,7 \pm 0,7$	-2,2340
108	9	$5,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3958,3 \pm 0,2$	$15,4 \pm 0,6$	-3,7107
108	10	$6,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4177,7 \pm 0,2$	1 ± 5	0,9698

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
109	3	$3,2 \times 10^{-08}$	2510,8	31 ± 4	-10,4878
109	6	$5,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$3271,529 \pm 0,005$	$0,053 \pm 0,009$	-2,7072
109	7	$8,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	3521 ± 4	$22,7 \pm 0,8$	-13,9575
110	0	$4,2 \times 10^{-10}$	1554,1	0 ± 2	0,5328
110	1	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1911,3 \pm 0,8$	$0,02 \pm 0,05$	-1,8208
110	4	$3,5 \times 10^{-09}$	2775,5	0 ± 1	0,4119
110	5	$8,2 \times 10^{-08}$	3047,6	$15,7 \pm 1,0$	-14,0396
110	6	$4,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3287,0 \pm 0,5$	11 ± 3	-6,9340
110	7	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3517,9 \pm 0,3$	$0,05 \pm 0,07$	1,4859
111	0	$3,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1560,56 \pm 0,06$	2 ± 3	-0,0524
111	4	$3,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-01}$	$2786,335 \pm 0,002$	$0,18 \pm 0,06$	-1,0944
111	6	$3,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	3291 ± 2	$0,08 \pm 0,02$	-0,3044
112	0	$2,9 \times 10^{-10} \pm 4 \times 10^{-09}$	1606 ± 3	$0,5 \pm 0,1$	-39,8395
112	1	$1,8 \times 10^{-09}$	1922,2	0 ± 1	-0,0085
112	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	$2796,155 \pm 0,004$	$0,1 \pm 0,1$	-1,7456
112	5	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	3079 ± 2	$23,5 \pm 0,4$	-24,8909
112	6	$9,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3301,352 \pm 0,003$	$0,04 \pm 0,07$	0,5282
112	8	$4,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$3793,9 \pm 0,5$	$8,9 \pm 0,4$	-16,1921
113	4	$4,6 \times 10^{-08}$	2817,2	$24,6 \pm 0,7$	-13,4504
113	5	$1,3 \times 10^{-07}$	$3076,289400000 \pm 0,000000002$	$18,7 \pm 0,5$	-12,3963
113	6	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3310,29 \pm 0,03$	$1,2 \pm 1,0$	2,2643
113	7	$2,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$3552,27 \pm 0,07$	1 ± 1	2,1048

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
113	8	$2,1 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3788,19 \pm 0,04$	1 ± 2	2,5890
114	4	$2,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2813,73 \pm 0,05$	$0,07 \pm 0,08$	-0,6590
114	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3073,41 \pm 0,04$	$0,4 \pm 0,3$	0,6719
114	6	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3322,28 \pm 0,05$	$0,6 \pm 0,6$	0,9844
114	8	$1,5 \times 10^{-08}$	3807,2	5 ± 7	-3,7153
115	3	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2566,4 \pm 0,1$	15 ± 2	-17,0870
115	4	$3,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2822,237 \pm 0,002$	$0,07 \pm 0,08$	-0,1376
115	5	$9,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3091,280 \pm 0,005$	40 ± 1	-7,2431
115	6	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3334,9 \pm 1,0$	2 ± 8	-0,6448
115	9	$6,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	4043,9	0 ± 1	0,1458
116	0	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$1589,12 \pm 0,06$	$0,1 \pm 0,1$	0,0358
116	2	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2267,08 \pm 0,02$	$0,06 \pm 0,05$	2,8708
116	4	$9,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2832,19 \pm 0,02$	$0,02 \pm 0,02$	-0,7339
116	5	$3,3 \times 10^{-08}$	3129,0	16 ± 1	-35,3477
116	6	$1,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3347,3 \pm 0,2$	$1,2 \pm 0,9$	-2,1728
116	9	$1,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4509,76 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,1$	-2,5662
117	0	$8,8 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-10}$	$1594,24 \pm 0,04$	$0,0 \pm 0,1$	0,5961
117	1	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$1953,74 \pm 0,04$	$0,00 \pm 0,05$	-0,5166
117	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3104,65 \pm 0,03$	$1,1 \pm 0,6$	-0,8951
117	7	$4,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3600,5 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,1$	0,4578
117	8	$2,6 \times 10^{-08}$	3840,0	$0,13 \pm 0,08$	0,2367
118	4	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2849,21 \pm 0,10$	$2,1 \pm 0,7$	0,5122

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
118	5	$4,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3115,628 \pm 0,002$	2 ± 1	-2,1313
118	6	$7,4 \times 10^{-08}$	3381,7	$14,3 \pm 0,1$	-15,3486
118	7	$2,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3612,88 \pm 0,09$	3 ± 8	-0,3740
118	8	$5,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3847,815 \pm 0,009$	2 ± 3	1,6117
119	0	$6,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1105,9 \pm 0,2$	$0,07 \pm 0,07$	-0,3197
119	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2857,8 \pm 0,1$	$0,030 \pm 0,010$	0,6950
119	6	$8,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3136,268 \pm 0,007$	$16,4 \pm 0,4$	-12,9041
119	7	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-05}$	3377,8	$2,2 \pm 0,4$	-1,0742
119	8	$3,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3609,01 \pm 0,01$	$38,1 \pm 0,4$	14,7157
120	3	$7,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2299,6 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,5$	-0,7600
120	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2866,6 \pm 0,9$	3 ± 4	0,8965
120	9	$2,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3876,9 \pm 0,4$	1 ± 3	-3,0428
121	1	$1,3 \times 10^{-08}$	1977,7	$0,02 \pm 0,05$	-0,1223
121	4	$1,8 \times 10^{-08}$	2876,6	$0,13 \pm 0,08$	-0,3503
121	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3144,5 \pm 0,4$	2 ± 2	-1,7412
121	7	$8,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	3649 ± 1	2 ± 1	-2,5905
121	8	$2,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3889,0 \pm 0,9$	$0,05 \pm 0,05$	1,0488
122	1	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	1623 ± 1	$0,04 \pm 0,09$	-0,1745
122	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	1985 ± 5	$0,3 \pm 0,8$	-1,5537
122	3	$3,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-05}$	2312 ± 3	0 ± 1	0,8008
122	4	$2,5 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	2603,5	1 ± 4	1,5435
122	6	$8,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-04}$	3153 ± 9	$0,01 \pm 0,01$	-0,6285

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
122	11	$2,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4368,66 \pm 0,04$	$0,2 \pm 0,7$	0,2775
123	1	$2,6 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$1990,14 \pm 0,07$	$0,0 \pm 0,7$	-0,5159
123	2	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2320,81 \pm 0,02$	$0,0 \pm 0,1$	-0,9560
123	4	$6,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2908,70 \pm 0,01$	16 ± 2	-14,7449
123	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3161,7 \pm 0,1$	2 ± 2	0,1435
123	6	$5,0 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3416,7 \pm 0,4$	3 ± 14	1,6575
123	9	$2,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4154,4 \pm 0,4$	$0,01 \pm 0,03$	0,8581
124	0	$9,7 \times 10^{-10} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1633,4 \pm 0,1$	1,4	0,1602
124	2	$7,4 \times 10^{-09}$	2327,2	1 ± 2	-0,3821
124	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2618,97 \pm 0,06$	$0,03 \pm 0,02$	1,0921
124	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3172,8 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,4$	-1,4679
124	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3433,1 \pm 0,6$	3 ± 3	-3,4611
124	9	$2,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4160,75 \pm 0,08$	$0,1 \pm 0,4$	2,3259
125	2	$2,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2334,5 \pm 0,3$	$0,05 \pm 0,01$	-0,4926
125	3	$4,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2628,52 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,02$	-0,5555
125	4	$2,1 \times 10^{-08}$	2910,8	$0,21 \pm 0,04$	0,8426
125	5	$3,6 \times 10^{-08}$	3181,1	$0,7 \pm 0,7$	-0,4096
125	7	$5,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-06}$	3694 ± 5	3 ± 1	-2,9592
125	8	$4,0 \times 10^{-08}$	3934,2	$0,06 \pm 0,02$	2,4470
125	10	$2,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4417,89 \pm 0,01$	$0,04 \pm 0,01$	-1,8784
126	3	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2634,94 \pm 0,05$	4 ± 5	0,5577
126	5	$4,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3191,1 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,2$	-0,6865

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
126	6	$1,4 \times 10^{-08}$	3448,8	$0,4 \pm 0,4$	1,2352
126	8	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3957,51 \pm 0,07$	10 ± 5	-8,9970
127	0	$9,0 \times 10^{-10} \pm 6 \times 10^{-10}$	$1142,21 \pm 0,04$	$0,01 \pm 0,08$	-0,6287
127	4	$5,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2668,42 \pm 0,05$	$19,52 \pm 0,07$	-24,7364
127	5	$5,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$2924,40 \pm 0,04$	$0,021 \pm 0,001$	4,8215
127	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3198,28 \pm 0,09$	$0,88 \pm 0,10$	1,5594
127	7	$1,0 \times 10^{-07}$	3490,5	$21,86 \pm 0,03$	-30,4035
-	-	—	parâmetros de FFT_{cor}	—	—
0	0	$2,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	1548 ± 1	0 ± 3	0,11424791
0	2	$1,8 \times 10^{-08}$	2093,1	0 ± 7	0,059622966
0	5	$5,6 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-08}$	$2493,0 \pm 0,4$	2 ± 1	0,41774312
0	8	$9,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$2900,4544 \pm 0,0008$	0 ± 2	1,6760841
0	12	$1,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	3436 ± 2	$0,8 \pm 0,9$	3,1262040
1	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2021,248 \pm 0,005$	$2,2 \pm 0,3$	2,3367754
1	5	$1,9 \times 10^{-08}$	2425,6	1 ± 1	-0,054314439
1	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2559,06 \pm 0,06$	0,6	-1,4106680
1	7	$3,0 \times 10^{-08}$	2693,4	$0,1 \pm 0,7$	-0,026393731
1	8	$7,5 \times 10^{-08}$	2828,2	$1,1 \pm 0,2$	0,027575641
1	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2963,3 \pm 0,5$	$1,0 \pm 0,2$	2,8301716
1	10	$1,1 \times 10^{-07}$	3098,2	$0,7 \pm 0,8$	-0,065748256
1	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3233,132 \pm 0,003$	1 ± 4	1,7307172
1	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-06}$	3369 ± 1	1 ± 4	58,906168

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
1	13	$5,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3504,46 \pm 0,03$	$2,3 \pm 0,5$	-2,0011022
1	14	$3,3 \times 10^{-08}$	3641,4	$7,4 \pm 0,9$	0,49905427
2	0	$2,7 \times 10^{-08}$	1673,9	$4,9 \pm 0,7$	0,25277139
2	5	$2,0 \times 10^{-08}$	2352,2	$1,2 \pm 0,4$	-9,8808394
2	6	$3,4 \times 10^{-08}$	2486,1	$1,2 \pm 0,1$	-0,34178734
2	7	$5,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	2619,9	$1,4 \pm 0,1$	-58,131167
2	9	$9,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-06}$	$2889,56 \pm 0,09$	$0,9 \pm 0,2$	-0,032256461
2	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-08}$	3025 ± 2	1,1	-0,35645451
2	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{+01}$	$3159,800 \pm 0,002$	$1,09 \pm 0,09$	-0,70053655
2	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3295,216 \pm 0,007$	$0,9 \pm 0,7$	0,24197884
2	13	$8,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3430,5 \pm 0,8$	$1,4 \pm 0,6$	-0,032483160
2	14	$6,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3566,9 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,1$	0,035749370
2	15	$3,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3703,5 \pm 0,1$	$1,40 \pm 0,05$	-0,19578542
2	17	$3,4 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4385,8 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	-0,093358157
2	19	$6,1 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4668,7 \pm 0,1$	$4,61 \pm 0,07$	-0,18535144
3	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2273,96 \pm 0,10$	$0,16 \pm 0,09$	-0,10782386
3	5	$4,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2407,8 \pm 0,1$	$1,16 \pm 0,07$	-0,050273037
3	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2541,8 \pm 0,1$	$1,2 \pm 0,1$	-0,10621758
3	7	$6,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2676,3 \pm 0,4$	$1,4 \pm 0,2$	-0,30850888
3	8	$9,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2811,7 \pm 0,9$	$0,8 \pm 0,2$	-0,67058810
3	9	$1,3 \times 10^{-07}$	2947,1	1 ± 5	-0,32504273
3	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-08}$	$3082,36 \pm 0,04$	$1,39 \pm 0,03$	0,022551308

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
3	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{+02}$	$3217,69 \pm 0,02$	$1,56 \pm 0,07$	-0,35122393
3	12	$9,9 \times 10^{-08}$	3353,6	$1,391 \pm 0,006$	-0,57463810
3	13	$8,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	3489,5	$1,813 \pm 0,009$	0,47602119
3	14	$6,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-05}$	3626 ± 113	$2,705 \pm 0,009$	-1,4494732
3	15	$3,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$3762,691 \pm 0,001$	$0,09 \pm 0,01$	1,4853072
3	16	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	3900 ± 1	$3,97 \pm 0,02$	-0,20524049
3	17	$9,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4009,0 \pm 0,6$	$320,50 \pm 0,02$	0,021223788
3	19	$6,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4301,4 \pm 0,3$	$31,95 \pm 0,02$	-0,14041307
4	0	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1778,3 \pm 0,3$	$0,34 \pm 0,10$	-0,20312255
4	1	$1,8 \times 10^{-08}$	1915,6	$0,27 \pm 0,03$	63,226402
4	4	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2324,67 \pm 0,09$	$1,60 \pm 0,05$	0,045671995
4	5	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2458,36 \pm 0,07$	$2,5 \pm 0,2$	0,017471846
4	6	$5,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2593,02 \pm 0,07$	1,4	0,15477162
4	8	$9,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2864,21 \pm 0,08$	$1,2 \pm 0,4$	-0,12590085
4	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3000,3 \pm 0,1$	1 ± 2	0,28998193
4	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3136,1 \pm 0,2$	$1,6 \pm 0,6$	-0,11063693
4	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3271,8 \pm 0,3$	$1,3 \pm 0,2$	-0,52046331
4	12	$1,2 \times 10^{-07}$	3408,2	$1,7 \pm 0,1$	-10,311283
4	13	$6,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	3545 ± 2	$2,1 \pm 0,2$	-1,2850591
4	14	$4,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3681,66 \pm 0,03$	$3,1 \pm 0,2$	2,4625173
4	15	$3,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	3819 ± 3	$2,8 \pm 0,3$	-9,5382357
4	16	$3,0 \times 10^{-08}$	$3956,681900000 \pm 0,000000005$	$3,9 \pm 0,2$	0,21020508

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
4	18	$3,5 \times 10^{-08}$	4236,1	$2,0 \pm 0,6$	0,089887265
5	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-07}$	$2371,5 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,4$	-0,12323585
5	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2506,3 \pm 0,2$	2 ± 3	-0,62715521
5	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2641,6 \pm 0,3$	1 ± 1	-0,12647615
5	8	$9,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2777,4 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,4$	-0,047572065
5	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2913,8 \pm 0,1$	1 ± 1	-0,016544613
5	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3050,14 \pm 0,06$	$1,6 \pm 0,3$	-0,29931561
5	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3186,01 \pm 0,05$	2 ± 2	-0,13725541
5	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3322,35 \pm 0,06$	$1,4 \pm 0,6$	-0,069047470
5	13	$8,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3459,88 \pm 0,05$	$2,2 \pm 0,3$	0,098120586
5	14	$6,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3597,44 \pm 0,09$	$3,2 \pm 0,2$	-0,10573930
5	15	$4,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3735,0 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,3$	0,25354101
5	16	$3,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3872,2 \pm 0,2$	5 ± 1	0,74897820
5	17	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4009,01 \pm 0,05$	0 ± 1	1,9753012
5	18	$1,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4149,9 \pm 0,5$	4 ± 1	-0,34652827
5	20	$6,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	4422,5	1 ± 4	27,977214
5	21	$8,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-01}$	4709 ± 53	18 ± 4	-0,20019310
6	3	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	2004 ± 6	0 ± 5	9,3078120
6	4	$4,7 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	2141,8	$0,791 \pm 0,002$	5,8035587
6	6	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2415,73 \pm 0,07$	$1,821 \pm 0,007$	-0,33425326
6	7	$3,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2551,23 \pm 0,06$	$1,25 \pm 0,08$	-0,86061569
6	8	$6,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{+00}$	$2687,358 \pm 0,002$	$0,79 \pm 0,10$	-0,45700432

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
6	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2823,62 \pm 0,03$	$1,51 \pm 0,02$	$0,78289589$
6	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3097,4 \pm 0,2$	$1,38 \pm 0,02$	$-0,59214986$
6	12	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3233,7 \pm 0,2$	$2,09 \pm 0,01$	$-0,0035837928$
6	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3371,13 \pm 0,06$	$1,777 \pm 0,008$	$-0,073834492$
6	14	$9,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3508,19 \pm 0,04$	$2,388 \pm 0,007$	$-0,23594173$
6	15	$8,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3646,17 \pm 0,03$	$3,528 \pm 0,006$	$-0,037111339$
6	16	$4,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3785,13 \pm 0,03$	$4,81 \pm 0,01$	$-0,14847436$
6	17	$3,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3923,52 \pm 0,02$	$3,49 \pm 0,04$	$-0,10156491$
6	18	$9,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4060,58 \pm 0,03$	$2,13 \pm 0,04$	$-0,10880584$
6	19	$2,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4200,16 \pm 0,03$	$7,00 \pm 0,10$	$-0,097531224$
6	20	$2,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4342,03 \pm 0,05$	$10,7$	$0,013301346$
6	21	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4477,18 \pm 0,09$	0 ± 3	$0,017375170$
7	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2046,9 \pm 0,1$	1 ± 2	$-0,084542282$
7	6	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2322,6 \pm 0,2$	0 ± 1	$-0,051730372$
7	7	$5,4 \times 10^{-08}$	$2458,3$	$2,2 \pm 0,6$	$-1,1819560$
7	8	$4,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	2594 ± 1	$1,6 \pm 0,4$	$-4,3313260$
7	9	$9,1 \times 10^{-08}$	$2731,3$	$1,5 \pm 0,3$	$-0,18883525$
7	10	$8,6 \times 10^{-08}$	$2868,4$	$1,4 \pm 0,3$	$0,10045700$
7	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3142,6476 \pm 0,0005$	$1,5 \pm 0,4$	$0,24081341$
7	13	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3280,03 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,5$	$0,39330741$
7	14	$9,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$3417,7 \pm 0,4$	$1,9 \pm 1,0$	$-1,0008330$
7	15	$7,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3555,27 \pm 0,01$	$2,4 \pm 0,7$	$-0,52228726$

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
7	16	$6,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3693,66 \pm 0,02$	4 ± 8	-0,26212369
7	17	$3,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3832,522 \pm 0,009$	$3,1 \pm 0,7$	-0,48485159
7	18	$3,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3970,540 \pm 0,008$	$6,4 \pm 0,2$	-0,095346638
7	19	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4109,515 \pm 0,003$	$2,4 \pm 0,1$	-0,085436011
7	20	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4387,803 \pm 0,004$	$2,14 \pm 0,07$	-0,20038163
7	21	$1,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4528,817 \pm 0,003$	$1,49 \pm 0,08$	0,29287917
8	2	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$1805,352 \pm 0,004$	$0,03 \pm 0,10$	0,37620235
8	4	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2086,809 \pm 0,007$	$0,1 \pm 0,2$	-0,52282387
8	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2224,77 \pm 0,01$	$2,0 \pm 0,4$	-0,68564360
8	6	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2363,13 \pm 0,01$	$2,2 \pm 0,3$	-1,0296725
8	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2499,71 \pm 0,03$	$1,7 \pm 0,8$	-0,77562113
8	8	$5,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2636,497 \pm 0,010$	$2,0 \pm 0,2$	1,3140308
8	9	$7,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2774,00 \pm 0,03$	2 ± 2	-1,5572266
8	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2911,57 \pm 0,08$	2 ± 2	-1,3907718
8	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3049,18 \pm 0,08$	2 ± 2	2,6823687
8	12	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3186,7 \pm 0,3$	2 ± 1	-8,0377919
8	13	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{+00}$	$3324,3410 \pm 0,0006$	$1,8 \pm 0,7$	-0,27977920
8	14	$1,0 \times 10^{-07}$	$3462,7$	$2,4 \pm 0,4$	-0,088347960
8	15	$6,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3600,9 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,2$	0,24174643
8	16	$4,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3740,0 \pm 0,9$	$3,2 \pm 0,3$	0,47217583
8	17	$4,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$3880,2$	$6,1 \pm 0,8$	3,5342859
8	18	$1,4 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4015,3 \pm 0,3$	$1,4 \pm 1,0$	-0,27009955

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
8	19	$3,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4155,1 \pm 0,2$	8 ± 2	-0,25769089
8	20	$8,1 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4294,13 \pm 0,08$	2 ± 3	-0,27367181
8	22	$2,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4597,27 \pm 0,09$	$38,9 \pm 0,5$	0,099073714
9	4	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2125,21 \pm 0,06$	$1,5 \pm 0,3$	-0,021088716
9	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2402,62 \pm 0,05$	2 ± 8	-0,26794453
9	7	$4,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2539,90 \pm 0,06$	2 ± 1	0,083179156
9	8	$6,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2677,21 \pm 0,07$	2 ± 2	-0,40338312
9	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2815,3 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,7$	-0,068340812
9	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2953,7 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,6$	-0,29630807
9	11	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3091,7 \pm 0,3$	$1,9 \pm 0,4$	-1,3464001
9	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3229,5 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,4$	-1,6183210
9	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	3368 ± 1	$2,0 \pm 0,2$	-0,10107018
9	14	$8,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3506,3 \pm 0,6$	$2,0 \pm 0,3$	-1,7564265
9	15	$7,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	3645 ± 1	$3,4 \pm 0,4$	-2,8164677
9	16	$3,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3785,5 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,6$	-1,1893710
9	20	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$4342,0 \pm 0,9$	0 ± 1	-2,3764577
9	22	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	$4623,583 \pm 0,003$	$11,8 \pm 0,4$	0,27996539
10	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2303,45 \pm 0,06$	2 ± 2	-0,15204840
10	6	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2441,3 \pm 0,6$	2 ± 1	-1,1041181
10	7	$4,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-03}$	2579 ± 76	$1,5 \pm 0,6$	1,3474800
10	8	$7,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2717,2 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,4$	-0,44809900
10	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2855,7 \pm 0,8$	$1,7 \pm 0,3$	-0,17379214

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
10	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3132,9 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,3$	-0,23495479
10	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3271,4 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,4$	-0,24099633
10	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3409,9 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,5$	0,093084549
10	14	$9,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3549,46 \pm 0,09$	$2,5 \pm 0,8$	0,030811104
10	15	$6,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3688,6 \pm 0,1$	3 ± 1	0,17005921
10	16	$4,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3828,51 \pm 0,09$	4 ± 2	-0,011255977
10	17	$2,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3967,6 \pm 0,1$	4 ± 3	-0,24005445
10	18	$2,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4108,1 \pm 0,2$	6 ± 5	0,063570318
10	19	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4248,6 \pm 0,3$	8 ± 8	-0,44314301
10	22	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4668,4 \pm 0,5$	0 ± 2	-0,54854519
11	1	$9,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1771,6 \pm 0,5$	$0,0 \pm 0,7$	-0,43851910
11	2	$6,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	1916 ± 1	$0,3 \pm 0,5$	0,035643281
11	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	2200 ± 1	$1,1 \pm 0,5$	-0,0095635699
11	5	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	2340 ± 2	$1,3 \pm 0,3$	-2,0779869
11	6	$2,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-07}$	2479 ± 2	$1,8 \pm 0,2$	4,0348179
11	7	$5,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2617,444 \pm 0,002$	$2,1 \pm 0,3$	0,19339197
11	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2755,979 \pm 0,001$	$1,2 \pm 0,4$	0,81506834
11	10	$1,6 \times 10^{-07}$	$3034,5$	$2,0 \pm 0,7$	0,10237209
11	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3173,395 \pm 0,005$	$2,1$	-0,69638834
11	12	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3312,32 \pm 0,03$	2 ± 2	0,29103811
11	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3451,65 \pm 0,03$	2 ± 7	-0,43882037
11	14	$8,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3591,188 \pm 0,008$	$2,6 \pm 0,5$	-0,26496744

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
11	15	$5,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3731,219 \pm 0,006$	$2,6 \pm 0,4$	-0,37847407
11	16	$4,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3871,501 \pm 0,005$	$4,4 \pm 0,2$	-0,32728938
11	17	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4011,716 \pm 0,003$	$4,1 \pm 0,1$	-0,092240822
11	18	$8,9 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4152,463 \pm 0,003$	$1,65 \pm 0,07$	-0,081099404
11	20	$2,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4431,588 \pm 0,002$	$0,14 \pm 0,05$	0,026470272
12	1	$6,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-10}$	$1660,454 \pm 0,002$	$0,02 \pm 0,05$	-0,090036451
12	4	$5,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2095,979 \pm 0,004$	$2,83 \pm 0,04$	-0,35119792
12	5	$3,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2235,938 \pm 0,006$	$0,69 \pm 0,07$	-0,24748509
12	6	$2,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2376,65 \pm 0,01$	$2,1 \pm 0,2$	-0,85967180
12	7	$3,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2515,38 \pm 0,06$	$1,15 \pm 0,03$	-2,4309877
12	8	$5,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2654,60 \pm 0,02$	2 ± 4	1,7485165
12	9	$9,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-10}$	$2794,82 \pm 0,02$	$2,5 \pm 0,5$	1,4501469
12	10	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2934,34 \pm 0,04$	2 ± 2	0,77875495
12	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-11}$	3074,0	$1,9 \pm 0,6$	1034,3035
12	12	$1,7 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-11}$	3213,2	$1,5 \pm 0,4$	-23,967339
12	13	$1,3 \times 10^{-07}$	3352,7	$2,5 \pm 0,4$	0,052121456
12	14	$9,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$3492,3 \pm 0,6$	$2,6 \pm 0,4$	-0,15343842
12	15	$6,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	3633 ± 1	$2,4 \pm 0,4$	-0,17302592
12	16	$5,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	3773 ± 4	$4,3 \pm 0,6$	0,082194467
12	17	$4,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3913,5 \pm 0,6$	5 ± 1	-0,34254773
12	21	$6,8 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4617,5 \pm 0,4$	0 ± 12	-0,35622840
13	0	$8,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1540,3 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,5$	-0,23291694

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
13	4	$2,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2129,2 \pm 0,2$	$0,2 \pm 0,2$	-0,14566980
13	6	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2412,2 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,2$	-0,15064647
13	7	$4,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2552,2 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,4$	-0,28610318
13	8	$6,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2691,8 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,3$	-0,049154147
13	9	$1,0 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2832,0 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,6$	-0,20337011
13	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2972,9 \pm 0,2$	2 ± 1	-0,19629826
13	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3112,6 \pm 0,3$	2 ± 1	-0,15035997
13	12	$1,7 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3252,4 \pm 0,5$	2 ± 3	-1,3362733
13	13	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3392,3$	$2,23 \pm 0,04$	-52,707515
13	14	$9,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$3532,1$	3 ± 2	-6,8922143
13	15	$6,8 \times 10^{-08}$	$3673,3$	3 ± 2	-13,806232
13	16	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3816,4 \pm 0,4$	4 ± 1	-0,41129131
13	18	$2,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$4095,30 \pm 0,03$	$4,1 \pm 0,7$	-4,3495003
13	19	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	4237 ± 3	$2,3 \pm 0,4$	-3,5789917
14	0	$3,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{+01}$	$1571,90 \pm 0,07$	$0,6 \pm 0,4$	0,69005331
14	2	$9,1 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-08}$	$1870,33 \pm 0,07$	$0,3 \pm 0,5$	0,49598919
14	3	$8,8 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-06}$	2019 ± 10	$3,6 \pm 1,0$	8,1885940
14	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-04}$	$2163,0820 \pm 0,0003$	$1,78 \pm 0,02$	-0,99775258
14	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2306,2 \pm 0,3$	$2,23 \pm 0,09$	-0,71537970
14	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2447,0 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,2$	-0,63654848
14	7	$5,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2587,23 \pm 0,07$	$1,44 \pm 0,08$	-0,40583291
14	8	$9,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2728,41 \pm 0,05$	$2,11 \pm 0,04$	-0,25964213

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
14	9	$8,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2869,38 \pm 0,03$	$1,89 \pm 0,03$	$0,027183482$
14	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3009,81 \pm 0,02$	$2,26 \pm 0,02$	$-0,082624482$
14	11	$1,9 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3150,65 \pm 0,02$	$2,22 \pm 0,01$	$-0,028697490$
14	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3291,02 \pm 0,03$	$2,36 \pm 0,02$	$-0,071450994$
14	13	$1,3 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3431,56 \pm 0,03$	$2,46 \pm 0,02$	$0,074778779$
14	14	$8,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3572,71 \pm 0,04$	$3,65 \pm 0,02$	$-0,22029920$
14	15	$6,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3712,79 \pm 0,06$	$3,66 \pm 0,03$	$-0,15165173$
14	16	$4,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3854,7 \pm 0,1$	$3,70 \pm 0,07$	$-0,33802083$
14	17	$5,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3978,9 \pm 0,2$	$16,59 \pm 0,05$	$0,038756043$
14	18	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$4137,7 \pm 0,2$	$5,3 \pm 0,3$	$-0,13682880$
14	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4273,7 \pm 0,8$	$16,4 \pm 0,1$	$-1,4082602$
15	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-06}$	$2195,8 \pm 0,2$	2 ± 1	$-7,4074608$
15	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{+00}$	$2339,4829 \pm 0,0010$	$2,3 \pm 0,6$	$0,56440939$
15	6	$3,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2481,0 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$	$0,40105602$
15	7	$4,8 \times 10^{-08}$	$2622,5$	$2,2 \pm 0,1$	$-4,1033584$
15	8	$8,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$2764,3 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$	$0,61160981$
15	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2905,8 \pm 0,7$	$2,1 \pm 0,2$	$-0,60691001$
15	10	$1,3 \times 10^{-07}$	$3047,2$	$2,1 \pm 0,3$	$-0,028075740$
15	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3187,9 \pm 0,6$	$2,2 \pm 0,4$	$-0,48598180$
15	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3329,0 \pm 0,7$	$2,6 \pm 0,8$	$-0,49131371$
15	13	$9,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3470,2 \pm 0,5$	$2,7 \pm 0,7$	$-0,22884910$
15	14	$9,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3611,5 \pm 0,3$	3 ± 8	$-0,54155862$

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
15	15	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3894,8 \pm 0,2$	4,0	0,17609794
15	16	$3,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4036,2 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,2$	0,020801939
15	17	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4177,47 \pm 0,09$	1 ± 2	0,010936347
15	18	$1,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4319,26 \pm 0,08$	0 ± 2	0,11982258
16	4	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2081,7 \pm 0,1$	2 ± 1	0,018115932
16	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2373,0 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,6$	-0,097359216
16	7	$3,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2515,1 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,3$	-0,13128424
16	8	$6,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2657,2 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,3$	-0,54953189
16	9	$8,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2799,7 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,2$	-0,65804915
16	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2941,6 \pm 0,9$	$2,4 \pm 0,3$	-0,88578144
16	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	3084 ± 1	$2,3 \pm 0,5$	-0,65857326
16	12	$1,6 \times 10^{-07}$	3225,2	$2,4 \pm 0,4$	-26,782138
16	13	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3366,1 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,8$	1,4498907
16	14	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-07}$	$3508,158 \pm 0,004$	3 ± 1	1,5992963
16	15	$7,1 \times 10^{-08}$	3649,7	4 ± 2	0,060768501
16	16	$6,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3791,7 \pm 0,2$	4 ± 2	-0,13437151
16	17	$1,4 \times 10^{-08}$	3974,2	53 ± 3	0,015450920
16	18	$2,7 \times 10^{-08}$	4077,6	$5,3 \pm 0,1$	-0,15098122
16	19	$1,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	4219 ± 3	3 ± 3	-2,3620206
16	20	$5,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4358,3 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,7$	-0,10406853
17	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2261,4 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,6$	-0,41867851
17	6	$2,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2406,4 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,3$	-0,0037794204

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
17	7	$3,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2548,2 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,3$	$0,029553249$
17	8	$6,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2691,3 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$	$-0,30737966$
17	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2977,2 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,2$	$0,062023543$
17	11	$1,8 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3119,47 \pm 0,08$	$2,4 \pm 0,2$	$-0,081532607$
17	12	$1,4 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3261,48 \pm 0,07$	$2,2 \pm 0,5$	$0,051520587$
17	13	$1,3 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3403,6 \pm 0,1$	3 ± 1	$0,033930541$
17	14	$1,0 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3545,5 \pm 0,2$	3 ± 4	$0,090722036$
17	15	$6,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3688,3 \pm 0,2$	$3,6$	$-0,35314150$
17	16	$5,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3830,3 \pm 0,4$	5 ± 7	$-0,25636716$
17	17	$3,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3973,2 \pm 0,6$	5 ± 2	$-0,56381954$
17	20	$6,7 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-08}$	$4398,3 \pm 0,1$	1 ± 2	$2,6462400$
18	0	$3,8 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-06}$	$1518,4$	$0,0 \pm 0,9$	$2,3859109$
18	5	$1,9 \times 10^{-08}$	$2291,8$	$2,3 \pm 0,6$	$-0,090128738$
18	6	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2437,0 \pm 0,5$	$1,9 \pm 0,4$	$2,0832921$
18	7	$4,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2581,2 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,3$	$0,85885593$
18	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-05}$	2725 ± 1	$1,8 \pm 0,3$	$-9,4784947$
18	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2868,7 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,4$	$-0,81701469$
18	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-05}$	3012 ± 4	$2,2 \pm 0,5$	$-6,1461457$
18	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3154,7 \pm 0,7$	$2,5 \pm 0,4$	$-0,40752814$
18	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3297,4 \pm 0,4$	$2,8 \pm 0,9$	$-0,51794435$
18	13	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3440,0 \pm 0,2$	3 ± 2	$-0,080607227$
18	15	$3,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3717,9 \pm 0,2$	7 ± 9	$0,023722060$

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
18	17	$3,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4011,5 \pm 0,1$	4 ± 5	-0,24161086
19	0	$8,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1542,7 \pm 0,1$	$0,0 \pm 0,8$	-0,071685132
19	4	$2,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2174,9 \pm 0,1$	1 ± 4	0,068180432
19	5	$1,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2321,8 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,5$	0,091716733
19	6	$3,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2468,4 \pm 0,2$	$1,8 \pm 0,3$	0,46112339
19	7	$5,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2613,2 \pm 0,3$	$2,4 \pm 0,2$	-0,38243229
19	8	$6,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2757,9 \pm 0,7$	$2,1 \pm 0,1$	-2,5174299
19	9	$1,3 \times 10^{-07}$	2902,6	$2,2 \pm 0,1$	73,898569
19	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	3047 ± 1	$2,40 \pm 0,09$	0,29900845
19	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	3190 ± 1	$2,4 \pm 0,1$	0,12023367
19	12	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3332,7 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2$	-0,44138843
19	13	$1,2 \times 10^{-07}$	3476,4	$3,2 \pm 0,2$	0,18440729
19	14	$7,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	3620 ± 2	3 ± 5	0,54961701
19	15	$6,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	3763 ± 3	$4,6 \pm 0,3$	-1,6855210
19	16	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	4049 ± 1	4 ± 1	-0,56928732
19	19	$7,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	4478 ± 1	2 ± 2	-0,48808781
20	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2203,7 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,7$	-0,33749034
20	4	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2352,8 \pm 0,3$	3 ± 8	0,056752320
20	5	$4,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2499,2 \pm 0,2$	2,3	-0,18049882
20	6	$5,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2645,1 \pm 0,2$	$2,05 \pm 0,08$	-0,21904711
20	7	$9,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2790,9 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,7$	0,34589432
20	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2935,90 \pm 0,09$	$2,1 \pm 0,5$	-0,10017409

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
20	9	$1,7 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3080,5 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,3$	-0,21484934
20	10	$1,7 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3224,5 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	-0,017643962
20	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3368,0 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,2$	-0,52591558
20	12	$1,1 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3511,6 \pm 0,4$	$3,1 \pm 0,2$	0,32287787
20	13	$7,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3656,1 \pm 0,5$	$3,7 \pm 0,2$	-0,22529009
20	14	$6,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3800 ± 8	$4,6 \pm 0,2$	16,904383
20	17	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	4229 ± 1	$0,5 \pm 0,3$	-0,17737481
20	19	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	4521 ± 4	$10,0 \pm 0,4$	4,7747640
20	20	$2,9 \times 10^{-08}$	$4671,9$	24 ± 1	-0,22360943
21	0	$1,1 \times 10^{-08}$	$1213,2$	0 ± 2	-0,043701996
21	5	$9,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-07}$	$2078,20 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,2$	-0,40064018
21	7	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{+00}$	$2382,4750 \pm 0,0007$	3 ± 1	-0,60823312
21	8	$4,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$2529,539 \pm 0,003$	$2,7 \pm 0,6$	-0,38611724
21	9	$6,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2676,4 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,4$	-0,010043527
21	10	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2822,8 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	-0,044656535
21	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2968,95 \pm 0,07$	$2,8 \pm 0,6$	0,0051771737
21	12	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3113,96 \pm 0,05$	$2,4 \pm 0,9$	0,010485222
21	13	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3258,26 \pm 0,03$	2 ± 10	-0,27306141
21	14	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3402,96 \pm 0,02$	3 ± 10	-0,16225950
21	15	$9,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3547,08 \pm 0,02$	4 ± 23	-0,13970872
21	16	$7,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3691,15 \pm 0,02$	$3,79 \pm 0,08$	0,19047782
21	17	$5,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3835,98 \pm 0,02$	$5,1$	-0,087269774

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
21	18	$1,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3979,14 \pm 0,03$	1 ± 1	-0,22926359
21	19	$1,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4122,54 \pm 0,03$	1 ± 1	-0,24197734
21	20	$2,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$4267,96 \pm 0,08$	$6,1 \pm 0,7$	-0,39219070
22	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1946,1 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,4$	-0,11355028
22	3	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2103,8 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,3$	0,56510389
22	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2260,56 \pm 0,02$	$2,7 \pm 0,4$	0,38920456
22	5	$3,4 \times 10^{-08}$	2411,1	$2,1 \pm 0,6$	10,668989
22	6	$4,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-05}$	2559 ± 2	2,2	-0,15603542
22	7	$7,9 \times 10^{-08}$	2707,2	$2,5 \pm 0,6$	0,093285947
22	8	$9,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-03}$	2854,8	2 ± 3	-0,80777642
22	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	3001 ± 1	2 ± 3	-0,12165329
22	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3146,95 \pm 0,02$	2 ± 2	0,17277554
22	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3292,5 \pm 0,3$	3 ± 2	-0,35537659
22	12	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3437,0 \pm 0,7$	2,5	-0,38065318
22	13	$8,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3582,5 \pm 0,4$	4 ± 1	-0,36748247
22	14	$6,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3727,0 \pm 0,3$	$4,7 \pm 0,7$	-0,21424172
22	15	$4,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3872,0 \pm 0,2$	$5,1 \pm 0,5$	0,10642844
22	16	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4015,6 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,3$	-0,20794347
22	17	$4,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4160,8 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,3$	-0,37610094
22	18	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4321,3 \pm 0,2$	$49,8 \pm 0,3$	0,24682831
23	3	$9,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1969,9 \pm 0,2$	$0,6 \pm 0,8$	-0,26257136
23	5	$1,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2287,9 \pm 0,4$	$2,0 \pm 0,6$	-0,17076154

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
23	6	$2,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2439,3 \pm 0,5$	2 ± 5	-0,089528406
23	7	$4,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$2589,1$	$1,7 \pm 0,2$	-40,744758
23	8	$8,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	2738 ± 2	$2,47 \pm 0,10$	-1,5052514
23	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	2886 ± 1	$2,53 \pm 0,06$	-1,1603816
23	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	3033 ± 5	$2,73 \pm 0,08$	1,8945380
23	11	$1,7 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-03}$	3180 ± 141	$3,08 \pm 0,07$	-0,88370876
23	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-08}$	$3325,35 \pm 0,04$	$2,75 \pm 0,09$	0,46178495
23	13	$1,0 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3471,27 \pm 0,03$	$2,7 \pm 0,2$	-0,30892294
23	14	$7,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3616,79 \pm 0,03$	$2,98 \pm 0,10$	0,60707299
23	15	$4,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	3762 ± 3	4 ± 3	-3,4781592
23	16	$5,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	3907 ± 2	$5,9 \pm 0,5$	-1,0964449
23	18	$3,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4198,1 \pm 0,7$	$9,0$	-1,4311336
23	19	$3,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4342,8 \pm 0,3$	$1,0 \pm 0,3$	-0,097594763
23	20	$8,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4488,5 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,5$	-0,24389856
24	2	$1,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1992,8 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,4$	-0,28399335
24	3	$8,0 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2156,93 \pm 0,10$	$0,6 \pm 0,3$	0,028136917
24	4	$4,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2313,14 \pm 0,08$	$5,2 \pm 0,1$	-0,086950353
24	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2467,58 \pm 0,09$	$2,80 \pm 0,08$	-0,20557279
24	6	$5,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2617,8 \pm 0,1$	$2,46 \pm 0,07$	-0,25320564
24	7	$6,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2767,5 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$	0,066019688
24	8	$1,4 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2917,0 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,5$	-0,65213595
24	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3065,1 \pm 0,4$	$2,2 \pm 0,2$	-0,59828943

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
24	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3211,7 \pm 0,6$	3 ± 1	-0,090523695
24	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-06}$	3358,9	$3,0 \pm 0,1$	-2,3332791
24	12	$1,0 \times 10^{-07}$	3504,9	2,7	68,518393
24	13	$6,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	3651 ± 1	3 ± 2	0,69622161
24	14	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3809,84 \pm 0,02$	$38,92 \pm 0,03$	0,29073700
24	15	$2,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$3940,70 \pm 0,02$	1 ± 1	0,15635047
24	16	$1,3 \times 10^{-08}$	4088,9	$1,8 \pm 0,9$	-0,051300234
24	18	$8,6 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-08}$	$4376,4 \pm 0,2$	1 ± 1	-0,28103270
24	19	$1,3 \times 10^{-08}$	4522,8	$0,5 \pm 0,5$	2,9177066
24	20	$5,2 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4667,2 \pm 1,0$	$4,0 \pm 0,3$	-0,30341547
24	21	$5,1 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4829,9 \pm 0,6$	$28,1 \pm 0,2$	-0,14503658
25	1	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$1674,4 \pm 0,4$	$0,1 \pm 0,3$	-0,41678444
25	3	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2017,1 \pm 0,3$	1 ± 1	-0,19923914
25	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2340,7 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,1$	0,0049485682
25	6	$3,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2494,4 \pm 0,1$	2 ± 5	-0,086171784
25	7	$5,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2646,2 \pm 0,1$	2 ± 1	0,034723045
25	8	$8,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2797,5 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,7$	-0,13693326
25	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2947,4 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,5$	-0,020104268
25	10	$1,7 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3096,5 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,3$	-0,20767926
25	11	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3243,6 \pm 0,8$	$3,4 \pm 0,2$	7,4297984
25	12	$1,5 \times 10^{-07}$	3391,5	$3,3 \pm 0,2$	-15,009387
25	13	$9,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3538,3 \pm 0,6$	$3,2 \pm 0,2$	-0,53465466

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
25	14	$6,2 \times 10^{-08}$	3684,9	$3,4 \pm 0,2$	-2,7198447
25	15	$4,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	$3831,25 \pm 0,02$	$3,6 \pm 0,4$	2,2761866
25	16	$3,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-03}$	3978 ± 87	6 ± 4	-2,7075526
25	17	$2,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-04}$	4123,9	$8,9 \pm 0,6$	0,47027754
26	0	$2,7 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1508,20 \pm 0,01$	$0,0 \pm 0,3$	0,22580695
26	3	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2039,5670 \pm 0,0008$	$0,1 \pm 0,2$	0,10698427
26	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2366,444 \pm 0,002$	$1,9 \pm 0,3$	0,18714447
26	6	$3,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2521,46 \pm 0,01$	$2,1 \pm 0,3$	-0,62103898
26	7	$6,4 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	$2674,69 \pm 0,03$	$2,37 \pm 0,10$	-1,0951637
26	8	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2826,69 \pm 0,07$	3 ± 1	0,38339446
26	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2977,39 \pm 0,03$	2,1	-0,33843192
26	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3127,16 \pm 0,02$	2,9	-0,083830652
26	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3275,47 \pm 0,01$	3 ± 2	0,048179410
26	12	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3423,066 \pm 0,007$	3 ± 1	-0,047957160
26	13	$7,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3571,434 \pm 0,006$	$2,6 \pm 1,0$	-0,055127852
26	14	$6,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3718,758 \pm 0,007$	$4,6 \pm 0,8$	-0,21957871
26	15	$1,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3865,799 \pm 0,007$	$1,0 \pm 0,3$	-0,067253350
26	16	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4040,637 \pm 0,009$	$39,3 \pm 0,2$	-0,48440553
26	18	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$4305,68 \pm 0,01$	$9,4 \pm 0,2$	-0,74069665
26	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$4451,88 \pm 0,02$	$11,5 \pm 0,4$	-0,65329853
26	20	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4597,15 \pm 0,03$	$0,0 \pm 0,6$	0,056227024
26	21	$1,6 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4739,894 \pm 0,004$	$73,9 \pm 0,9$	-2,3619200

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
27	4	$1,1 \times 10^{-08}$	2230,5	1,8	-1,4191825
27	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2390,8 \pm 0,1$	2 ± 5	2,6085402
27	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	2548 ± 3	3 ± 2	-0,59161033
27	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$2702,2 \pm 1,0$	2 ± 1	1,5597637
27	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2855,15 \pm 0,09$	$2,9 \pm 0,8$	-0,52728003
27	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3007,3 \pm 0,5$	$2,8 \pm 0,4$	-0,44912987
27	10	$1,7 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3156,9 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2$	-0,26961418
27	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3306,8 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,2$	-0,31985041
27	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3455,13 \pm 0,09$	$4,6 \pm 0,2$	-0,20705970
27	13	$9,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3603,72 \pm 0,08$	$3,4 \pm 0,3$	0,0029927080
27	14	$4,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3751,28 \pm 0,06$	$2,3 \pm 0,4$	-0,11603925
27	15	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3913,73 \pm 0,05$	34 ± 1	-0,12910864
27	16	$1,2 \times 10^{-10} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4025,95 \pm 0,08$	52 ± 2	-0,084207627
27	17	$1,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4193,2 \pm 0,1$	0 ± 3	0,017400894
27	18	$9,6 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4342,0 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,3$	-0,67488043
27	20	$6,9 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4633,4 \pm 0,3$	$4,08 \pm 0,08$	-0,47895142
27	21	$3,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-06}$	$4774,0784 \pm 0,0008$	$0,5 \pm 0,3$	0,44615338
28	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-06}$	2253,3	$2,3 \pm 0,3$	7,0917251
28	5	$9,5 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2391,0 \pm 0,3$	$29,3 \pm 0,3$	1,8079040
28	6	$4,2 \times 10^{-08}$	2573,3	$2,7 \pm 0,6$	-265,08827
28	7	$7,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2729 ± 3	2 ± 2	-2,2445622
28	8	$9,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	2884 ± 12	3 ± 2	-9,0658789

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
28	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3036,50 \pm 0,02$	2,5	0,33292970
28	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3187,08 \pm 0,03$	3 ± 3	-2,6398276
28	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-05}$	3337 ± 143	$3,0 \pm 0,5$	-4,7346134
28	12	$1,1 \times 10^{-07}$	3487,0	4 ± 3	-0,017112356
28	13	$8,3 \times 10^{-08}$	3635,8	3,4	-9,0361616
28	14	$5,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	3785 ± 1	5 ± 2	-0,40819766
28	15	$2,2 \times 10^{-08}$	3933,2	$0,3 \pm 0,8$	-559,11450
28	16	$2,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4081,5 \pm 0,7$	$5,1 \pm 0,8$	-0,65491213
28	17	$1,1 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4227,4 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,4$	-0,26060065
28	18	$1,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4377,2 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,3$	-0,23826322
29	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2299,6 \pm 0,1$	$172,3 \pm 0,3$	0,11547963
29	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2439,2 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,8$	0,056360055
29	6	$4,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2598,66 \pm 0,09$	$2,1 \pm 0,6$	-0,052759896
29	7	$8,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2756,32 \pm 0,09$	3 ± 2	0,26739829
29	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2911,9 \pm 0,1$	2,8	-0,098446210
29	9	$1,7 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3064,9 \pm 0,2$	3 ± 3	0,24027993
29	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3216,7 \pm 0,2$	2 ± 2	0,22982451
29	11	$1,5 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3367,5 \pm 0,4$	3 ± 1	-0,41110183
29	12	$9,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3518,4 \pm 0,6$	$3,4 \pm 0,4$	0,20525466
29	13	$8,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3667,7 \pm 0,9$	$5,4 \pm 0,3$	0,97754648
29	14	$4,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3820,7 \pm 0,9$	$2,0 \pm 0,2$	0,28712672
29	15	$3,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-03}$	3991 ± 30	$51,3 \pm 0,2$	-1,8538644

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
29	17	$6,7 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-07}$	$4260,46 \pm 0,01$	$0,4 \pm 0,2$	-0,30328369
29	18	$1,7 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-05}$	4413 ± 2	$124,8 \pm 0,3$	9,2795035
29	20	$8,3 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4853,107 \pm 0,001$	$0,3 \pm 0,6$	-0,94721865
30	1	$2,8 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{+01}$	$1770,023 \pm 0,002$	0 ± 4	-0,12519784
30	3	$9,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2127,5 \pm 0,9$	$0,8 \pm 1,0$	-1,0309388
30	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2297,96 \pm 0,05$	$2,0 \pm 0,8$	0,85724943
30	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2462,6 \pm 1,0$	$1,95 \pm 0,01$	-0,53203207
30	6	$4,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2624,0 \pm 0,3$	$3,12 \pm 0,05$	-0,32157614
30	7	$7,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2782,5 \pm 0,2$	$3,04 \pm 0,04$	-0,22580815
30	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2939,0 \pm 0,1$	$3,04 \pm 0,04$	-0,15304686
30	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3093,43 \pm 0,10$	$2,75 \pm 0,06$	-0,084105099
30	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3246,38 \pm 0,07$	$2,9 \pm 0,7$	-0,056827845
30	11	$1,1 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3397,39 \pm 0,08$	$3,1 \pm 0,3$	0,10162314
30	12	$9,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3548,70 \pm 0,07$	4 ± 1	-0,073561934
30	15	$3,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3999,21 \pm 0,09$	$5,64 \pm 0,08$	0,35174719
30	16	$1,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4149,5 \pm 0,2$	$0,4 \pm 0,2$	-0,32846154
30	17	$1,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4295,0 \pm 0,3$	$4,0 \pm 0,7$	-0,17541355
30	18	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4449,5 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,3$	-0,46083103
30	19	$6,4 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4604,8 \pm 0,4$	19 ± 1	0,53832863
30	20	$4,6 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	4740 ± 2	$3,6 \pm 0,6$	0,38816170
31	0	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	1599 ± 5	$0,0 \pm 0,2$	-15,790866
31	3	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	$2146,0 \pm 0,4$	$1,2 \pm 0,2$	0,69029660

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
31	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-07}$	2319 ± 5	$0,74 \pm 0,07$	-0,16927214
31	5	$3,2 \times 10^{-08}$	2485,6	$3,1 \pm 0,1$	0,58299666
31	6	$6,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	2648 ± 11	$2,5 \pm 0,3$	-6,0193803
31	7	$8,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-05}$	2808 ± 90	$2,6 \pm 0,8$	-2,8221907
31	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	2966 ± 2	3 ± 1	-0,38370207
31	9	$1,4 \times 10^{-07}$	3121,9	3 ± 1	-16,108354
31	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	3275 ± 1	3 ± 2	-0,49490832
31	11	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3427,6 \pm 0,7$	$3,1 \pm 0,5$	-0,29767988
31	12	$8,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3579,1 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,3$	-0,53228943
31	13	$5,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3730,3 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,2$	-0,020469345
31	15	$2,7 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4032,0 \pm 0,2$	$4,92 \pm 0,10$	-0,31539054
31	17	$1,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4328,0 \pm 0,1$	$2,51 \pm 0,09$	0,13399790
32	0	$1,6 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$1616,4 \pm 0,1$	$0,17 \pm 0,09$	-0,26556768
32	1	$2,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$1805,5 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,1$	0,21165759
32	3	$3,8 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2187,1 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$	0,040394029
32	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2339,5 \pm 0,2$	1 ± 1	-0,035749830
32	5	$4,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2507,6 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,4$	0,15775927
32	6	$6,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2671,6 \pm 0,7$	$3,0 \pm 0,2$	0,21466624
32	7	$1,0 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	2833,6	3 ± 1	-18,033292
32	8	$1,5 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-08}$	2993 ± 2	$2,7 \pm 0,7$	-0,75183450
32	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-07}$	3149 ± 2	$2,7 \pm 0,4$	0,83565217
32	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	3303 ± 2	$3,6 \pm 0,2$	-1,8263443

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
32	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-04}$	$3457,3 \pm 0,7$	$3,4 \pm 0,2$	1,5348078
32	12	$8,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	3609 ± 8	$4,2 \pm 0,2$	7,1077050
32	13	$6,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$3761,8 \pm 0,3$	$4,1 \pm 0,3$	0,29794257
32	15	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$4063,7 \pm 0,3$	$6,3 \pm 0,3$	-0,24478902
33	1	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1633,80 \pm 0,05$	1 ± 1	0,74867365
33	2	$9,7 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1822,4 \pm 0,4$	0,7	-0,26581903
33	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	2361 ± 1	3 ± 3	1,0069508
33	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2529,1 \pm 0,2$	3 ± 7	-0,63146608
33	7	$6,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2695,1 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,3$	-0,20545018
33	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2858,64 \pm 0,09$	$2,90 \pm 0,03$	0,14608736
33	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3018,68 \pm 0,05$	$2,93 \pm 0,07$	-0,12619797
33	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3175,91 \pm 0,05$	4 ± 1	-0,046883940
33	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3331,74 \pm 0,04$	$3,4 \pm 0,4$	0,31562511
33	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3485,76 \pm 0,06$	$3,7 \pm 0,2$	-0,39699544
33	13	$6,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3639,24 \pm 0,07$	$4,2 \pm 0,2$	-0,10231670
33	14	$6,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3792,3 \pm 0,1$	$4,4 \pm 0,2$	0,19678004
33	15	$3,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	3944 ± 2	$4,9 \pm 0,3$	-12,611475
33	16	$2,0 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4095,2 \pm 0,1$	$0,2 \pm 0,6$	1,8947505
33	17	$8,1 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4246,7 \pm 0,5$	$1,4 \pm 0,4$	-1,0354454
34	0	$4,4 \times 10^{-11} \pm 2 \times 10^{-05}$	1641 ± 1	$19,6 \pm 0,3$	5,3665505
34	1	$2,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$1797,1 \pm 0,6$	$167,34 \pm 0,08$	3,0922722
34	2	$6,8 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2027,3 \pm 0,3$	$0,6 \pm 1,0$	1,2218320

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
34	3	$1,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	2227 ± 2	$3,1 \pm 0,5$	1,6950537
34	4	$2,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	2382 ± 4	$2,2 \pm 0,3$	-16,105087
34	5	$3,5 \times 10^{-08}$	2550,6	$2,8 \pm 0,2$	-0,11807177
34	6	$6,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2718,24 \pm 0,05$	$3,1 \pm 0,2$	-0,25156086
34	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2883,0 \pm 0,6$	$3,1 \pm 0,3$	-0,24123965
34	8	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-06}$	$3044,418 \pm 0,002$	$2,8 \pm 0,2$	-0,12408141
34	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3203,1 \pm 0,5$	3 ± 2	-0,19328088
34	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3359,5 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,8$	-0,11590266
34	11	$9,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3514,2 \pm 0,2$	4 ± 2	-0,065233147
34	12	$7,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3669,4 \pm 0,1$	$4,2 \pm 0,6$	-0,23085045
34	13	$5,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3822,35 \pm 0,08$	$4,8 \pm 0,3$	-0,11110817
34	14	$3,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3975,15 \pm 0,07$	$4,9 \pm 0,2$	-0,34155989
34	15	$2,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4125,47 \pm 0,07$	$6,8 \pm 0,2$	0,25963992
34	16	$6,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4275,64 \pm 0,08$	0 ± 4	-0,33770641
34	17	$3,0 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4437,6 \pm 0,1$	$6,7 \pm 0,2$	-0,29840420
35	2	$6,2 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2045,3 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,4$	0,074820589
35	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2226,8 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,8$	-0,30940670
35	4	$2,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2401,3 \pm 0,5$	$2,0 \pm 0,2$	-0,82266060
35	5	$4,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2572,1 \pm 0,8$	$2,6 \pm 0,4$	-0,57932013
35	6	$8,5 \times 10^{-08}$	2740,7	$3,1 \pm 1,0$	-34,569689
35	7	$1,1 \times 10^{-07}$	2906,9	$2,83 \pm 0,02$	-21,856688
35	8	$1,5 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-04}$	3070 ± 33	$3,102 \pm 0,010$	-2,0725760

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
35	9	$1,5 \times 10^{-07}$	3229,1	$3,090 \pm 0,005$	1,3559646
35	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3386,67 \pm 0,03$	$3,536 \pm 0,003$	0,47619270
35	11	$8,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$3543,143 \pm 0,008$	$3,391 \pm 0,004$	-0,75427982
35	13	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3852,38 \pm 0,04$	$4,567 \pm 0,003$	1,8777236
35	14	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4005,0 \pm 0,1$	$3,093 \pm 0,003$	0,13614857
35	15	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$4157,664 \pm 0,007$	$7,352 \pm 0,007$	-0,34978630
35	18	$2,4 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4604,2 \pm 0,5$	$3,25 \pm 0,02$	-0,46832657
35	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4914,5 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,1$	-0,22615618
36	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2063,4 \pm 0,2$	$0,02 \pm 0,05$	-0,41884144
36	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2420,93 \pm 0,10$	$2,16 \pm 0,04$	-0,19312500
36	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2593,20 \pm 0,07$	$2,54 \pm 0,08$	0,021348286
36	7	$8,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2762,37 \pm 0,07$	$3,19 \pm 0,07$	-0,22049347
36	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2930,25 \pm 0,08$	$2,8 \pm 0,2$	-0,077605940
36	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3094,18 \pm 0,09$	$3,168 \pm 0,002$	0,21760318
36	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3255,2 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,8$	-0,51101622
36	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3413,7 \pm 0,2$	4 ± 1	-0,41447671
36	12	$8,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3570,9 \pm 0,4$	4 ± 2	-0,73512674
36	14	$5,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	3882 ± 3	6 ± 7	-28,401689
36	15	$1,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-06}$	4036 ± 9	$1,5 \pm 0,6$	8,0008787
36	17	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	4367 ± 3	$42,5 \pm 0,4$	-0,44361118
36	20	$5,3 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-08}$	4795 ± 5	$2,0 \pm 0,4$	0,75494951
37	0	$7,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1487,19 \pm 0,04$	$0,6 \pm 0,6$	2,5326801

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
37	2	$5,0 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-10}$	1892,3	1 ± 2	3,2899421
37	4	$6,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-05}$	2279 ± 6	37 ± 4	-0,67514888
37	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{+02}$	$2441,396 \pm 0,008$	$2,5 \pm 0,3$	0,48315988
37	6	$5,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2613,681 \pm 0,005$	2,9	0,13301053
37	7	$8,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2784,6 \pm 0,8$	$2,9 \pm 0,4$	-0,82709833
37	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2953,2 \pm 0,5$	$2,7 \pm 0,7$	0,10006486
37	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3118,4 \pm 0,3$	$3,5 \pm 0,2$	-0,11181625
37	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3280,8 \pm 0,2$	$2,93 \pm 0,08$	-0,24851890
37	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3440,5 \pm 0,1$	$3,80 \pm 0,10$	0,16352450
37	12	$8,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3598,70 \pm 0,09$	$3,7 \pm 0,1$	-0,25363879
37	14	$4,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3911,20 \pm 0,07$	$4,4 \pm 0,4$	0,22987496
37	15	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4065,38 \pm 0,08$	$7,5 \pm 0,2$	-0,39300982
37	18	$1,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4530,4 \pm 0,1$	0 ± 7	0,053802711
38	0	$1,1 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$632,7 \pm 0,1$	1 ± 5	-0,24090274
38	2	$1,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$1714,4 \pm 0,3$	$1,2 \pm 0,9$	0,31465423
38	5	$7,5 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	2286 ± 3	2 ± 3	-14,425406
38	6	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	2460,3	$2,84 \pm 0,02$	20,675239
38	7	$5,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2633,7 \pm 0,3$	$2,9 \pm 0,3$	0,51743971
38	8	$7,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2806 ± 1	$2,67 \pm 0,05$	-1,0100396
38	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-03}$	2976 ± 47	$3,33 \pm 0,03$	1,8771222
38	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	3142 ± 2	$2,97 \pm 0,03$	-1,6653816
38	11	$1,4 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	3306 ± 1	$3,3 \pm 0,1$	2,4270200

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
38	12	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-05}$	3467 ± 23	$3,7 \pm 1,0$	-2,1576269
38	13	$8,0 \times 10^{-08}$	3626,1	$3,738 \pm 0,009$	2,7674778
38	14	$3,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3802,70 \pm 0,03$	$34,75 \pm 0,05$	-0,080077637
38	15	$3,2 \times 10^{-08}$	3959,1	30,1	-0,10667745
38	16	$1,8 \times 10^{-08}$	4095,1	$2,9 \pm 0,8$	-8,7507255
38	17	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4250,5 \pm 0,9$	$0,4 \pm 0,5$	-0,59016708
38	20	$2,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	4708,1	$0,0 \pm 0,4$	24,238217
39	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1924,5 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,2$	0,061152410
39	4	$3,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2301,4 \pm 0,3$	$0,0 \pm 0,3$	-0,12989024
39	5	$3,1 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2479,2 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,3$	-0,075533751
39	6	$5,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2653,9 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,7$	-0,35571242
39	7	$9,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2827,1 \pm 0,1$	3 ± 1	0,064146482
39	8	$1,5 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2998,1 \pm 0,1$	$3,33 \pm 0,05$	-0,23841976
39	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3165,9 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,2$	-0,46461943
39	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3330,6 \pm 0,3$	$3,39 \pm 0,07$	-0,068293619
39	11	$9,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3492,7 \pm 0,4$	3,3	-0,39753021
39	12	$3,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3669,3 \pm 0,3$	$32,1 \pm 0,2$	-0,37496591
39	13	$4,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3812 ± 1	$4,2 \pm 0,1$	-1,1357187
39	14	$2,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3987 ± 2	$32,6 \pm 0,4$	0,80776831
39	15	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4127,4 \pm 0,4$	$0,2 \pm 0,2$	-0,85257016
39	16	$2,2 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	4279 ± 5	$0,4 \pm 0,3$	-9,3357295
39	17	$6,5 \times 10^{-09}$	4586,0	2 ± 4	19,126843

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
39	18	$3,9 \times 10^{-09}$	4743,6	0 ± 2	-1,4951801
40	3	$4,3 \times 10^{-09}$	2149,5	3 ± 3	0,0019507948
40	4	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{+01}$	$2319,245 \pm 0,001$	4 ± 2	0,33636915
40	5	$3,7 \times 10^{-08}$	2498,2	$3,1 \pm 0,2$	-7,9200029
40	6	$5,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	2673,7	$2,7$	-24,355418
40	7	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2848,5 \pm 0,1$	3 ± 2	-0,17575294
40	8	$1,4 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3019,71 \pm 0,08$	$2,5 \pm 0,3$	-0,095233503
40	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3188,63 \pm 0,05$	$2,9 \pm 0,3$	-0,29403109
40	10	$1,5 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3354,53 \pm 0,04$	4 ± 2	-0,17759255
40	11	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3518,63 \pm 0,02$	4 ± 4	-0,093197957
40	12	$4,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3681,30 \pm 0,03$	4 ± 3	-0,040064991
40	14	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3997,66 \pm 0,03$	$1,5 \pm 0,6$	0,15790819
40	15	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4155,01 \pm 0,04$	2 ± 3	-0,62964670
40	16	$6,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4311,67 \pm 0,07$	2 ± 1	-0,16515276
40	18	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4617,38 \pm 0,06$	$1,3 \pm 0,6$	-3,6795477
41	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	2337 ± 1	$3,1 \pm 0,4$	-25,078142
41	5	$3,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-06}$	2516 ± 4	$2,8 \pm 0,5$	-2,5366873
41	6	$5,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2693,5 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,5$	2,3832116
41	7	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-10}$	2869,0	3 ± 1	-2,7981184
41	8	$1,4 \times 10^{-07}$	3041,4	3 ± 2	0,38306544
41	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3211,6 \pm 0,1$	4 ± 3	-0,80396179
41	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-03}$	3378,6	$3,8 \pm 0,8$	8,2406212

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
41	11	$7,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3543,8 \pm 0,2$	3 ± 3	0,025123787
41	12	$6,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3705,6 \pm 0,2$	$5,2 \pm 0,7$	-1,1943714
41	14	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4026,0 \pm 0,3$	$1,38 \pm 0,04$	-0,76583544
42	0	$5,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1314,4 \pm 0,1$	$0,51 \pm 0,01$	-0,41573070
42	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$1973,09 \pm 0,09$	$0,069 \pm 0,009$	-0,60264759
42	4	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2168,73 \pm 0,06$	$0,48 \pm 0,02$	0,0049131284
42	5	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2354,76 \pm 0,04$	$1,7 \pm 0,1$	-0,031847531
42	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2535,50 \pm 0,03$	$2,81 \pm 0,07$	-0,089681496
42	7	$6,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2713,40 \pm 0,03$	$2,89 \pm 0,04$	-0,39388163
42	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2889,33 \pm 0,04$	$3,14 \pm 0,09$	0,18155060
42	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3063,00 \pm 0,05$	$2,755 \pm 0,004$	0,072221761
42	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3233,59 \pm 0,08$	4 ± 77	-0,46198241
42	11	$1,1 \times 10^{-07}$	$3402,0$	3 ± 2	13,834984
42	12	$8,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3568,3 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,7$	-0,33597923
42	13	$6,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3732,0 \pm 0,1$	$5,6 \pm 0,3$	-2,0705451
42	15	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4025,6 \pm 0,5$	$36,5 \pm 0,7$	1,9717098
42	16	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4209,90 \pm 0,05$	2 ± 1	-4,0694948
42	17	$6,1 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-10}$	4525 ± 2	6 ± 5	-13,978127
42	19	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	4830 ± 1	0 ± 2	0,36619441
43	0	$8,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	$1325,83 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,5$	0,20984786
43	3	$1,9 \times 10^{-08}$	$1986,7$	$0,0 \pm 0,3$	-0,12718678
43	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2184,6 \pm 0,4$	$0,5 \pm 0,2$	1,0020733

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
43	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2372,6 \pm 0,4$	$3,5 \pm 0,2$	$0,20608569$
43	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2553,6 \pm 0,4$	$3,4 \pm 0,8$	$-0,66199089$
43	7	$6,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2732,4 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,5$	$-0,17821030$
43	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2909,5 \pm 0,1$	$3,06 \pm 0,08$	$-0,080312025$
43	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3083,98 \pm 0,10$	$3,1 \pm 0,1$	$-0,29735892$
43	10	$1,6 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3255,44 \pm 0,09$	$4,0 \pm 0,7$	$-0,43564904$
43	11	$9,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3425,38 \pm 0,08$	$3,4 \pm 0,4$	$-0,061225899$
43	12	$8,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3592,2 \pm 0,1$	4 ± 8	$-0,34692541$
43	13	$5,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3757,6 \pm 0,1$	4 ± 1	$0,071291579$
43	14	$3,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3918,5 \pm 0,2$	1 ± 3	$0,10440211$
43	18	$6,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4550,3 \pm 0,7$	0 ± 2	$-0,95523697$
43	19	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4709,7 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,4$	$-0,72201133$
44	2	$3,6 \times 10^{-08}$	$2004,8$	$0,0 \pm 0,2$	$-0,33171081$
44	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	2390 ± 3	$2,2 \pm 0,1$	$1,4853884$
44	5	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-07}$	2572 ± 2	$2,8 \pm 0,1$	$-1,3751129$
44	6	$7,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2751,61 \pm 0,07$	$3,3 \pm 0,2$	$-0,030465805$
44	7	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2929,27 \pm 0,08$	3 ± 2	$0,67752952$
44	8	$1,5 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	3105 ± 3	4 ± 4	$-19,758936$
44	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3277,2 \pm 0,4$	$4,0 \pm 0,2$	$0,54578465$
44	10	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3448,3 \pm 0,3$	$4,4 \pm 0,5$	$-0,39940960$
44	11	$6,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3616,0 \pm 0,2$	$3,21 \pm 0,06$	$-0,075825194$
44	12	$4,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3803,1 \pm 0,1$	$35,36 \pm 0,07$	$0,070227529$

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
44	13	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4125,78 \pm 0,08$	$33,04 \pm 0,03$	0,14107141
44	14	$5,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4255,99 \pm 0,07$	$1,10 \pm 0,03$	0,20089882
45	4	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2218,7 \pm 0,1$	$0,40 \pm 0,04$	0,36221586
45	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2406,76 \pm 0,10$	$2,83 \pm 0,09$	-0,55053717
45	6	$4,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2589,6 \pm 0,2$	$3,1 \pm 0,4$	0,15147017
45	7	$6,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2770,4 \pm 0,2$	$2,5 \pm 0,9$	-0,38683929
45	8	$1,2 \times 10^{-07}$	2949,4	$2,79 \pm 0,03$	20,146686
45	9	$1,6 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	3125 ± 1	$3,44 \pm 0,03$	-0,72809360
45	10	$6,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	3314 ± 5	$28,8 \pm 0,3$	-71,378755
45	11	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-06}$	3470,7	$3,9 \pm 0,5$	26,788680
45	12	$6,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3639,93 \pm 0,04$	$4,1 \pm 0,2$	0,57420124
45	13	$5,6 \times 10^{-08}$	3807,3	$4,9 \pm 0,4$	0,49572729
45	14	$2,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-06}$	$3970,9 \pm 0,1$	$5,8 \pm 0,3$	0,72043108
45	15	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4134,2 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,1$	-0,53975467
45	16	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4295,6 \pm 0,3$	$7,73 \pm 0,09$	1,4303987
46	3	$6,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	2251,8	$20,4 \pm 0,1$	-53,912809
46	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2423,3 \pm 0,2$	$0,8 \pm 0,2$	-0,37419798
46	5	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2607,5 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,4$	0,042448216
46	6	$7,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2789,18 \pm 0,09$	$2,8 \pm 0,5$	-0,14324392
46	7	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2969,26 \pm 0,05$	3 ± 2	-0,14553050
46	8	$1,7 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3145,69 \pm 0,04$	4 ± 4	0,15837948
46	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3320,18 \pm 0,04$	$3,3 \pm 0,9$	0,11244313

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
46	10	$7,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3492,50 \pm 0,04$	2 ± 3	-0,20259916
46	11	$5,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3663,12 \pm 0,05$	4 ± 1	-0,048788095
46	13	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3997,25 \pm 0,09$	$5,5 \pm 0,2$	-0,12852587
47	4	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2440,5 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,2$	-0,61278550
47	5	$5,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2625,1 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,9$	-0,14405437
47	6	$8,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2808,01 \pm 0,05$	$3,14 \pm 0,02$	-0,59792275
47	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2988,6 \pm 0,5$	$3,178 \pm 0,006$	-1,5598178
47	8	$1,6 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-01}$	$3165,8209 \pm 0,0009$	$3,604 \pm 0,004$	-1,3308032
47	9	$1,1 \times 10^{-07}$	$3341,2$	$3,205 \pm 0,004$	0,13357622
47	10	$8,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{+00}$	$3514,29 \pm 0,01$	$2,98 \pm 0,03$	-2,5188880
47	11	$6,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-12}$	$3686,6$	$4,159 \pm 0,008$	8,9552846
47	13	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4039,7$	$12,62 \pm 0,02$	44,168804
47	15	$1,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4351,5 \pm 0,7$	$0,32 \pm 0,04$	-1,0074596
48	4	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2265,9 \pm 0,7$	$2,759 \pm 0,005$	-19,929439
48	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2456,5 \pm 0,4$	2 ± 2	-0,33437896
48	6	$5,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2642,6 \pm 0,3$	$3,0 \pm 0,3$	-0,049313651
48	7	$7,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2826,5 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,4$	-0,27866700
48	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3007,61 \pm 0,10$	$3,2 \pm 0,2$	-0,029236060
48	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3185,57 \pm 0,08$	$3,3 \pm 0,2$	-0,048574836
48	10	$1,3 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3362,03 \pm 0,07$	$3,9 \pm 0,3$	-0,36382774
48	11	$8,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3535,99 \pm 0,09$	4 ± 1	-0,30731911
48	12	$6,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3709,1 \pm 0,1$	6 ± 1	0,23359541

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
48	13	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3879,5 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,4$	-0,97384731
48	15	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4213,4 \pm 0,3$	2 ± 2	-0,50302324
48	16	$3,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4378,8 \pm 0,4$	0 ± 4	-0,97193465
48	19	$2,8 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4854,8 \pm 0,6$	4 ± 1	0,75056541
49	2	$8,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$1869,6 \pm 0,3$	0 ± 1	2,6579246
49	4	$9,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	2282 ± 15	1 ± 1	-5,6353724
49	5	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$2476,2 \pm 0,6$	$21,0 \pm 0,7$	-3,8689201
49	6	$5,8 \times 10^{-08}$	2659,8	$2,9 \pm 0,3$	-14,599471
49	7	$8,8 \times 10^{-08}$	2844,8	$3,3 \pm 0,2$	-0,31705141
49	8	$1,5 \times 10^{-07}$	3026,6	3,3	-12,361088
49	10	$1,4 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	3383 ± 2	$3,9 \pm 0,7$	-0,60131348
49	11	$7,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3557,5 \pm 0,7$	$4,0 \pm 0,2$	-0,32335644
49	13	$4,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3922,5 \pm 0,4$	34 ± 5	-0,056422711
49	14	$1,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4071,5 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,7$	-0,36482029
49	15	$1,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4240,0 \pm 0,2$	5 ± 2	-0,18752554
49	16	$4,3 \times 10^{-12} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4406,9 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,3$	-0,16321325
49	17	$6,9 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4564,69 \pm 0,09$	$1,6 \pm 0,2$	0,078430654
49	18	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4726,06 \pm 0,09$	$0,1 \pm 0,3$	-0,048474442
50	2	$2,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1884,1 \pm 0,1$	$0,1 \pm 0,6$	-0,11222825
50	3	$2,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2094,0 \pm 0,2$	$0,1 \pm 0,9$	-0,29934975
50	4	$2,0 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2308,5 \pm 0,2$	19 ± 2	-0,35321100
50	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2489,3 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,6$	-0,54643001

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
50	6	$6,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2676,7 \pm 0,8$	4,7	-0,11349505
50	7	$9,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	2863 ± 1	$3,5 \pm 0,6$	-0,53453894
50	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 7 \times 10^{-09}$	3045 ± 5	$1,9 \pm 0,7$	-27,176689
50	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{-07}$	3224,9	$2,9 \pm 0,8$	-0,17102185
50	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	3403 ± 6	4 ± 2	6,1107441
50	11	$7,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3579,0 \pm 0,2$	4 ± 2	3,0908018
50	12	$3,8 \times 10^{-08}$	3753,3	2 ± 6	-0,16942833
50	13	$1,4 \times 10^{-08}$	3926,6	$6,4 \pm 0,2$	-0,0079966051
50	14	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-04}$	4100 ± 14	10 ± 11	0,28289412
50	18	$1,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$4751,63 \pm 0,05$	$0,387 \pm 0,010$	-0,36275719
50	19	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	4919 ± 13	2 ± 4	-41,706785
51	3	$3,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2109,8 \pm 0,6$	$0,1 \pm 0,4$	0,13537355
51	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2328,4 \pm 0,3$	8,4	-0,58602395
51	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2504,9 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,9$	0,23145301
51	6	$5,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2694,2 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,3$	-0,030022840
51	7	$8,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2880,59 \pm 0,09$	$2,5 \pm 0,4$	0,017441133
51	8	$1,4 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3064,4 \pm 0,1$	$3,2 \pm 0,6$	-0,081838073
51	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3244,6 \pm 0,1$	3 ± 1	-0,039628419
51	10	$1,2 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3422,9 \pm 0,2$	4 ± 5	-0,077746783
51	11	$5,2 \times 10^{-08}$	3600,2	$2,2 \pm 0,8$	-13,836302
51	12	$2,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3775,5 \pm 0,6$	$2,0 \pm 0,4$	-0,31189165
51	13	$4,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3966,5 \pm 0,7$	$34,5 \pm 0,1$	-0,41871200

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
51	14	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	4119 ± 4	$0,03 \pm 0,08$	-26,562701
51	16	$2,0 \times 10^{-08}$	4455,4	$0,00 \pm 0,07$	8,1860229
52	4	$3,3 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2279,81 \pm 0,02$	$75,7 \pm 0,2$	-2,4538440
52	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2521 ± 2	$1,6 \pm 0,3$	1,3516649
52	6	$5,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2711,3 \pm 0,2$	3 ± 3	-0,33959075
52	7	$1,1 \times 10^{-07}$	2899,1	$3,2 \pm 1,0$	0,11839578
52	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	3083 ± 2	3 ± 6	-0,15763721
52	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 8 \times 10^{-04}$	3264 ± 68	3 ± 2	-0,83818184
52	10	$9,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	3443 ± 13	$3,2 \pm 0,5$	-14,295105
52	11	$6,7 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3621,2 \pm 0,7$	$3,3 \pm 0,2$	-0,78227475
52	12	$4,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3797,2 \pm 0,4$	$4,8 \pm 0,2$	-0,35240558
52	13	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3969,2 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,3$	-0,031610697
52	14	$3,9 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4144,4 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,5$	0,16832726
52	16	$1,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4484,6 \pm 0,2$	0 ± 1	0,21937065
52	18	$7,5 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4805,9 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,29006014
53	1	$7,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1698,0 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,3$	-0,12546367
53	3	$2,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2139,1 \pm 0,3$	$0,1 \pm 0,6$	-0,22235045
53	5	$8,1 \times 10^{-09}$	2546,4	$18,7 \pm 0,2$	16,007782
53	6	$6,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2728,2 \pm 0,6$	$3,3 \pm 0,3$	-0,32712529
53	7	$9,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	2916 ± 3	3 ± 1	-0,018319579
53	8	$1,1 \times 10^{-07}$	3101,2	2 ± 2	-2,7980912
53	9	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3282,83 \pm 0,02$	$4,9 \pm 0,5$	0,31203244

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
53	10	$6,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3462,8 \pm 0,8$	$2,1$	$-2,5053500$
53	11	$6,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3641,7$	4 ± 3	$-267,10753$
53	12	$5,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	3836 ± 5	$28,5 \pm 0,7$	$4,7177090$
53	13	$2,2 \times 10^{-08}$	$3992,7$	5 ± 1	$-0,030203058$
53	15	$7,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4340,1 \pm 0,9$	$2,1 \pm 0,3$	$-1,3660139$
53	17	$8,3 \times 10^{-09}$	$4667,6$	$1,0 \pm 0,6$	$-0,0083194173$
54	0	$3,3 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-07}$	$1454,49 \pm 0,03$	0 ± 2	$-0,62247432$
54	1	$4,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	1688 ± 1	237 ± 4	$-3,3951357$
54	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2357,3 \pm 0,4$	2 ± 1	$-0,39504706$
54	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2552,3 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,2$	$-0,12393606$
54	6	$4,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2744,1 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,1$	$-0,091023557$
54	7	$1,0 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2933,9 \pm 0,1$	$2,78 \pm 0,07$	$-0,30065405$
54	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3119,42 \pm 0,09$	3 ± 2	$-0,19899608$
54	9	$1,3 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3301,97 \pm 0,10$	$4,02 \pm 0,09$	$-0,046245304$
54	10	$9,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3482,7 \pm 0,1$	$3,4 \pm 0,6$	$-0,0038348446$
54	11	$2,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3658,9 \pm 0,2$	4 ± 3	$-0,15078912$
54	12	$4,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	3857 ± 2	25 ± 49	$-19,120288$
54	13	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	4014 ± 1	1 ± 4	$-19,186300$
54	15	$2,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4380,7 \pm 0,6$	28 ± 4	$0,31666157$
54	16	$1,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4555,9 \pm 0,4$	16 ± 2	$-1,5254422$
55	1	$3,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-05}$	1721 ± 20	$0,1 \pm 0,9$	$10,601896$
55	4	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2371,59 \pm 0,02$	$2,7 \pm 0,2$	$-0,84727589$

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
55	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2567,97 \pm 0,04$	$3,23 \pm 0,05$	0,097099078
55	6	$5,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-06}$	2761 ± 2	$2,7 \pm 0,2$	-3,1856270
55	7	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$2951,106 \pm 0,005$	$3,2 \pm 0,6$	0,28549359
55	8	$1,3 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-01}$	$3137,505 \pm 0,001$	$3,8 \pm 0,7$	-0,076415039
55	9	$1,2 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3321,04 \pm 0,04$	4 ± 1	0,61017460
55	10	$6,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3502,561 \pm 0,010$	3 ± 1	-0,28545500
55	11	$6,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3682,34 \pm 0,09$	$4,3 \pm 0,3$	-0,18567688
55	12	$2,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3860,77 \pm 0,05$	$2,9 \pm 0,6$	-0,063823005
55	14	$6,0 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4211,82 \pm 0,03$	$0,9 \pm 0,4$	0,15347700
55	15	$2,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4390,00 \pm 0,02$	0,2	0,032459128
55	16	$2,2 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4553,63 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,4$	-0,13222290
55	17	$1,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$4724,78 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,2$	-0,20189746
56	3	$1,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$2179,98 \pm 0,03$	$2,8 \pm 0,4$	-0,14807260
56	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2385,8 \pm 0,3$	3 ± 4	-16,407647
56	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2583,18 \pm 0,10$	$2,1 \pm 1,0$	-0,63926591
56	6	$7,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2777,5 \pm 0,4$	$3,7 \pm 0,7$	-18,324802
56	7	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2968,44 \pm 0,05$	4 ± 1	-2,7431041
56	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3155,24 \pm 0,06$	$3,1 \pm 0,2$	2,2234544
56	9	$8,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3339,4 \pm 0,4$	2 ± 1	0,73469618
56	10	$6,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3521,5 \pm 0,2$	3 ± 1	-2,1806613
56	11	$6,5 \times 10^{-08}$	3722,1	$25,2 \pm 0,5$	0,33785375
56	12	$3,0 \times 10^{-08}$	3881,5	$5,0 \pm 0,2$	0,15856878

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
56	13	$1,1 \times 10^{-08}$	4058,5	$0,6 \pm 0,9$	8,1908398
56	15	$9,4 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	4409 ± 1	$1,0 \pm 0,1$	-15,576491
56	17	$1,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4742,4 \pm 0,4$	$0,0 \pm 0,6$	0,064035536
57	1	$9,5 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1743,9 \pm 0,2$	2 ± 1	-0,43430397
57	3	$6,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2192,9 \pm 0,1$	1 ± 5	0,11433307
57	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2412,55 \pm 0,07$	25 ± 3	-0,25004819
57	5	$3,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2598,45 \pm 0,04$	3 ± 10	0,22368613
57	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2793,53 \pm 0,05$	2 ± 1	0,021066216
57	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2985,53 \pm 0,05$	$3,2 \pm 0,5$	0,11906715
57	8	$5,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3174,95 \pm 0,08$	$4,5 \pm 0,9$	-0,49660086
57	9	$1,1 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3358,3 \pm 0,2$	$3,7 \pm 0,4$	-1,7450385
57	10	$7,9 \times 10^{-08}$	3541,6	$4,6 \pm 0,2$	17,661153
57	11	$1,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3687,8 \pm 0,3$	$48,4 \pm 0,1$	-1,0577159
57	12	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3902,4 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,5$	-0,84501822
57	16	$4,8 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4601,7 \pm 0,7$	1 ± 2	-1,6214315
58	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2414,31 \pm 0,03$	3 ± 3	0,39031416
58	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2613,8 \pm 0,5$	2 ± 2	0,99527570
58	6	$4,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	2810,3	1 ± 5	-52,159721
58	7	$8,4 \times 10^{-08}$	3002,5	2 ± 1	-0,27811840
58	8	$9,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3190,63 \pm 0,01$	$2,3 \pm 0,6$	1,1809297
58	9	$1,1 \times 10^{-07}$	3376,7	4 ± 5	-16,880343
58	10	$6,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3577,5 \pm 0,2$	24 ± 2	-0,22624252

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
58	11	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3741,8 \pm 0,1$	3 ± 12	-0,098799815
58	12	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3923,00 \pm 0,08$	0,4	-0,017157330
59	4	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2428,31 \pm 0,05$	$3,1 \pm 0,6$	-0,10111349
59	5	$3,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2628,62 \pm 0,04$	$2,1 \pm 0,6$	0,21973784
59	6	$6,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2825,88 \pm 0,04$	$2,5 \pm 0,8$	-0,31496126
59	7	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3019,44 \pm 0,05$	$3,0 \pm 0,6$	-0,031422314
59	8	$1,2 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3208,57 \pm 0,08$	$3,4 \pm 0,5$	-0,44095003
59	9	$8,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3394,7 \pm 0,1$	2 ± 1	0,098079588
59	10	$5,3 \times 10^{-08}$	3579,5	$2,25 \pm 0,07$	-58,693410
59	11	$4,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3761,9 \pm 0,3$	$6,2 \pm 0,1$	-0,87888430
59	13	$1,5 \times 10^{-08}$	4122,0	$0,8 \pm 0,6$	19,221649
59	15	$7,8 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-06}$	4482,6	$4,9 \pm 0,6$	-1,4288103
59	17	$3,3 \times 10^{-09}$	4819,6	1 ± 2	0,067113823
60	0	$1,5 \times 10^{-10} \pm 6 \times 10^{-06}$	$1516,3 \pm 0,7$	0 ± 1	8,5559689
60	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2449,29 \pm 0,08$	15,7	-0,11381225
60	5	$3,9 \times 10^{-08}$	2643,5	$2,696 \pm 0,003$	-16,050128
60	6	$7,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-05}$	2842 ± 8	$2,952 \pm 0,002$	0,39367217
60	7	$8,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3035,7 \pm 0,1$	$2,445 \pm 0,003$	0,20920732
60	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3225,9 \pm 0,4$	$2,5551 \pm 0,0008$	-0,71548535
60	9	$7,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3413,0 \pm 0,5$	2 ± 2	-0,052841832
60	10	$6,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3615,6 \pm 0,3$	22 ± 1	-0,51089877
60	11	$6,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3797,7 \pm 0,2$	24 ± 3	-0,43680177

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
60	13	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4144,1 \pm 0,1$	5 ± 2	-0,056614345
60	14	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4322,58 \pm 0,09$	0 ± 1	-0,078367526
60	15	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4527,44 \pm 0,09$	$30,904 \pm 0,007$	-0,085446566
60	16	$1,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4672,7 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,5$	0,13880737
61	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2457,2 \pm 0,2$	$1,46 \pm 0,07$	-0,14520386
61	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2658,4 \pm 0,4$	$1,91 \pm 0,08$	-0,33964884
61	6	$8,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-03}$	2858 ± 90	$3,53 \pm 0,09$	-0,77014367
61	7	$9,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3052 ± 15	$2,37 \pm 0,07$	28,013801
61	8	$8,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3243,1 \pm 1,0$	$2,0 \pm 0,2$	0,84783082
61	9	$5,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	3431 ± 3	$1,7 \pm 0,1$	0,50267620
61	10	$6,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$3617,47 \pm 0,01$	$4,3 \pm 0,6$	0,074259889
61	11	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3801,1 \pm 0,2$	$2,7 \pm 0,2$	3,6199220
61	12	$2,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3983,47 \pm 0,04$	$4,7 \pm 0,4$	0,89166248
61	15	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$4515,145 \pm 0,003$	0 ± 2	0,64880398
61	17	$2,1 \times 10^{-08}$	$4874,1$	$0,2 \pm 0,2$	-0,17773408
62	3	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2260,71 \pm 0,04$	$0,2 \pm 0,1$	2,2596957
62	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2468,9 \pm 0,3$	$1,09 \pm 0,04$	0,14458134
62	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2673,3 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,9$	-0,50986215
62	6	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2839,6 \pm 0,2$	$210,5 \pm 0,9$	-0,35206928
62	7	$8,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3068,7 \pm 0,1$	2 ± 2	-0,058677432
62	8	$7,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3260,22 \pm 0,06$	2 ± 2	0,12381356
62	9	$7,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3449,26 \pm 0,06$	3 ± 2	-0,058368816

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
62	10	$3,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3635,57 \pm 0,07$	$2,1 \pm 0,4$	0,13933259
62	11	$4,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3840,65 \pm 0,08$	23 ± 3	-0,21000412
62	14	$4,5 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4366,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,9$	0,24686144
62	15	$6,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4544,9 \pm 0,2$	2 ± 2	-0,081805026
62	17	$2,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4897,3 \pm 0,2$	1 ± 1	0,62722243
63	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-07}$	2484 ± 4	1 ± 15	-10,953457
63	5	$3,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-05}$	$2687,7 \pm 0,6$	$2,37 \pm 0,01$	-2,4579057
63	6	$4,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2888,7 \pm 0,3$	$1,41 \pm 0,05$	1,9922406
63	7	$7,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3085,3 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,2$	0,0060180136
63	8	$9,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3277,115 \pm 0,002$	$2,7 \pm 0,3$	-0,12499800
63	9	$5,6 \times 10^{-08}$	$3466,8$	$2,64 \pm 0,10$	0,15133165
63	10	$5,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3654,68 \pm 0,03$	$4,4 \pm 0,3$	-0,27709053
63	11	$2,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	$3840,3 \pm 0,4$	$2,9 \pm 0,9$	-0,71612486
63	12	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4023,9 \pm 0,4$	4 ± 12	-0,36023360
63	13	$6,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4205,3 \pm 0,2$	$3,26 \pm 0,06$	-0,35331286
63	14	$7,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4384,5 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,5$	-0,065764083
64	3	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2285,19 \pm 0,09$	4 ± 1	0,38086638
64	5	$5,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2702,63 \pm 0,08$	4 ± 11	-0,10614258
64	6	$4,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2904,31 \pm 0,07$	1 ± 7	0,045383255
64	7	$7,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3101,3 \pm 0,1$	2 ± 3	-0,48394644
64	8	$6,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3294,3 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,6$	0,35580678
64	9	$4,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	3485 ± 1	$1,9 \pm 0,7$	-20,885395

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
64	10	$4,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	3673 ± 1	5 ± 1	-17,847566
64	13	$3,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4247,2 \pm 1,0$	27,9	10,532170
65	3	$8,5 \times 10^{-09}$	2297,8	$1,88 \pm 0,08$	-8,0007290
65	4	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	2510 ± 7	$2,19 \pm 0,03$	-11,814333
65	5	$2,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	2716,9	2 ± 2	-291,46165
65	6	$7,2 \times 10^{-08}$	2919,7	$2,2 \pm 0,8$	0,48248547
65	7	$8,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3117,447 \pm 0,004$	$2,7 \pm 0,5$	0,79888920
65	8	$3,6 \times 10^{-08}$	3331,4	$8,8 \pm 0,2$	-0,21416546
65	9	$6,7 \times 10^{-08}$	3522,5	13 ± 1	0,026094756
65	11	$2,5 \times 10^{-08}$	3879,0	$4,1 \pm 0,2$	-0,031164608
65	13	$3,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4266,0 \pm 0,2$	$26,60 \pm 0,02$	-0,85272015
65	14	$2,6 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4424,9 \pm 0,6$	$0,10 \pm 0,08$	-0,22951563
66	3	$6,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2309,5 \pm 0,3$	1 ± 2	-0,15466467
66	4	$2,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2523,4 \pm 0,2$	3 ± 1	0,10772280
66	5	$2,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2731,27 \pm 0,09$	$2,0 \pm 0,9$	-0,027151696
66	6	$7,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2935,01 \pm 0,08$	3 ± 4	-0,054614199
66	7	$6,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	3133 ± 1	$1,52 \pm 0,06$	-14,906121
66	8	$6,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3328,3 \pm 0,1$	1,9	-0,19116145
66	9	$6,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3520,0 \pm 0,2$	$4,15 \pm 0,09$	-0,044285715
66	12	$1,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4083,0 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,5$	-0,35289498
66	14	$5,7 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4451,9 \pm 0,9$	$0,1 \pm 0,7$	0,53834638
67	3	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2092,5 \pm 0,7$	$0,1 \pm 0,6$	0,44241531

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
67	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	2536 ± 6	2 ± 2	-0,022467038
67	6	$3,7 \times 10^{-08}$	2759,8	$2,3 \pm 0,7$	0,079953110
67	7	$6,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$2949,72 \pm 0,05$	2 ± 2	-1,9161634
67	8	$9,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-06}$	3149 ± 1	$2,6 \pm 0,7$	0,86363237
67	9	$8,2 \times 10^{-08}$	3363,8	24,6	-0,19646480
67	10	$3,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3537,20 \pm 0,10$	$1,57 \pm 0,02$	0,030802170
67	11	$3,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3727,253 \pm 0,002$	$4,42 \pm 0,02$	0,28205980
67	12	$7,3 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-10}$	3914 ± 2	1 ± 1	-17,983186
67	13	$8,8 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4107,3 \pm 0,2$	$0,16 \pm 0,06$	-0,16421147
67	15	$9,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4471,7 \pm 0,1$	0,9	-0,22349168
67	16	$1,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4649,15 \pm 0,08$	1 ± 2	0,084376018
68	0	$5,0 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1267,23 \pm 0,07$	$0,1 \pm 0,6$	-0,18767785
68	3	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2103,92 \pm 0,04$	$0,44 \pm 0,04$	0,012857636
68	5	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2548,80 \pm 0,06$	$2,1 \pm 0,1$	-0,16490723
68	6	$5,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2759,61 \pm 0,06$	$3,2 \pm 0,3$	0,064129735
68	7	$6,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2964,8 \pm 0,2$	2 ± 2	0,076294506
68	8	$7,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	3165,8	2 ± 3	-404,06147
68	9	$9,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3361,0 \pm 0,4$	4 ± 7	-0,33770552
68	10	$2,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-06}$	3518 ± 2	$103,6 \pm 0,8$	-2,5585883
68	12	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3937,039 \pm 0,007$	0 ± 2	0,22966940
68	14	$1,3 \times 10^{-08}$	4308,6	$0,2 \pm 0,4$	0,066177549
68	16	$2,6 \times 10^{-08}$	4673,6	0 ± 2	-0,15743715

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
68	17	$2,8 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-06}$	$4856,4 \pm 0,5$	2 ± 2	-0,28395410
69	3	$2,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2346,4215 \pm 0,0002$	3 ± 2	0,0030750515
69	4	$1,3 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-06}$	$2562,4$	$1,2 \pm 0,1$	-0,35299577
69	5	$3,9 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$2786,499 \pm 0,006$	$13,7 \pm 0,9$	-0,61258897
69	6	$6,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$2980,122 \pm 0,004$	2 ± 5	-0,16422498
69	7	$7,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$3196,416 \pm 0,002$	3 ± 2	-0,076724780
69	8	$6,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$3377,358 \pm 0,001$	2 ± 2	-0,038035976
69	9	$4,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-11}$	$3571,937 \pm 0,001$	$3,8 \pm 0,3$	-0,12660452
69	10	$2,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3763,319 \pm 0,001$	$2,6 \pm 0,5$	-0,082318676
69	11	$1,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3953,533 \pm 0,002$	$4,0 \pm 0,6$	0,20131522
69	14	$8,5 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-11}$	$4511,083 \pm 0,003$	0 ± 1	-0,15453794
69	16	$2,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$4899,8$	$42,9 \pm 0,9$	84,005566
70	2	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$1878,57 \pm 0,01$	0 ± 4	-16,885076
70	4	$1,1 \times 10^{-08}$	$2359,0$	0 ± 2	67,551865
70	5	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2575,710 \pm 0,004$	1 ± 9	-1,2526122
70	7	$9,0 \times 10^{-08}$	$2994,7$	$4,0 \pm 0,2$	0,24813172
70	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3211,8822 \pm 0,0003$	3 ± 4	-0,76814973
70	9	$7,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-06}$	$3393,7$	4 ± 3	0,97030200
70	10	$5,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-04}$	3589 ± 6	4 ± 5	0,72188378
70	11	$1,1 \times 10^{-08}$	$3779,7$	$1,0 \pm 0,2$	0,058440749
70	13	$1,3 \times 10^{-08}$	$4158,8$	$5,133 \pm 0,007$	-0,029230948
70	16	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$4706,70 \pm 0,06$	$0,0 \pm 0,4$	-0,26004923

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
70	17	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4900,88 \pm 0,03$	3 ± 17	-0,19930429
71	0	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$1290,15 \pm 0,02$	$0,01 \pm 0,09$	-0,19539839
71	3	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2136,91 \pm 0,01$	$0,65 \pm 0,01$	0,0013038506
71	4	$1,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2372,160 \pm 0,007$	$0,3 \pm 0,5$	-0,0079930340
71	5	$2,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2634,562 \pm 0,006$	$149,3 \pm 0,1$	0,18758388
71	6	$5,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2801,328 \pm 0,008$	3 ± 1	-0,38588673
71	7	$4,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3009,81 \pm 0,01$	$1,5 \pm 1,0$	0,39279739
71	8	$7,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3211,55 \pm 0,02$	$2,6 \pm 0,7$	-0,11250941
71	10	$4,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3605,80 \pm 0,03$	$4,6 \pm 0,6$	0,031767216
71	14	$2,7 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$4365,0 \pm 0,2$	$0,0 \pm 0,3$	-10,186917
72	3	$1,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$2393,11 \pm 0,06$	$4,11 \pm 0,05$	0,72788264
72	5	$3,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2815,311 \pm 0,002$	$1,60 \pm 0,04$	-0,57979791
72	6	$7,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3023,7327 \pm 0,0002$	$3,2 \pm 0,3$	2,5414498
72	7	$8,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3226,92 \pm 0,09$	3 ± 1	0,41823013
72	8	$4,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3426,6 \pm 0,4$	2 ± 1	4,3281173
72	9	$2,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-03}$	3624 ± 129	1 ± 1	-0,26098101
72	10	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{+00}$	$3816,970 \pm 0,002$	3 ± 1	0,076415567
72	15	$3,8 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4752,0 \pm 0,6$	1 ± 1	0,24198309
73	4	$4,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	$2392,332 \pm 0,008$	1 ± 1	-1,6870690
73	5	$2,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2613,7 \pm 1,0$	3 ± 1	-0,81863911
73	6	$3,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	2829 ± 3	1 ± 1	-3,3411713
73	7	$6,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3038,3 \pm 0,3$	2 ± 1	-0,088191610

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
73	8	$5,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3242,4 \pm 0,2$	2 ± 1	0,036666034
73	9	$5,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3442,9 \pm 0,1$	2 ± 1	0,12490735
73	10	$3,6 \times 10^{-08}$	3639,5	4 ± 1	-11,105011
73	11	$1,4 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$3837,3 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,28288081
73	13	$7,7 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4217,5 \pm 0,3$	0 ± 1	0,28646236
73	15	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4590,2 \pm 0,8$	0 ± 1	-0,34997816
74	3	$1,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	2171 ± 2	2 ± 1	-19,620019
74	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2449,8 \pm 0,9$	24 ± 1	0,49320157
74	5	$1,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	2625 ± 2	1 ± 1	-2,3384576
74	7	$1,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	3055,4	2 ± 1	-3,9088254
74	9	$7,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	3458 ± 2	4 ± 1	0,28242258
74	11	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$3851,5 \pm 0,2$	6 ± 1	-1,6426559
74	12	$3,7 \times 10^{-08}$	4066,9	21 ± 1	-0,19525697
74	15	$5,9 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-08}$	$4610,887 \pm 0,006$	0 ± 1	-0,11843883
74	16	$5,7 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4793,07 \pm 0,05$	1 ± 1	-0,77982594
75	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2638,85 \pm 0,06$	1 ± 1	0,70083228
75	6	$4,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	2856 ± 14	1 ± 1	-11,775500
75	7	$5,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3066,6 \pm 0,2$	2 ± 1	-0,37536751
75	8	$5,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3271,8 \pm 0,2$	2 ± 1	0,20711187
75	9	$5,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3474,16 \pm 0,08$	3 ± 1	-0,017042432
76	4	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2426,65 \pm 0,05$	1 ± 1	0,21980973
76	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2650,66 \pm 0,05$	3 ± 1	0,17632153

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
76	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2869,50 \pm 0,07$	1 ± 1	-0,24389357
76	7	$8,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3081,4 \pm 0,1$	4 ± 1	0,040350317
76	8	$1,0 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3304,0 \pm 0,1$	21 ± 1	0,18649596
76	9	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	3490 ± 2	3 ± 1	-0,55740958
76	11	$4,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3887 ± 2	0 ± 1	-3,9751616
77	2	$2,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1946,07 \pm 0,01$	0 ± 1	1,1620252
77	4	$2,1 \times 10^{-08}$	$2454,9$	14 ± 1	-0,051212426
77	6	$4,3 \times 10^{-08}$	$2882,6$	2 ± 1	-0,54717678
77	7	$7,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3095,3 \pm 0,3$	3 ± 1	-1,0678585
77	8	$4,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3302,0 \pm 0,9$	2 ± 1	1,7735761
77	10	$1,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-05}$	$3704,2 \pm 1,0$	3 ± 1	-0,45594925
77	12	$1,7 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4099,838 \pm 0,006$	2 ± 1	3,9169720
77	14	$9,2 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$4480,1 \pm 0,3$	0 ± 1	-9,0989398
78	0	$6,3 \times 10^{-10} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1338,887 \pm 0,006$	18 ± 1	-0,77487258
78	3	$7,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-10}$	$2211,8 \pm 0,2$	1 ± 1	-16,491338
78	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2674,34 \pm 0,05$	1 ± 1	0,060562400
78	6	$5,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$2895,93 \pm 0,02$	3 ± 1	-0,087058020
78	7	$5,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3109,30 \pm 0,01$	2 ± 1	0,33883230
78	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-10}$	$3317,14 \pm 0,01$	4 ± 1	-0,0026459133
78	9	$4,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3521,105 \pm 0,010$	3 ± 1	0,10836640
78	11	$9,3 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3921,35 \pm 0,01$	1 ± 1	0,23637323
78	13	$6,7 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-10}$	$4308,04 \pm 0,02$	3 ± 1	-0,027408848

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
78	15	$1,4 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$4689,82 \pm 0,04$	0 ± 1	-0,22490553
79	2	$4,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1964,1 \pm 0,3$	2 ± 1	-17,786066
79	5	$4,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2703,972 \pm 0,006$	22 ± 1	1,4858677
79	6	$3,6 \times 10^{-08}$	2908,9	2 ± 1	18,363002
79	7	$5,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-06}$	3123 ± 2	2 ± 1	-0,50341729
79	8	$6,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$3331,962 \pm 0,001$	4 ± 1	0,69329657
79	9	$4,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$3536,8 \pm 0,6$	4 ± 1	0,55067636
79	10	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-04}$	3739 ± 9	2 ± 1	-0,094734431
79	11	$3,5 \times 10^{-08}$	3939,1	0 ± 1	-108,45000
79	13	$1,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-07}$	4328,3	2 ± 1	47,255105
79	16	$1,5 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4902,0 \pm 0,5$	0 ± 1	-0,35255543
80	0	$1,3 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1358,5 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,15561207
80	2	$7,2 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$1975,8 \pm 0,1$	1 ± 1	-0,29659120
80	3	$1,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2229,8 \pm 0,1$	7 ± 1	0,33947593
80	4	$8,6 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2472,0 \pm 0,1$	2 ± 1	0,0072870005
80	5	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2699,6 \pm 0,1$	4 ± 1	0,54881986
80	6	$7,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2937,9 \pm 0,3$	18 ± 1	-0,31661275
80	7	$4,8 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3136,6 \pm 0,5$	1 ± 1	-0,48058962
80	9	$2,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3551,8 \pm 0,5$	2 ± 1	1,7253640
80	11	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$3952,45 \pm 0,03$	1 ± 1	-0,53174036
80	16	$1,9 \times 10^{-08}$	4925,0	0 ± 1	-1,2126160
81	2	$3,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1982,9 \pm 0,2$	0 ± 1	0,51972009

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
81	5	$4,4 \times 10^{-08}$	2729,6	13 ± 1	-4,1845644
81	6	$5,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2934,7 \pm 0,5$	3 ± 1	1,9450868
81	7	$5,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$3150,8 \pm 0,2$	2 ± 1	0,17968450
81	8	$9,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	3381 ± 1	25 ± 1	-0,56171902
81	9	$3,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3567,527 \pm 0,003$	4 ± 1	1,3191215
81	10	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3772,28 \pm 0,04$	2 ± 1	-1,4342712
81	11	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-06}$	3975 ± 25	1 ± 1	-3,7001922
81	14	$5,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	4552 ± 5	0 ± 1	-9,7547370
82	0	$5,4 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$1372,4 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,25293182
82	3	$3,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2254,28 \pm 0,08$	0 ± 1	0,21568660
82	4	$1,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2492,96 \pm 0,06$	1 ± 1	0,021644091
82	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2723,6 \pm 0,1$	2 ± 1	0,35020443
82	6	$2,6 \times 10^{-10} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2959,98 \pm 0,10$	182 ± 1	0,58931140
82	7	$8,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3178,2 \pm 0,1$	14 ± 1	-0,16838300
82	8	$6,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	3375 ± 1	4 ± 1	-18,028470
82	9	$3,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3582,6 \pm 0,7$	4 ± 1	0,65570079
82	15	$6,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-07}$	4763 ± 3	16 ± 1	7,6039529
83	4	$1,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2506 ± 1	1 ± 1	1,2150243
83	5	$3,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-08}$	$2735,45 \pm 0,03$	4 ± 1	1,8594064
83	6	$3,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2960,4 \pm 0,8$	2 ± 1	1,2034471
83	7	$6,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{+00}$	$3178,401 \pm 0,002$	4 ± 1	0,70645456
83	8	$4,0 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3389,59 \pm 0,08$	2 ± 1	-0,11514631

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
83	9	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	3597,9	3 ± 1	20,816871
83	10	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-01}$	$3801,050 \pm 0,003$	1 ± 1	-0,10949967
84	1	$4,3 \times 10^{-09}$	1728,4	0 ± 1	4,6039405
84	4	$9,4 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2515,8 \pm 0,8$	2 ± 1	-0,61114535
84	5	$2,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2747,3 \pm 0,4$	3 ± 1	0,062739039
84	6	$1,0 \times 10^{-07} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2986,1 \pm 0,2$	19 ± 1	0,48708354
84	7	$3,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3191,0 \pm 0,1$	1 ± 1	0,044274287
84	8	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3403,5 \pm 0,1$	2 ± 1	0,038179602
84	10	$1,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3819,4 \pm 0,1$	1 ± 1	0,18302567
85	3	$1,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2284,6 \pm 0,2$	4 ± 1	0,22122999
85	4	$3,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2526,1 \pm 0,7$	0 ± 1	3,3688439
85	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2758,8 \pm 0,8$	1 ± 1	-17,041393
85	7	$4,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3204,9 \pm 0,7$	1 ± 1	1,3588095
85	8	$5,0 \times 10^{-08}$	3418,1	5 ± 1	20,057117
85	10	$8,2 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	3835 ± 2	2 ± 1	-23,438985
85	13	$1,2 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-09}$	4438 ± 2	95 ± 1	-24,116484
86	5	$2,2 \times 10^{-08}$	2771,6	2 ± 1	-3,1839758
86	6	$3,6 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-01}$	$2998,938 \pm 0,001$	2 ± 1	2,6422156
86	8	$3,6 \times 10^{-08}$	3432,0	2 ± 1	0,16008588
86	9	$2,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3642,4 \pm 0,2$	3 ± 1	-0,62155590
86	12	$5,5 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-02}$	4254 ± 433	1 ± 1	0,34848284
87	0	$4,2 \times 10^{-10} \pm 2 \times 10^{-07}$	$1406,938 \pm 0,009$	0 ± 1	-0,49834700

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
87	3	$4,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	2305 ± 1	0 ± 1	-0,32623129
87	4	$8,2 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2547,2 \pm 0,6$	5 ± 1	-0,15021969
87	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2783,0 \pm 0,3$	2 ± 1	0,081926457
87	6	$2,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3011,0 \pm 0,2$	2 ± 1	0,37303394
87	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3231,7 \pm 0,2$	2 ± 1	0,13173813
87	8	$2,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3444,9 \pm 0,2$	3 ± 1	0,013016080
87	11	$9,6 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-09}$	$4068,9 \pm 0,3$	0 ± 1	0,067785288
87	12	$3,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$4271,4 \pm 0,4$	0 ± 1	0,30255046
88	3	$1,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2312,6 \pm 0,9$	0 ± 1	0,27072811
88	6	$4,8 \times 10^{-08}$	$3023,5$	3 ± 1	-1,7752849
88	7	$6,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	3244 ± 2	5 ± 1	1,9803262
88	8	$4,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	$3460,1 \pm 0,3$	3 ± 1	0,083559809
88	11	$5,0 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	4085 ± 2	2 ± 1	-0,19307917
88	12	$7,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4290,1 \pm 0,4$	3 ± 1	-2,2347833
88	14	$5,6 \times 10^{-09}$	$4685,9$	3 ± 1	0,47328295
89	4	$6,0 \times 10^{-09}$	$2568,8$	2 ± 1	0,31038303
89	5	$2,5 \times 10^{-08}$	$2806,5$	3 ± 1	-0,046163520
89	6	$9,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3049,0712 \pm 0,0007$	18 ± 1	-1,0965256
89	7	$5,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3257,12 \pm 0,10$	4 ± 1	-0,58895911
89	8	$7,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3497,72 \pm 0,04$	12 ± 1	-0,14325444
89	9	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3686,76 \pm 0,02$	4 ± 1	0,12086331
89	10	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3897,94 \pm 0,01$	1 ± 1	0,061156596

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
89	12	$4,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-10}$	$4305,302 \pm 0,007$	2 ± 1	0,25425884
89	14	$2,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$4715,270 \pm 0,006$	55 ± 1	0,45682451
90	4	$5,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$2596,822 \pm 0,005$	14 ± 1	0,24306709
90	6	$4,7 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3047,092 \pm 0,010$	3 ± 1	0,72146956
90	7	$3,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3270,18 \pm 0,04$	4 ± 1	-19,052978
90	8	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-10}$	$3488,03 \pm 0,03$	3 ± 1	0,30067202
90	9	$2,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$3703,38 \pm 0,02$	1 ± 1	0,40198170
90	10	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-08}$	3911,2	2 ± 1	-1,6786458
90	13	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-10}$	$4528,35 \pm 0,04$	0 ± 1	2,9113272
90	14	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4719,3727 \pm 0,0006$	0 ± 1	-0,50594143
91	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2828,091 \pm 0,002$	2 ± 1	3,2699472
91	6	$3,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3060,470 \pm 0,001$	2 ± 1	1,8466946
91	7	$9,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	3303 ± 35	22 ± 1	-0,84591909
91	9	$3,8 \times 10^{-09}$	3718,6	0 ± 1	0,57807457
91	11	$3,9 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4151,9 \pm 0,9$	19 ± 1	0,15360010
91	12	$8,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	4333 ± 5	0 ± 1	-12,499070
92	0	$8,0 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$976,0 \pm 0,3$	6 ± 1	0,091786580
92	1	$1,8 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1441,8 \pm 0,2$	1 ± 1	0,41008279
92	5	$6,5 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2598,5 \pm 0,1$	1 ± 1	0,25173892
92	8	$3,6 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3296,5 \pm 0,3$	2 ± 1	-1,3721894
92	10	$6,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3748,3 \pm 0,1$	21 ± 1	-0,038212187
92	14	$4,0 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$4552,8 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,031369618

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
93	3	$9,8 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-08}$	2363,5	0 ± 1	35,268247
93	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2609,5 \pm 0,7$	1 ± 1	-0,55770965
93	5	$2,5 \times 10^{-08}$	2851,5	3 ± 1	18,859241
93	6	$3,1 \times 10^{-08}$	3084,8	3 ± 1	0,60246952
93	7	$2,9 \times 10^{-08}$	3309,6	2 ± 1	-0,079713847
93	8	$2,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	3530 ± 2	1 ± 1	1,5008968
93	10	$6,5 \times 10^{-09}$	3957,8	2 ± 1	0,43975904
93	11	$6,7 \times 10^{-09}$	4168,8	0 ± 1	0,77350598
93	13	$1,6 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$4569,48 \pm 0,01$	1 ± 1	0,35146943
94	2	$8,5 \times 10^{-09}$	2097,7	1 ± 1	0,13963208
94	3	$4,6 \times 10^{-08}$	2368,2	0 ± 1	17,552091
94	4	$3,8 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$2633,6 \pm 0,6$	17 ± 1	-0,057866382
94	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2863,5 \pm 0,3$	1 ± 1	-0,12287440
94	6	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3095,7 \pm 0,2$	1 ± 1	-0,16613062
94	7	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3321,7 \pm 0,1$	1 ± 1	0,15612367
94	8	$1,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3542,30 \pm 0,10$	1 ± 1	0,61195310
94	10	$7,5 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3973,9 \pm 0,1$	1 ± 1	0,078213122
95	3	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2379,7 \pm 0,6$	0 ± 1	-16,691949
95	4	$3,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2653,7 \pm 0,4$	24 ± 1	1,1630554
95	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2873,8 \pm 0,3$	2 ± 1	0,55353612
95	6	$1,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3107 ± 7	2 ± 1	0,80736906
95	7	$4,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	3334 ± 3	4 ± 1	-18,374640

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
95	8	$2,5 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$3555,0 \pm 0,3$	0 ± 1	3,0337129
95	9	$2,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-05}$	3773,9	0 ± 1	-0,26323496
95	10	$2,9 \times 10^{-08}$	4033,8	35 ± 1	0,039951247
95	12	$5,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-05}$	4408 ± 4	0 ± 1	-0,68207896
96	1	$1,6 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{+00}$	$1816,8450 \pm 0,0003$	0 ± 1	-0,67499666
96	3	$7,3 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2385,8 \pm 0,3$	2 ± 1	0,062252236
96	5	$1,1 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2900,26 \pm 0,09$	20 ± 1	0,15576220
96	6	$5,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3132,33 \pm 0,05$	3 ± 1	0,50266560
96	7	$5,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3346,95 \pm 0,03$	0 ± 1	0,19487805
96	8	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3571,08 \pm 0,04$	5 ± 1	0,27935327
96	9	$9,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$3788,96 \pm 0,04$	3 ± 1	0,45201764
96	10	$1,8 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4003,14 \pm 0,06$	4 ± 1	0,24684459
96	12	$2,8 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4417,8 \pm 0,2$	2 ± 1	0,65356454
97	3	$7,7 \times 10^{-09}$	2399,3	2 ± 1	-102,28555
97	5	$5,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2899,6 \pm 0,2$	3 ± 1	0,61714232
97	6	$3,5 \times 10^{-08}$	3132,5	2 ± 1	-6,7409831
97	7	$1,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	3358 ± 2	2 ± 1	-2,7384203
97	8	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	$3583,5 \pm 0,4$	1 ± 1	-11,780574
97	9	$1,3 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3800,5 \pm 0,6$	1 ± 1	2,2234092
97	12	$3,2 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-08}$	4437 ± 6	5 ± 1	0,61692745
97	13	$1,4 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$4834,6 \pm 0,3$	1 ± 1	-0,17785926
98	0	$6,7 \times 10^{-12} \pm 6 \times 10^{-08}$	$1005,08 \pm 0,03$	5 ± 1	0,21460701

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
98	6	$2,4 \times 10^{-08}$	2906,7	2 ± 1	7,0086371
98	7	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	3144 ± 2	2 ± 1	-7,1884225
98	8	$3,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3374,8 \pm 0,2$	2 ± 1	0,21831290
98	9	$2,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3597,6 \pm 0,1$	3 ± 1	0,46492534
98	10	$1,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3816,73 \pm 0,08$	1 ± 1	0,55823986
98	12	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4260,38 \pm 0,07$	22 ± 1	0,27070668
99	2	$1,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2138,77 \pm 0,09$	0 ± 1	0,42175693
99	3	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2414,9 \pm 0,6$	0 ± 1	-16,740302
99	4	$9,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2669,2 \pm 0,4$	1 ± 1	-15,314649
99	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	2917 ± 2	3 ± 1	-95,178990
99	6	$3,9 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	3168 ± 1	2 ± 1	0,0083773924
99	7	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3385,38 \pm 0,09$	1 ± 1	1,0667313
99	8	$1,3 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-10}$	3610 ± 1	3 ± 1	-29,239306
99	9	$5,2 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-09}$	$3828,4 \pm 0,2$	15 ± 1	0,90668707
99	10	$1,2 \times 10^{-08}$	4045,5	1 ± 1	0,32520258
99	11	$2,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	$4258,862 \pm 0,003$	0 ± 1	0,013327810
100	0	$4,6 \times 10^{-10} \pm 7 \times 10^{-10}$	$1493,35 \pm 0,07$	0 ± 1	-1,1583197
100	2	$1,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-10}$	$2144,89 \pm 0,03$	4 ± 1	0,19289491
100	3	$3,6 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$2422,10 \pm 0,03$	0 ± 1	-0,085292490
100	6	$4,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3168,34 \pm 0,02$	0 ± 1	0,41814700
100	8	$1,4 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-10}$	$3624,03 \pm 0,01$	1 ± 1	0,44602047
100	9	$3,6 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-10}$	$3846,15 \pm 0,02$	3 ± 1	0,17301678

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
100	11	$3,5 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-10}$	$4271,41 \pm 0,04$	1 ± 1	0,18559790
100	12	$4,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	$4478,6 \pm 0,1$	1 ± 1	0,59857693
101	1	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1850,2 \pm 0,2$	0 ± 1	1,1129719
101	3	$1,5 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-07}$	$2434,2 \pm 0,2$	0 ± 1	-142,26950
101	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2691,1837 \pm 0,0006$	0 ± 1	0,083814054
101	5	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2938,54 \pm 0,02$	2 ± 1	2,3337451
101	9	$1,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3855,81 \pm 0,02$	0 ± 1	-0,97086818
102	0	$7,4 \times 10^{-11}$	1511,0	10 ± 1	0,19190982
102	2	$1,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-01}$	2162 ± 130	1 ± 1	-0,11402104
102	3	$1,9 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-08}$	$2440,35 \pm 0,08$	0 ± 1	1,9170222
102	4	$5,3 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2715,6 \pm 0,2$	16 ± 1	-1,7337301
102	5	$3,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2950,7 \pm 0,3$	5 ± 1	0,85254531
102	6	$2,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3191,3 \pm 0,3$	1 ± 1	0,081352333
102	8	$1,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-07}$	3649,4	2 ± 1	34,023355
102	9	$3,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3873,14 \pm 0,09$	0 ± 1	0,57609916
102	10	$9,5 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4087,09 \pm 0,09$	2 ± 1	0,48881612
103	3	$3,5 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2467,4 \pm 0,1$	20 ± 1	0,17673736
103	4	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2710,1 \pm 0,2$	3 ± 1	0,67030550
103	5	$1,9 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2960,5 \pm 0,7$	2 ± 1	-19,335408
103	8	$7,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-06}$	3663 ± 10	0 ± 1	-16,850510
103	9	$2,7 \times 10^{-09}$	4104,6	2 ± 1	0,57370876
104	0	$2,4 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	1519 ± 2	0 ± 1	-0,59371604

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
104	2	$2,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	2179 ± 1	0 ± 1	-1,1574659
104	3	$2,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$2459,588 \pm 0,004$	0 ± 1	3,1566530
104	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	2720 ± 2	0 ± 1	1,9540953
104	5	$1,9 \times 10^{-08}$	$2970,2$	1 ± 1	0,082126928
104	6	$1,2 \times 10^{-07} \pm 2 \times 10^{-06}$	$3228,731 \pm 0,002$	21 ± 1	-0,023945905
104	7	$8,4 \times 10^{-08}$	$3447,2$	0 ± 1	0,052395778
104	10	$6,5 \times 10^{-09}$	$4121,8$	0 ± 1	8,1333159
104	11	$1,6 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4331,5 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,31494932
105	5	$1,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2730,1 \pm 0,2$	1 ± 1	0,33232955
105	6	$6,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2982,03 \pm 0,08$	1 ± 1	0,56896598
105	7	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3225,76 \pm 0,06$	1 ± 1	0,38990991
105	8	$1,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3459,26 \pm 0,06$	4 ± 1	0,70733009
105	9	$3,2 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$3691,1 \pm 0,1$	0 ± 1	0,74116643
105	11	$3,2 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$4147,0 \pm 0,2$	28 ± 1	0,22287687
106	0	$4,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-09}$	$1530,4 \pm 0,3$	0 ± 1	0,14616464
106	4	$3,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-09}$	$2738,1 \pm 0,7$	0 ± 1	0,72215714
106	5	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	2991 ± 1	2 ± 1	1,1373510
106	6	$1,1 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3235,0 \pm 0,5$	1 ± 1	2,4726175
106	7	$2,9 \times 10^{-08}$	$3470,7$	1 ± 1	0,38990500
106	11	$1,9 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-00}$	$4604,42 \pm 0,01$	21 ± 1	1,1114817
107	3	$9,9 \times 10^{-09}$	$2486,2$	0 ± 1	0,25702144
107	4	$1,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-06}$	$2747,1204 \pm 0,0008$	2 ± 1	0,83751091

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
107	5	$1,1 \times 10^{-07}$	3017,7	22 ± 1	0,13282494
107	7	$1,7 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	3481 ± 1	3 ± 1	-0,63306055
107	8	$1,2 \times 10^{-08}$	3717,9	1 ± 1	-166,70851
108	3	$3,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-09}$	$2492,3 \pm 0,4$	0 ± 1	-0,016997186
108	5	$8,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3024,1 \pm 0,1$	16 ± 1	0,39998251
108	8	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3730,2 \pm 0,1$	1 ± 1	0,50358794
109	0	$1,2 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1549,0 \pm 0,1$	3 ± 1	0,50043579
109	4	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2765,6 \pm 0,2$	0 ± 1	-0,14251144
109	5	$1,5 \times 10^{-07} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3024,5 \pm 0,4$	0 ± 1	-0,099879030
109	6	$2,2 \times 10^{-08}$	3268,1	1 ± 1	-40,421596
109	7	$8,8 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-05}$	3508 ± 9	2 ± 1	2,2238571
110	0	$1,5 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-09}$	1555 ± 1	0 ± 1	-19,661280
110	1	$1,7 \times 10^{-08}$	1909,3	0 ± 1	0,010929335
110	3	$4,9 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	2508 ± 11	11 ± 1	-31,638196
110	5	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-07}$	$3033,19 \pm 0,06$	2 ± 1	0,93128078
110	9	$4,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-05}$	4000 ± 3	23 ± 1	0,15423736
111	1	$6,5 \times 10^{-09} \pm 8 \times 10^{-10}$	$1927,835 \pm 0,001$	1 ± 1	-0,31776797
111	4	$1,1 \times 10^{-08}$	2785,7	2 ± 1	0,081464197
111	5	$2,1 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-10}$	$3043,79 \pm 0,03$	1 ± 1	-0,71986464
111	6	$2,8 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$3290,887 \pm 0,007$	3 ± 1	-0,099548211
111	8	$3,5 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-11}$	$3764,558 \pm 0,004$	3 ± 1	0,18099787
111	9	$3,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-11}$	$4433,657 \pm 0,002$	2 ± 1	0,21267723

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.

Continuação

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
112	3	$9,2 \times 10^{-09} \pm 6 \times 10^{-11}$	$2525,233 \pm 0,002$	1 ± 1	0,55128481
112	5	$7,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-11}$	$3052,327 \pm 0,009$	0 ± 1	-19,764515
112	6	$1,9 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-11}$	$3300,486 \pm 0,005$	2 ± 1	-19,533483
112	7	$8,1 \times 10^{-09}$	3540,0	2 ± 1	-229,90995
112	8	$1,4 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-11}$	$3778,182 \pm 0,008$	1 ± 1	-0,69429128
113	0	$2,7 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$1571,9 \pm 0,1$	0 ± 1	-16,889597
113	4	$5,1 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-11}$	$2819,37 \pm 0,02$	17 ± 1	-19,396352
113	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-10}$	$3063,338 \pm 0,002$	4 ± 1	2,5162843
113	6	$7,2 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{+00}$	$3311,08020 \pm 0,00004$	0 ± 1	-0,72898746
113	7	$1,0 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-01}$	$3553,03110 \pm 0,00005$	2 ± 1	-1,6691427
113	8	$2,3 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-03}$	3788,4	0 ± 1	0,12782040
113	10	$7,7 \times 10^{-09}$	4239,7	0 ± 1	-0,14878701
114	2	$1,3 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-03}$	2257 ± 52	2 ± 1	-1,8473283
114	4	$6,2 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-09}$	2827 ± 1	17 ± 1	0,042359439
114	5	$1,4 \times 10^{-07} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3084,2 \pm 0,7$	26 ± 1	0,034414712
114	7	$2,2 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3565,8 \pm 0,5$	0 ± 1	0,20624239
115	3	$1,7 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$2548,0 \pm 0,2$	0 ± 1	0,30004096
115	4	$9,5 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	$2821,4 \pm 0,2$	2 ± 1	0,40560816
115	5	$3,0 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3083,4 \pm 0,2$	0 ± 1	0,10172928
115	6	$7,1 \times 10^{-08} \pm 6 \times 10^{-09}$	$3334,5 \pm 0,3$	1 ± 1	0,25252276
115	7	$1,2 \times 10^{-08}$	3575,2	2 ± 1	20,505400
115	8	$6,9 \times 10^{-09} \pm 7 \times 10^{-09}$	3815,4	0 ± 1	336,80963

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
115	9	$2,1 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$4046,0 \pm 0,5$	0 ± 1	0,55065620
116	0	$1,1 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-02}$	$1590,395 \pm 0,008$	21 ± 1	0,97269422
116	4	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	$2831,7 \pm 0,5$	1 ± 1	-1,5522001
116	6	$1,4 \times 10^{-07} \pm 3 \times 10^{-06}$	$3342,79 \pm 0,01$	0 ± 1	0,37012776
116	9	$9,8 \times 10^{-10} \pm 7 \times 10^{-08}$	$4511,24 \pm 0,03$	1 ± 1	1,8917891
117	0	$4,9 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-08}$	$1594,367 \pm 0,008$	0 ± 1	0,69169019
117	3	$3,9 \times 10^{-08}$	$2579,8$	19 ± 1	-0,073936855
117	8	$2,7 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-08}$	$3839,79 \pm 0,01$	0 ± 1	0,48699997
117	9	$6,6 \times 10^{-09} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4073,1 \pm 0,1$	2 ± 1	-0,056895463
118	3	$3,8 \times 10^{-09}$	$2575,3$	1 ± 1	-117,37136
118	4	$4,2 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2849,1 \pm 0,4$	0 ± 1	0,70356996
118	8	$3,3 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3846,8 \pm 0,2$	2 ± 1	-14,208823
118	9	$1,4 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$4087,8 \pm 0,1$	0 ± 1	0,70205586
119	0	$1,3 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$1107,1 \pm 0,1$	0 ± 1	0,36315475
119	5	$1,4 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-09}$	$2857,9 \pm 0,4$	0 ± 1	-18,770313
119	6	$7,4 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-09}$	$3125,2 \pm 0,2$	1 ± 1	0,50866459
119	7	$2,4 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3377,2 \pm 0,4$	2 ± 1	0,75622513
119	9	$4,0 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3861,6 \pm 0,7$	0 ± 1	1,9593882
120	3	$9,9 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2299,6 \pm 0,3$	1 ± 1	-2,7117399
120	4	$2,5 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$2587,54 \pm 0,01$	0 ± 1	-2,5489139
120	5	$6,2 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-08}$	$2867,5 \pm 0,8$	1 ± 1	-1,5085914
120	6	$1,0 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-08}$	3133 ± 1	2 ± 1	0,45525455

Tabela 4 – Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.*Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
120	7	$3,9 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3385,7 \pm 0,5$	1 ± 1	-0,14723586
120	8	$2,8 \times 10^{-08}$	3631,1	4 ± 1	-0,066616346
121	0	$2,3 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-05}$	1617 ± 13	0 ± 1	-0,95653568
121	1	$1,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-08}$	$1979,2 \pm 0,4$	0 ± 1	0,20565404
121	2	$1,8 \times 10^{-08} \pm 3 \times 10^{-05}$	2306 ± 9	0 ± 1	9,3987244
121	4	$1,1 \times 10^{-07} \pm 4 \times 10^{-09}$	$2875,3 \pm 0,7$	0 ± 1	0,81357028
121	7	$1,2 \times 10^{-08} \pm 7 \times 10^{-09}$	$3648,4 \pm 0,3$	2 ± 1	0,18869377
121	8	$9,1 \times 10^{-09} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3888,4 \pm 0,1$	1 ± 1	0,70226950
122	0	$2,7 \times 10^{-10} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1119,5 \pm 0,1$	0 ± 1	-0,36193165
122	5	$1,3 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$2884,1 \pm 0,2$	2 ± 1	0,74957114
122	6	$9,6 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-07}$	3160,7	9 ± 1	37,022604
122	7	$2,0 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-07}$	$3407,6 \pm 0,2$	0 ± 1	1,5018535
122	11	$9,2 \times 10^{-09} \pm 9 \times 10^{-09}$	$4368,9 \pm 0,2$	2 ± 1	-1,0751221
123	5	$1,8 \times 10^{-08} \pm 9 \times 10^{-06}$	3161 ± 27	2 ± 1	2,4291960
123	7	$2,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$3668,1 \pm 0,3$	0 ± 1	-0,80478313
123	9	$1,1 \times 10^{-08}$	4157,2	1 ± 1	0,15736976
124	0	$1,0 \times 10^{-09} \pm 5 \times 10^{-08}$	$1633,58 \pm 0,06$	1 ± 1	-1,4859522
124	2	$1,8 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	2327 ± 3	0 ± 1	-2,7779934
124	5	$1,7 \times 10^{-08} \pm 8 \times 10^{-08}$	$3171,72 \pm 0,09$	2 ± 1	-0,36998363
124	6	$7,4 \times 10^{-09} \pm 1 \times 10^{-03}$	3428,0	7 ± 1	1,0105245
124	9	$2,6 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-08}$	$4160,8 \pm 0,8$	0 ± 1	-0,26646530
125	0	$2,6 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-09}$	$1638,6 \pm 0,5$	0 ± 1	0,21053390

Tabela 4 – *Parâmetros dos ajustes com $m = 0$.**Continuação*

l	f	Amplitude	frequência (μHz)	HWHM (μHz)	diferença (μHz)
125	5	$1,5 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3180,9 \pm 0,7$	1 ± 1	-12,683531
125	7	$4,1 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3691,8 \pm 0,1$	0 ± 1	0,26679034
126	3	$7,2 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$2634,9 \pm 0,1$	2 ± 1	-15,436444
126	5	$2,0 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3190,9 \pm 0,1$	2 ± 1	0,66250395
126	7	$9,3 \times 10^{-09} \pm 3 \times 10^{-09}$	$3702,9 \pm 0,2$	0 ± 1	0,45219607
126	8	$2,4 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	$3947,6 \pm 0,4$	0 ± 1	0,94968323
127	1	$1,2 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	1648 ± 1	0 ± 1	0,10169027
127	4	$1,5 \times 10^{-08} \pm 5 \times 10^{-01}$	$2647,224 \pm 0,007$	0 ± 1	3,1401380
127	5	$3,8 \times 10^{-08} \pm 2 \times 10^{-01}$	$2924,67 \pm 0,01$	0 ± 1	-1,1670457
127	6	$4,5 \times 10^{-08} \pm 1 \times 10^{-08}$	$3201,0 \pm 0,3$	0 ± 1	1,3006243
127	7	$1,1 \times 10^{-07} \pm 9 \times 10^{+01}$	$3488,844 \pm 0,002$	16 ± 1	-1,5928353
127	8	$6,7 \times 10^{-08} \pm 4 \times 10^{-09}$	3714 ± 5	0 ± 1	-22,880360
127	9	$8,6 \times 10^{-09}$	$3956,7$	1 ± 1	0,22189956